



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



Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi

Harran Journal of Agricultural and Food Science

Yayınlayan (Publisher)

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi

Sahibi (Owner)

Prof. Dr. Mehmet Ali ÇULLU

Dekan (Dean)

Baş Editör (Editor in Chief)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Yayın Sekreteri (Publication Secretary)

Doç. Dr. Mehmet MAMAY

Editörler Kurulu (Editorial Board)

Prof. Dr. İbrahim BOLAT

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

Prof. Dr. David HIGGS

University of Hertfordshire, Hatfield, UK

Prof. Dr. Muhammad ASHRAF

University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Prof. Dr. Bernardo Murillo AMADOR

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Mexican

Prof. Dr. Levent SON

Mersin Üniversitesi, Silifke Uygulamalı Teknoloji ve İşletmecilik Yüksekokulu, Mersin

Prof. Dr. Levent ÜNLÜ

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya

Prof. Dr. Mustafa BAYRAM

Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Gaziantep

Prof. Dr. Saliha KIRICI

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana

Prof. Dr. Hikmet GÜNAL

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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): 26
Sayı (Issue): 4
Yıl (Year): 2022

Danışma Kurulu
(Advisory Board)

Prof. Dr. Hsin CHI

National Chung Hsing University, Taiwan, Republic of China

Assoc. Prof. Dr. Oleksiy Derkach

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

Assoc. Prof. Dr. Roman Rolbiecki

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

Prof. Dr. Abdalbaki BİLGİÇ

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Prof. Dr. Ayten NAMLI

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

Prof. Dr. Erhan AKKUZU

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Prof. Dr. Geza HRAZDINA

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

Prof. Dr. Ladine BAYKAL ÇELİK

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

Dr. Jens D. BERGER

The University of Western Australia, Ecophysiological, Australia

Dr. Muhammed Nasir ROFIQ

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

Mizanpaj Editörü: Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ

Yazışma Adresi

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 63040 Şanlıurfa

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

e-posta: ziraatdergi@harran.edu.tr

Yayın Tarihi: 26.12.2022

Yılda dört kez yayınlanır

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

Yıl/year: 2022

Cilt/volume: 26

Sayı/number: 4

Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
Hakemli Olarak Yayınlanmaktadır

Bu Sayıya Katkıda Bulunan Hakemler
(Alfabetik Sıraya Göre Yazılmıştır)

Prof. Dr. Ayfer ALKAN TORUN

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

Prof. Dr. Fatih KILLI

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Fikret DEMİRCİ

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Güzin KABAN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Hasan VARDİN

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Hatice DAĞHAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof. Dr. İbrahim HAYOĞLU

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Kadir SALTALI

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Prof. Dr. M. Gültekin TEMİZ

Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Prof. Dr. Mustafa ARDIÇ

Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Nihat TURSUN

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Saim Zeki BOSTAN

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkiler Bölümü

Prof. Dr. Sedat SAYAR

Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Ümit SERDAR

19 Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Alpay BALKAN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Burhan ÖZTÜRK

Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Hakan KIR

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kırşehir

Doç. Dr. Hüsnü AKTAŞ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

Doç. Dr. Meryem GÖKSEL SARAÇ

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Cumhuriyet Sosyal Bilimler MYO, Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri, Aşçılık Programı

Doç. Dr. Nihal ACARSOY BİLGİN

Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Osman GÜL

Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Ömer Faruk GAMLI

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Özcan CAĞLAR

Iğdır Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü

Doç. Dr. Servet ARAS

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Doç. Dr. Yakup Onur KOCA

Aydın Adnan MENDERES Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sabri ÜNSAL

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Emel KAYNAKÇI

Akdeniz Üniversitesi, Göynük Gastronomi ve Mutfak Sanatları MYO, Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri Aşçılık Programı

Dr. Öğr. Üyesi Burcu İrem OMURTAG KORKMAZ

Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi İnci TOLAY

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

Dr. Öğr. Üyesi Olcay BOZDOĞAN

Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Serkan YEŞİL

Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Erdinç SAVAŞLI

Eskişehir Geçit Kuşığı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

İçindekiler / Contents

Araştırma Makaleleri / Research Articles

<p>Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otları (<i>Phelipanche</i> spp.)'nın yaygınlık ve bulaşıklık düzeyinin saptanmasına yönelik çalışmalar</p> <p><i>Studies on the detection of the prevalence and contagion level of broomrape (<i>Phelipanche</i> spp.) in the pumpkin seed fields of Nevşehir province</i></p> <p>Duygu GÜZEL, Doğan IŞIK</p>	<p>405-414</p>
<p>İstanbul Beykoz Dereseki Bölgesinde doğal olarak yetişen ümitvar kestane genotiplerinin meyve özellikleri</p> <p><i>Nut characteristics of promising chestnuts genotypes in İstanbul Beykoz Dereseki Region</i></p> <p>Fatma AYDIN, Turan KARADENİZ</p>	<p>415-421</p>
<p>Effects of hot water, calcium chloride and 1-MCP on the activity of cell wall degrading enzymes in sweet cherry (<i>Prunus avium</i>)</p> <p><i>Sıcak su, kalsiyum klorür ve 1-MCP' nin kirazda (<i>Prunus avium</i>) hücre duvarını parçalayıcı enzimlerinin aktiviteleri üzerindeki etkileri</i></p> <p>Civan ÇELİK, Yaşar KARAKURT, Adnan Nurhan YILDIRIM</p>	<p>422-431</p>
<p>Farklı gelişme dönemlerinde yapılan hasadın tatlı mısırın (<i>Zea mays</i> L. <i>saccharata</i> Sturt) tane verimi ve verim unsurlarına etkisi</p> <p><i>The effect of harvest at different growth periods on grain yield and yield components of sweet corn (<i>Zea mays</i> L. <i>saccharata</i> Sturt)</i></p> <p>M. Nedim AĞAÇKESEN, Abdullah ÖKTEM</p>	<p>432-442</p>
<p>Normal ve geç ekimlerde hasada yardımcı farklı kimyasal uygulamalarının pamuk (<i>Gossypium hirsutum</i> L.) bitkisinde verim ve verim unsurlarına etkisi</p> <p><i>The effect on yield and yield components of different harvest aid chemical applications in normal and late sowing cotton (<i>Gossypium hirsutum</i> L.)</i></p> <p>Vedat BEYYAVAŞ, Abdulkadir MELİK, Suat CUN</p>	<p>443-457</p>
<p>Effects of post-flowering drought on nitrogen mobilization and growth of bread wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.) using stable ¹⁵N isotope</p> <p><i>Ekmeklik buğdayda (<i>Triticum aestivum</i> L.) ¹⁵N izotopu kullanılarak çiçeklenme sonrası kuraklığın azot mobilizasyonu ve gelişimine etkileri</i></p> <p>Ali ERKUL, Ali YİĞİT, Yakup Onur KOCA, Osman EREKUL</p>	<p>458-469</p>

Geleneksel ve iyi tarım uygulanan narenciye bahçelerinin (Karataş-Adana) verimlilik durumlarının karşılaştırılması <i>Comparision of soil fertility status of citrus orchards (Karataş-Adana) managed with conventional and good agricultural practices</i> Ayfer ALKAN TORUN, Funda KELEŞ, Ebru DUYSMUŞ, M. Bülent TORUN	470-479
<i>Sclerotinia minor</i> Jagger üzerine potansiyel biyokontrol ajanlarının değerlendirilmesi <i>Evaluation of potential biocontrol agents on Sclerotinia minor Jagger</i> Raziye KOÇAK, Özden SALMAN, Nuh BOYRAZ	480-490
Determination of quality properties of Kastamonu pastırma: A dry-cured meat product <i>Kastamonu pastırmasının kalite özelliklerinin belirlenmesi: Kuru küredilmiş bir et ürünü</i> Hüseyin GENÇCELEP, Barış İHTİYAR, Mustafa Onur YÜZER	491-500
Farklı prebiyotik ajanların toz çikolatalı içeceklerin renk ve duyu özellikleri üzerine etkileri <i>Effects of different prebiotic agents on the color and sensory properties of chocolate powder drinks</i> Şirin OBA, Osman YILMAZ	501-518
Ticari olarak satılan nar, karadut, ahududu ve frenk üzümü meyve sularından pestil üretilmesi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi <i>Production of pestil from commercially available pomegranate, black mulberry, raspberry and blackcurrant juices and determination of some quality characteristics</i> Ali GÖNCÜ, Yasemin KUZUMOĞLU, İlyas ÇELİK	519-527
Glütensiz unların tekno-fonksiyonel özellikleri ile toz akış davranışlarının belirlenmesi <i>Determination of powder flow behavior and techno-functional properties of gluten-free flours</i> Duygu ASLAN TÜRKER, Meryem GÖKSEL SARAÇ, Mahmut DOĞAN	528-537
Depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesinin pul kırmızıbiberin bazı özellikleri üzerine etkisi <i>The effect of storage temperature, storage time and olive oil on the some properties of red pepper flakes</i> Esra ÇETİNER, Mehmet Şükrü KARAKUŞ, Aziz KORKMAZ, Ahmet Ferit ATASOY	538-548
Geç hasatın Tombul fıncığın biyometrik ve renk özellikleri ile aflatoxin düzeyine etkisi <i>The effect of late harvest on the biometric and color characteristics and aflatoxin level of Tombul hazelnuts</i> Hasan KARAOSMANOĞLU	549-559



Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otları (*Phelipanche* spp.)'nin yaygınlık ve bulaşıklık düzeyinin saptanmasına yönelik çalışmalar

Studies on the detection of the prevalence and contagion level of broomrape (Phelipanche spp.) in the pumpkin seed fields of Nevşehir province

Duygu GÜZEL^{1*} , Doğan IŞIK² 

^{1,2} Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, KAYSERİ

¹<https://orcid.org/0000-0001-7123-9148>; ²<https://orcid.org/0000-0002-0554-2912>

To cite this article:

Güzel, D. & Işık, D. (2022). Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otları (*Phelipanche* spp.)'nin yaygınlık ve bulaşıklık düzeyinin saptanmasına yönelik çalışmalar. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 405-414.
DOI:10.29050/harranziraat.1125904

*Address for Correspondence:

Duygu GÜZEL
e-mail:
Dyuguguler@gmail.com

Received Date:

03.06.2022

Accepted Date:

17.08.2022

© 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

İnsan beslenmesinde büyük öneme sahip olan kabak bitkisi, Cucurbitaceae familyasında yer almaktadır. Nevşehir ilinde ilk kez yapılmış olan bu çalışmanın amacı; çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otu türleri (*Phelipanche* spp.)'nin tespiti, rastlama sıklıklarının saptanması ve tespit edilen canavar otu türleri (*Phelipanche* spp.)'nin kültür bitkisi konukçularının belirlenmesidir. Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otu türleri (*Phelipanche* spp.)'nin rastlama sıklıklarının saptanması amacıyla 2018-2019 yıllarında tesadüf olarak belirlenen toplam 232 çerezlik kabak tarlasında survey yapılmıştır. Yapılan bu survey çalışmaları sonucunda; çerezlik kabak ekim alanlarında saptanan canavar otu türünün *Phelipanche ramosa* olduğu bulunmuştur. Gerçekleştirilen survey sonuçlarına göre; 2018 yılında *Phelipanche ramosa*'nın rastlama sıklığının il ortalaması %8.68, bitki başına düşen canavar otu sayısının il ortalaması %0.06 olarak tespit edilmiştir. 2019 yılının surveyinde ise *Phelipanche ramosa*'nın rastlama sıklığının il ortalaması %3.29, bitki başına düşen canavar otu sayısının il ortalaması %0.04 olarak tespit edilmiştir. Kültür bitkisi konukçularının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen konukçuya özelleştirme testlerinde *Phelipanche ramosa*, denemeye alınan 21 adet kültür bitkisinden sadece Solanaceae familyasından domates ve patates bitkilerini parazitlemiştir. En yüksek parazitlenme 12 dal sayısı ile domateste gerçekleşmiş olup bunu 8 dal sayısı ile patates bitkisi takip etmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çerezlik kabak, Survey, Parazit yabancı ot, *Phelipanche ramosa*.

ABSTRACT

The pumpkin plant, which is of great importance in human nutrition, is in the family Cucurbitaceae. The aim of this study, which was conducted for the first time in Nevşehir province, detection of broomrape species that are a problem in pumpkin fields, determination of incidence and It is the determination of the cultivar hosts of the determined broomrape species. A survey was carried out in a total of 232 pumpkin fields, which were determined randomly in 2018-2019, in order to determine the frequency of the broomrape species (*Phelipanche* spp.), which is a problem in the pumpkin seed field of Nevşehir province. As a result of these survey studies; It was found that the broomrape species detected in the pumpkin seed fields was *Phelipanche ramosa*. According to the results of the survey; In 2018, the provincial average of the incidence of *Phelipanche ramosa* was 8.68%, and the provincial average of the number of broomrape per plant was 0.06%. In the survey of 2019, the provincial average of the incidence of *Phelipanche ramosa* was determined as 3.29%, and the provincial average of the number of broomrape per plant was determined as 0.04%. In host-specific tests conducted to determine the hosts of a cultivated plants, *Phelipanche ramosa* parasitized only tomato and potato plants from the Solanaceae family from 21 tested cultivated plants. The highest parasitization occurred in tomatoes with a number of 12 branches, followed by the potato plant with a number of 8 branches.

Key Words: Pumpkin, Survey, Parasitic weed, *Phelipanche ramosa*

Giriş

İnsan beslenmesinde büyük öneme sahip olan kabak bitkisi, Cucurbitaceae familyasında yer almaktadır. Kabak bitkisinin hem meyveleri hem de tohumları başta sanayi olmak üzere birçok sektörde kullanılmaktadır (Yanmaz ve Düzeltir, 2003; Stuart, 2006). Kabaklar botanik bakımından; yazlık kabak, kestane kabağı ve bal kabağı olmak üzere üç kısma ayrılır (Günay, 1983). Yazlık kabak (*Cucurbita pepo*)'ın anavatanın Meksika'nın yüksek yerleri olduğu kabul edilmektedir (Bisognin, 2002). Kabak bitkisi ülkemize ilk olarak Yunanistan üzerinden giriş yaparak Trakya bölgesinde yetiştiriciliği yaygınlaşmıştır (Düzeltir, 2004).

Dünya üzerindeki kabak üretim alanlarına bakıldığında 7.789.437 ton (toplam üretimin %29'u) üretim ile Çin ilk sırayı almıştır (FAO, 2018). Bunu 5.073.678 ton ile (toplam üretimin %18'i) Hindistan, 1.224.711 ton ile (toplam üretimin %5' i) Rusya takip etmektedir. Türkiye ise; 490.887 ton kabak üretimi ile dünyada 11. sırayı almaktadır (FAO, 2018). Türkiye'de 2018 yılı verilerine göre 55.043 ton çerezlik kabak üretilmiştir (TÜİK, 2018). Kabak çekirdeğine ait ilk istatistiklere 2004 yılında erişilmiştir. 2001 yılında, 1.400 ton kabak çekirdeği üretimi yapılmaktayken bu sayı 2013 yılında 36.000 tona çıkmıştır (Yanmaz ve Düzeltir, 2003). Kabak çekirdeği yetiştiriciliği ülkemizde genellikle İç Anadolu Bölgesi'nde yaygın olarak yapılmaktadır. İç Anadolu Bölgesi'nde üretimde Kayseri ilinden sonra ikinci sırada Nevşehir ili yer almaktadır. Nevşehir ilinde çerezlik kabak 211.654 da alanda 16.403 ton üretilmektedir (TÜİK, 2018).

Çerezlik kabağın üretim koşullarının kolaylığı, üretim maliyetlerinin alternatif ürünlere göre düşüklüğü ve en önemlisi de karlılığının diğer ürünlere göre yüksek olmasından dolayı üretimi gün geçtikçe artmaktadır. Hemen hemen her kültür bitkisinde olduğu gibi çerezlik kabak yetiştiriciliğinde de birtakım sorunlarla karşılaşmaktadır. Çerezlik kabak yetiştiriciliğinde karşımıza çıkan önemli sorunlardan biri de yabancı otlardır (Özdemir ve Işık, 2020). Çerezlik

kabak ekiliş alanlarında son yıllarda parazit bir yabancı ot olan canavar otu (*Phelipanche* spp.) türleri ve bunlarla mücadele de son yıllarda önemli konulardan birisi olmuştur. Yabancı otlarla etkin bir mücadele yapılmadığı sürece çerezlik kabak yetiştiriciliğinden güzel bir verim almak mümkün değildir (Ronald ve Charles, 2012; Özdemir ve Işık, 2020).

Tam parazit bir yabancı ot olan canavar otları (*Phelipanche* spp.) kültür bitkisinden suyu, mineral ve organik bileşikleri aldığı içi kültür bitkisinde büyüme gecikir, verim düşer ve hatta ağır bulaşıklık durumlarında hiçbir verim alınamaz duruma gelinir. Canavar otunun kültür bitkilerinde oluşturdukları verim kaybı, parazit yabancı otun kültür bitkisine tutunma zamanı ve yoğunluğuna göre %5-100 arasında değişebilir. Verim kaybı ile ilgili yapılan çalışmalarda canavar otundan dolayı tütünde %33, baklada %50-100, ayçiçeğinde %33, havuçta %24, domateste ise Amerika Birleşik Devletleri'nde %21- 29, Türkiye'de %24 olarak verim kayıpları olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2019 a). Benzer şekilde ülkemizde Çukurova Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada domateste *Phelipanche ramosa*'dan dolayı verimin %24.18, baklada *Orobanch crenata*'dan dolayı ise %81.83 oranında azaldığı belirlenmiştir (Aksoy, 2003). Benzer şekilde Yunanistan'da domates ekim alanlarının *Phelipanche ramosa* ve *P. aegyptiaca*'nın neden olduğu verim kaybının ortalama olarak %25, Küba'da ise bu oranın %10 civarında olduğu bildirmiştir (Parker, 1994). Canavar otu zararından dolayı bazı ürünlerdeki verim kaybının, domateste % 69.2, ayçiçeğinde % 58.3, tütünde % 49.8 ve baklada ise % 35.4 olduğunu bildirmiştir (Selçuk, 1966). Mısır'da bakla ekim alanlarında canavar otlarından dolayı oluşan verim kaybı %5-33 arasında olduğu bildirilmiştir (Sauerborn and Saxena, 1986).

Tarımsal üretim, olabildiğince en az masrafla ve üründe verimi düşüren sebepleri ortadan kaldırılarak ya da kontrol edilebilir seviyeye getirilerek yapılmalıdır. Kolay uygulanabilir olması, kısa süre içerisinde sonuç vermesi gibi sebeplerden dolayı canavar otu türlerinin mücadelesindeki çalışmaların büyük çoğunluğunu

kimyasal mücadele çalışmaları oluşturmaktadır. Ancak ülkemizde şu an için önerilen etkili bir kimyasal bulunmayışı çerezlik kabaktaki canavar otu sorununu günümüze taşımıştır (Kadioğlu, 2009). Ayrıca yabancı otlar diğer kültür bitkilerinde de olduğu gibi çerezlik kabak bitkisine de bazı hastalık ve zararlılara konukçuluk etmektedir. Hastalık ve zararlıların çoğalıp yayılmasına yardımcı olarak kültür bitkilerinde zarar meydana getirmektedir. (Kızılkaya ve ark., 2001; Akça ve Işık, 2016; Özdemir ve Işık, 2020).

Ülkemizde canavar otu türleri ile ilgili birtakım çalışmalar yapılmış ancak, Nevşehir ilinde yöre halkı için önemli bir gelir kaynağı olan kabak ekilen tarlalarda sorun olan canavar otu türleri (*Phelipanche* spp.)'nin yaygınlık ve bulaşıklık düzeyinin saptanmasına yönelik çalışmalar konusunda detaylı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada, Nevşehir ilinde çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otu türleri (*Phelipanche* spp.)'nin tespiti, rastlama sıklıklarının saptanması ve tespit edilen canavar otu (*Phelipanche* spp.) türünün kültür bitkisi konukçularının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın materyallerini çerezlik kabak bitkileri, canavar otu (*Phelipanche* spp.) türleri, konukçuya özelleşme testlerinde kullanılan 21 adet kültür bitkisinin tohumları oluşturmuştur. Ayrıca survey çalışmalarında ¼ m² 'lik çerçeve, kese kâğıdı, fotoğraf makinesi, kürek, kazma, not defteri, kurşun kalem, GPS cihazı gibi araç ve gereçler kullanılmıştır.

Survey çalışmasının yapıldığı Nevşehir iline ait araştırma alanının iklim özellikleri

Nevşehir ilinde karasal iklimi hüküm sürer. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk geçer. Senenin 70 gününde sıcaklık 0 (sıfır) °C'nin altında ve 20 gün +30°C'nin üstünde seyredir. Senelik yağış miktarı ortalama 388-353 mm arasındadır (Anonim, 2019 b). Survey çalışmasının yapıldığı Nevşehir iline ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. 1959- 2021 Yıllarına ait Nevşehir ili iklim verileri (Anonim 2022 a)
Table 1. Nevşehir province climate data for 1959- 2021 (Anonymous 2022 a)

Aylar Months	Ortalama Sıcaklık (°C) Average temperature (°C)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı Average number of rainy days	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm) Average monthly total rainfall (mm)
Ocak	-0.2	10.69	54.4
Şubat	0.9	7.62	40.8
Mart	4.9	10.54	46.9
Nisan	10.1	7.00	50.0
Mayıs	14.5	10.69	56.7
Haziran	18.3	8.15	36.3
Temmuz	21.4	1.38	9.8
Ağustos	21.1	1.69	8.0
Eylül	17.2	2.62	13.5
Ekim	12.1	5.31	28.7
Kasım	6.6	5.85	34.5
Aralık	2.0	10.54	49.5
Yıllık	10.7	82.1	420.1

Konukçuya özelleşme çalışmalarının yapıldığı Artvin iline ait deneme alanının iklim özellikleri

Konukçuya özelleştirme testlerinin gerçekleştirildiği saksı çalışmaları Artvin ili Kemalpaşa ilçesinde belirlenen bir bahçede

yürütülmüştür. Artvin ilinde her mevsim yağışlı bir iklim hakimdir. Yıllık sıcaklık ortalaması: 14°C- 15°C dir. Yıllık yağış miktarı 1500-2500 mm arasındadır (Anonim, 2022 b). Çalışmanın yapıldığı Artvin iline ait iklim verileri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. 1959- 2021 Yıllarına ait Artvin ili iklim verileri (Anonim, 2022 c)

Table 2. Artvin province climate data for 1959- 2021 (Anonymous, 2022 c)

Aylar Months	Ortalama Sıcaklık (°C) Average temperature (°C)	Ortalama Yağışlı Gün Sayısı Average number of rainy days	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm) Average monthly total rainfall (mm)
Ocak	2.7	10.50	84.4
Şubat	3.8	10.58	71.3
Mart	7.1	12.67	60.4
Nisan	11.9	12.33	53.0
Mayıs	16.0	15.08	53.2
Haziran	18.8	12.25	48.9
Temmuz	20.9	8.58	31.0
Ağustos	21.1	8.67	29.3
Eylül	18.3	8.17	38.2
Ekim	14.1	11.08	60.5
Kasım	9.0	9.33	74.2
Aralık	4.5	10.00	86.0
Yıllık	12.3	129.2	690.4

Yöntem

Survey çalışmaları

Nevşehir ili ve ilçelerinde 2018-2019 yılları arasında yapılan bu çalışma, tesadüf olarak belirlenen toplam 232 çerezlik kabak tarlasında sorun canavar otu (*Orobanche* spp.) türlerinin

tespiti ile rastlama sıklıklarını belirlemek amacıyla Nevşehir (Merkez ilçe), Acıgöl (1250 m), Avanos (920 m), Derinkuyu (1300 m), Gülşehir (950 m), Hacıbektaş (1275 m), Kozaklı (1275 m) ve Ürgüp (1050 m) ilçelerinde yürütülmüştür (Anonim, 2019 c).

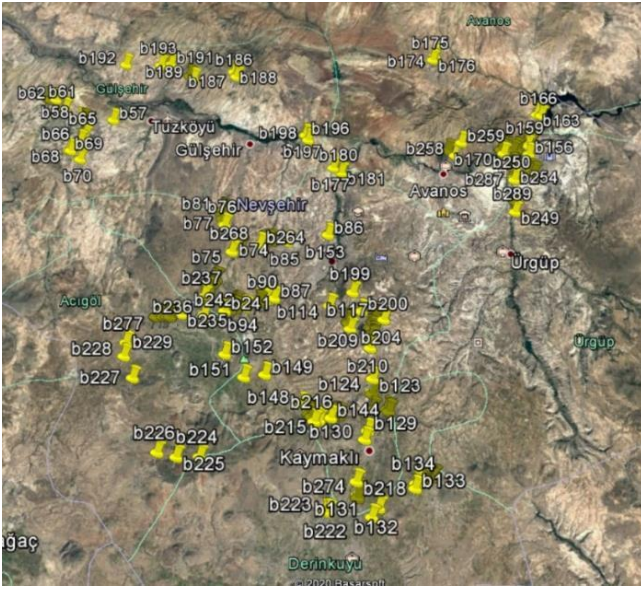
Çizelge 3. Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında 2018-2019 yıllarında survey yapılan yerler ve örnekleme sayıları (TÜİK, 2019)

Table 3. Places of surveys and number of sampling in the pumpkin seed fields of Nevşehir province in 2018-2019 (TÜİK, 2019)

Survey istikametleri Survey directions	İlçelerin Ekim Alanları (da)* Cultivated areas of the districts (da)*		Örnekleme Sayısı Number of sampling	
	2018	2019	2018	2019
Nevşehir merkez	105.000	107.200	40	32
Acıgöl	28.000	28.029	28	21
Ürgüp	19.900	19.900	20	13
Gülşehir	14.500	12.000	14	13
Derinkuyu	38.300	36.000	18	18
Kozaklı	2.454	2.247	4	2
Avanos	3.500	3.450	6	3
Toplam	211.654	205.826	130	102

Nevşehir bölgesini temsil edecek şekilde belirlenen 8 istikamette 2 kez gidilerek toplam 232 çerezlik kabak tarlalarında survey gerçekleştirilmiştir. Survey istikametleri, ilçelerdeki çerezlik kabak ekim alanları ve

örnekleme sayıları Çizelge 3'te verilmiştir. Gerçekleştirilen surveyde GPS yardımı ile kaydedilen örnekleme noktalarının haritası Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Nevşehir ili çerezlik kabak ekim alanlarında survey yapılan tarlaların uydu görüntüsü ile survey noktaları
Figure 1. Survey points with satellite Image of surveyed fields in Nevşehir province pumpkin seed planting trees

Survey çalışmalarında $\frac{1}{4}$ m² 'lik çerçeveler kullanılmıştır. Ekim alanlarının büyüklüğüne göre "1 da'a kadar olan alanlar için 5 çerçeve 1 – 5 da'lık alanlar için 10 çerçeve 5 – 10 da'lık alanlar için 15 çerçeve 10 da'ın üzerindeki alanlar için 20 çerçeve atılmıştır." (Kadioğlu ve ark., 1993); (Şenol,1999).

Tesadüf olarak atılan her bir çerçeve içerisine giren canavar otlarının sayımı gerçekleştirilmiştir. Canavar otu ile bulaşık tarlalardan numuneler alınarak survey kartlarına kaydedilmiştir. Bulaşıklı arazilerden toplanan canavar otlarının herbariyumu yapılmıştır. Survey çalışmaları sonucunda Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otu türleri Demirbaş, (2011)'den yararlanarak teşhisleri yapılmıştır. Belirlenen bu canavar otu türleri teşhislerinin doğrulanması amacıyla Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim üyelerinden Prof. Dr. Doğan IŞIK'a gönderilmiş ve doğrulanmıştır.

Rastlama sıklığı tespiti

Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otu türlerinin (*Phelipanche* spp.) rastlama sıklıkları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

"Rastlama Sıklığı.: 100 n/m

Rastlama Sıklığı: % Rastlama Sıklığı

n: Canavar otunun rastlandığı tarla sayısı

m : Survey yapılan toplam tarla sayısı "(Uygur ve ark., 1993).

Bir kabak bitkisindeki canavar otu sayısının belirlenmesinde survey yapılan alanlarda çerçeve içine giren kabak bitkisi sayısı belirlenmiş, o tarlada çerçevede tespit edilen canavar otu sayısına bölünerek bitki başına düşen canavar otu sayısı saptanmıştır.

Konukçuya özelleşme çalışmaları

Farklı kültür bitkilerinin Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otu türüne olan duyarlılıklarını araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada canavar otu ile bulaşık arazilerden surveylerde toplanan tohumlar bir torba içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen canavar otu tohumları 6 aşamalı elekten geçirilmiştir. Tohumlar her bir saksı için 30 mg gelecek şekilde hassas terazide tartılarak mini saklama kâğıtlarına aktararak paketlenmiştir. Bu teste Demirkan (1997) 'nin uyguladığı yöntemine göre 21 ayrı kültür bitkisi için kullanılmıştır. Konukçuya özelleşme testlerinde kullanılan kültür bitkileri ve çeşitleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Tesadüfü bloklar deneme desenine göre üç tekerrürlü olmak üzere 12 Mayıs 2019 tarihinde deneme kurulmuştur. Denemede 25 cm çaplı plastik saksılar kullanılmıştır. Saksılara uzun yıllar canavar otu konukçusu yetiştirilmeyen ve canavar otu bulaşıklığı hiç görülmemiş alandan alınan bahçe toprağı doldurulmuştur. Saksılar denemenin gerçekleşeceği bahçeye taşınmıştır. Her saksı için ekim tarihi ve kültür bitkisinin adının yer aldığı bir saksı etiketi oluşturulmuştur. Her bir saksıya canavar otu tohumları ortalama 4-5 cm derinlikte ekilmiştir. Yine aynı saksı içerisine gelecek şekilde Tablo 2.3 'te verilen kültür bitkileri tohumlarından 20'şer adet tohum, patates bitkisinden ise 3 adet yumru ortalama 4-5 cm derinliğe ekilmiştir. Saksılar bahçedeki açık alanda takip edilmek üzere bırakılmıştır. Bitkilerin durumuna göre 2-3 gün ara ile sulama işlemi

gerçekleştirilmiştir. Çalışmada herhangi bir ilaç, gübre, bitki besin elementi kullanılmamıştır. Çıkişlar tamamlandıktan sonra, her bir saksıda iki

adet költür bitkisi kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır.

Çizelge 4. Canavar otları (*Phelipanche* spp.)'nın konukçuya özelleşme testlerinde kullanılan költür bitkileri ve çeşitleri (Demirkan, 1997)

Table 4. Cultural plants and varieties used in broomrape species (*Phelipanche* spp.) host specialization tests (Demirkan, 1997)

Latincesi <i>Latin</i>	Bitkiler <i>Plants</i>	Familya <i>Family</i>	Çeşit <i>Kinds</i>
<i>Allium cepa</i> L.	Soğan	Liliaceae	Alba
<i>Beta vulgaris</i> L.	Şeker pancarı	Amaranthaceae	Aranka
<i>Capsicum annuum</i> L.	Biber	Solanaceae	Yalova çarliston
<i>Citrullus lanatus</i> (thunb. Matsum. & Nakai	Karpuz	Cucurbitaceae	Crimsan sweet
<i>Cucumis sativus</i> L.	Hıyar	Cucurbitaceae	Beit alpha
<i>Helianthus annuus</i> L.	Ayçiçeği	Asteraceae	Dakota
<i>Hordeum vulgare</i> L.	Arpa	Poaceae	Tarm-92
<i>Lycopersicon esculentum</i> M.	Domates	Solanaceae	H-2274
<i>Triticum aestivum</i>	Buğday	Poaceae	Setan
<i>Zea mays</i> L.	Mısır	Poaceae	Merit f ₁
<i>Abelmoschus esculentus</i> L.	Bamya	Malvaceae	Yalova Akköy 41
<i>Cicer arietinum</i> L.	Nohut	Fabaceae	Koçbaşı
<i>Glycine max.</i> L.	Soya	Fabaceae	Cinsoy
<i>Gossypium hirsutum</i>	Pamuk	Malvaceae	İthal beyaz pamuk
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fasulye	Fabaceae	Doğal şeker fasulye
<i>Solanum melongena</i> L.	Patlıcan	Solanaceae	Aydın siyahı
<i>Vicia faba</i> L.	Bakla	Fabaceae	Yerli sakız bakla
<i>Cucumis melo</i> L.	Kavun	Cucurbitaceae	Hasanbey
<i>Lens culinaris</i> M.	Mercimek	Fabaceae	Cılalı
<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Tütün	Solanaceae	Sarıbağlar 407

Saksılarda költür bitkisinin çıkışından itibaren canavar otu çıkışı da takip edilmiştir. Denemeye alınan költür bitkilerinden, parazitlenmenin olup olmadığı kontrol edilmiş olup saksılarda çıkan canavar otu sayısı değerlendirilmiştir. 15 Ekim 2019 tarihinde költür bitkileri hasat edilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Nevşehir İli çerezlik kabak tarlasında sorun olan türün son dönemde sistematik ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda *Orobancha aegyptiaca* bitkisinin ise *Phelipanche aegyptiaca* (Pers.)

Pomel olarak değiştirilmesinden (Demirbaş, 2011) yararlanarak *Phelipanche ramosa* olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu canavar otu türü teşhisinin doğrulanması amacıyla Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim üyelerinden Prof. Dr. Doğan IŞIK'a gönderilmiş ve doğrulatilmiştir.

Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında 2018-2019 yılları temmuz-ağustos aylarında yapılan surveylerde tespit edilen *Phelipanche ramosa* 'nın her bir ilçeye göre rastlama sıklıkları ve bitki başına düşen canavar otu sayısı (adet) Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarındaki *Phelipanche ramosa* 'nın rastlama sıklığı ve bitki başına düşen canavar otu sayısı

Table 5. Occurrence frequency of *phelipanche ramosa* in the pumpkin seed fields of Nevşehir province the number of *Phelipanche ramosa* per plant

İlçeler Districts	Rastlama sıklığı (%) Frequency of occurrence %		Bitki başına düşen <i>Phelipanche ramosa</i> sayısı (adet) Number of orabanche per plant (piece)	
	2018	2019	2018	2019
Merkez	12.50	6.25	0.13	0.06
Acıgöl	25.00	4.76	0.08	0.20
Ürgüp	5.00	0.00	0.08	0.00
Gülşehir	21.42	15.38	0.10	0.06
Derinkuyu	5.55	0.00	0.16	0.00
Kozaklı	0.00	0.00	0.00	0.00
Avanos	0.00	0.00	0.00	0.00
Hacıbektaş	0.00	0.00	0.00	0.00
İl Ortalama	8.68	3.29	0.06	0.04

Nevşehir ili 2018 Temmuz-Ağustos aylarında çerezlik kabak tarlalarında tespit edilen *Phelipanche ramosa* 'nın rastlama sıklığının ilçelere göre değerlendirdiğimizde, 2018 yılında ilk sırayı %25 ile Acıgöl ilçesi alırken bunu %21,42 rastlama sıklığı ile Gülşehir ilçesi, %12.5 Merkez ilçe, % 5.55 ile Derinkuyu ve % 5 ile Ürgüp ilçesi takip etmiştir. 2019 yılı survey sonuçları değerlendirildiğinde, rastlama sıklığında ilk sırayı %15.38 ile Gülşehir ilçesi alırken, bunu %6.25 ile Merkez ilçe ve %4.76 ile Acıgöl ilçesi takip etmiştir. Bu çalışma çerezlik kabakta yapılan ilk çalışmadır. Ancak değişik kültür bitkilerinde yapılmış canavar otu survey çalışmaları bulunmaktadır. Işık ve Kaya (2009) tarafından 2007-2008 yıllarında domatestede yapılan Samsun ilinde 102 domates tarlasında yapılan surveylerde *Phelipanche ramosa*'nın sorun oluşturduğunu, domates bitkisindeki rastlama sıklığı %22.33 ortalama yoğunluk 2.32 adet/m² olarak tespit etmişlerdir. Kaya ve Işık (2009) tarafından tütün bitkisinde 124 tütün tarlasında yapılan çalışmada ise *P. ramosa*'nın rastlama sıklığı %16.6 olarak tespit etmişlerdir. Aksoy ve ark., (2013) Çukurova bölgesinde yetiştirilen domateslerin seralardaki rastlama sıklığını %27.72, açık alanda ise %80 olarak saptamıştır. Benzer şekilde Kadioğlu, (2007) Tokat ilinde domates, patates ve tütün ekim alanlarında yaptığı surveylerde kültür bitkilerinde canavar otunun rastlama sıklığı sırasıyla %61.7, %55.0 ve %15.0 olarak bulmuştur.

Buradan çerezlik kabak ekim alanlarında *Phelipanche ramosa*'nın bulunduğu ve göz ardı edilmemesi gerektiği bu çalışma ile saptanmıştır.

Gülşehir ilçesindeki rastlama sıklığı her iki yıllarda da yüksek çıkmıştır. Bu oranın yüksek çıkmasında bulaşık tarlalardaki canavar otu tohumlarının temiz tarlalara rüzgârla, kullanılan alet ekipmanlarıyla, çiftlik hayvanlarıyla taşınmış olabileceği kanaatindeyiz. Bu düşüncemize paralel olarak, Saghir and Borg, (1986) çok küçük olan canavar otu tohumlarının tarım alet ve makinaları, çiftlik hayvanları, vb. etmenlerle bulaşık arazilerden temiz arazilere taşındığını belirtmişlerdir.

Kozaklı, Avanos ve Hacıbektaş ilçelerinde *Phelipanche ramosa*'nın rastlama sıklığı %0 olarak kaydedilmiştir. Bu durumun her üç ilçede de yöre halkının kendi ihtiyacını karşılayacak ölçüde çerezlik kabak üretimi yapmasından kaynaklanabileceği kanaatindeyiz.

2018 yılında rastlama sıklığının il ortalaması %8.68 iken bu sayı 2019 yılında % 3.29 olmuştur. Bu düşüşün *Phelipanche ramosa* ile bulaşık olan tarlaların hasattan önce sökülmesinin, 2018 yılında çerezlik kabak ekili olan tarlaların 2019 yılında farklı bir kültür bitkisiyle ekilmiş olması ve çiftçilerin arazilerinde karşılaştıkları canavar otu türlerini yolma gibi mekanik mücadele uygulamalarının bu oranı azaltmasında etkili olduğunu düşünmekteyiz.

Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında tespit edilen bitki başına düşen *Phelipanche ramosa* sayısı (adet) değerlendirildiğinde, 2018 yılında ilk sırayı 0.16 adet ile Derinkuyu ilçesi alırken, bunu 0.13 ile Merkez ilçesi, 0.10 ile Gülşehir, 0.08 ile Acıgöl- Ürgüp ilçeleri takip etmiştir. 2019 yılında bitki başına düşen *Phelipanche ramosa* sayısı (adet) değerlendirildiğinde ilk sırayı 0.20 ile Acıgöl ilçesi alırken, bu durumu 0.06 ile Merkez ilçe ve Gülşehir ilçeleri takip etmiştir. Işık ve Kaya (2009) yıllarında Samsun ilinde yaptıkları surveylerde bir domates bitkisi köküne düşen canavar otu sürgün sayısının 1.14, Kaya ve Işık (2009) ise tütün bitkisi başına düşen canavar otu sayısı 0.32 olarak tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Kadioğlu, (2007) Tokat ilinde domates, patates ve tütün ekim alanlarında yaptığı surveylerde canavar otunun metrekarede dal sayısı olarak domateste genelde 8.88 adet/m², özelde 14.4 adet/m²; tütünde aynı değerler sırasıyla 2.44 ve 4.44 adet/m² olarak tespit etmiştir. Aksoy ve ark., (2013) Ülkesel canavar otu projesi ile 2041 tarlada gerçekleştirdikleri surveylerde canavar otu yoğunluğunu 4.67 adet m² tespit etmişlerdir. Yapılan birçok çalışma ile bu çalışmanın bulguları surveylerin farklı alanlarda yapılmış olmasına rağmen benzerlik göstermektedir. Yetiştiricilikte uygulanan farklı kültürel işlemler, farklı ekolojik yapılara sahip survey noktaları gibi nedenlerden dolayı canavar otunun rastlama sıklıkları farklılık göstermektedir.

Gerçekleştirilen surveylerde çerezlik kabak ekim alanlarında tespit edilen *Phelipanche ramosa* dışında *Heliotropium auropeum* (Boz ot), *Convolvulus arvensis* (Tarla sarmaşığı), *Xanthium strumarium* (Domuz pıtrağı), *Chenopodium album* (Sirken) ve *Seteria* spp. (Yapışkan ot türleri) gibi yabancı ot türlerine rastlanılmıştır. Sonuçlara paralel olacak şekilde Özdemir ve Işık, (2020) Kayseri ilçelerindeki çerezlik kabak arazilerinde gerçekleştirilen yabancı ot survey çalışmasında tespit edilen yabancı ot türleri ile gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda tespit edilen yabancı ot türleri benzerlik göstermektedir.

Phelipanche ramosa'nın kültür bitkisinin konukçularının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen konukçuya özelleştirme testinde

Phelipanche ramosa, Solanaceae familyasının üyesi olan domates ortalama 12 dal sayısı ile en yüksek oranda parazitlerken, bunu ortalama 8 dal sayısı ile patates takip etmiştir. Benzer şekilde Şentürk (2005), konukçuya özelleştirme testleri sonucunda ortalama 34.75 sürgün sayısı ile en fazla tütün parazitlenmiş, domateste ise ortalama 26 dal sayısı saptanmıştır. Bunu 17 sürgün sayısı ile patates, 13.5 sürgün sayısı ile patlıcan, 12 sürgün sayısı ile biber, 6.25 sürgün sayısı ile kavun, 3.25 sürgün sayısı ile bakla takip etmiştir. Durbin (1953), Wilhelm (1954), Wilhelm et al. (1958), Çamurköylü ve Nemli (1997), Demirkan (1997), *Orobancha ramosa*'nın domatesi; Demirkan (1997) patlıcanı; Durbin (1953), Demirkan (1997), Özge ve ark. (1997), Nemli ve Emiroğlu (1993) tütünü; Karasu (1967) tütün ve kavunu parazitlediğini bildirmişlerdir.

Şentürk (2005), tarafından yapılan konukçuya özelleştirme testlerinde hıyar, arpa, buğday, mısır, nohut, soya, mercimek, fasulye, bamya, pamuk, soğan, şeker pancarı ve ayçiçeği ise hiç parazitlenme olmadığını belirtilmiştir. Yaptığımız çalışmada da teste alınan soğan, şeker pancarı, biber, karpuz, hıyar, ayçiçeği, arpa, buğday, mısır, bamya, nohut, soya, pamuk, fasulye, patlıcan, bakla, kavun, mercimek ve tütün bitkilerinde herhangi bir parazitlenmenin gerçekleşmediğini göz önüne alırsak bu sonuçlar çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Bu durumun denemenin gerçekleştiği Artvin ilinin iklim koşulları, kültür bitkilerinin vejetasyon sürelerinin farklı olması, canavar otu tohumlarının derine gömülmüş olması gibi sebeplerden de kaynaklanmış olabileceği kanaatindeyiz.

Sonuçlar

Nevşehir ili çerezlik kabak tarlalarında sorun olan canavar otu türünün *Phelipanche ramosa* olduğu belirlenmiştir. Gerçekleştirilen 2018 surveylerinde *Phelipanche ramosa*'nın rastlama sıklığının il ortalaması %8.68, bitki başına düşen *Phelipanche ramosa* sayısının il ortalaması 0.06 adet tespit edilmiştir. 2019 surveylerinde ise rastlama sıklığının il ortalaması %3.29, bitki başına

düşen *Phelipanche ramosa* sayısının il ortalaması 0.04 adet tespit edilmiştir.

Phelipanche ramosa'nın kültür bitkisi konukçularının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen testlerde ortalama 12 dal sayısı ile en yüksek parazitlenme domateste gerçekleşmiş bunu ise 8 dal sayısı ile patates bitkisi takip etmiştir. Diğer kültür bitkilerinde herhangi bir parazitlenme olmamıştır. Bu çalışmalara benzer çalışmalar yapılarak bu konukçuları potansiyel bir etkide bulunup, bulunmayacağı konusunda geniş çaplı çalışmalar yapılmalıdır.

Çerezlik kabak tarlalarında sorun oluşturan canavar otu türlerine karşı ilk defa yapılmış olan bu çalışmada Nevşehir ilindeki çerezlik kabak tarlasında *Phelipanche ramosa*'nın bulunduğu, rastlama sıklığının göz ardı edilmemesi gerektiği, her göz ardı ediliste daha büyük sorunlara yol açabileceği unutulmamalıdır.

Canavar otu ile ilgili literatür taramalarına baktığımızda geniş bir konukçu aralığına sahip olduğu bilinmektedir. Çerezlik kabaktaki *Phelipanche ramosa* 'nın konukçular arası geçişlerle diğer kültür bitkilerine yayılış gösterebilir. Üreticilere canavar otları ile mücadele konusunda eğitimler verilerek bilinçlendirilmeli, konunun önemi anlatılmalıdır.

Canavar otu toprak altında çimlendikten belli bir süre sonra toprak yüzeyinde görülmektedir. Ayrıca tüberkül halinde bulunan bu bitkiler toprak yüzeyine çıkışları ölümden kısa bir süre sonra sürgün vererek toprak yüzeyine çıkmaktadır (Şentürk, 2005). Çerezlik kabak tarlasında çapalama, elle yolma gibi mekanik mücadele yöntemlerinin devamlı olarak uygulanması problemin azalmasına katkı sağlayacaktır.

Canavar otları bir üretim alanına bulaştıktan sonra, tohumları toprakta 10 yıldan daha fazla süre canlı kalabilmektedir (Anonim 2019 a). Sulama suyu, tohum ve fidelerin temiz olması, üretim alanında kullanılan tarım alet ve ekipmanlarının temiz olması gibi bulaşmayı önleyici kültürel ve mekanik mücadele yöntemleri devamlı olarak uygulanmalıdır.

Ekler

Çalışmamıza, FYL- 218-8382 kodlu proje kapsamında maddi destekten dolayı Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz. Çalışma, Prof. Dr. Doğan IŞIK danışmanlığında yürütülen Duygu GÜZEL'in 2020 yılında tamamlanan yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

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

Yazar Katkısı: Doğan IŞIK çalışmayı planlamış, Duygu GÜZEL çalışmayı kurmuş ve yürütmüştür. Çalışmada elde edilen verileri Doğan IŞIK incelemiş, Duygu GÜZEL makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Akça A., Işık, D., (2016). Kayseri ili şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ekiliş alanlarında bulunan yabancı otların tespiti. Bitki Koruma Bülteni, 56 (1): 115-124.
- Aksoy, E., 2003. Canavar Otu Türlerinin (*Orobanch* spp.) Çukurova Bölgesindeki Önemi ve Mücadele Olanakları Üzerine Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. Adana. (Yayınlanmamış)
- Aksoy E., et. al. 2013. Significant outputs of national *Orobanch* project/Turkey. 16th EWRS Symposium. 24-27 June, 2013, Samsun, Turkey, p.313. (Abs.)
- Anonymous (2019 a). [https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/canavar otu ve mücadelesi \(13.04.2015\).pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/canavar%20otu%20ve%20mucadelesi%20(13.04.2015).pdf) (Erişim Tarihi: 13.10.2019).
- Anonymous (2019 b). <https://www.cografya.gen.tr/tr/nevsehir/iklim.html>. (Erişim Tarihi: 12.10.2019).
- Anonymous (2019 c). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Nevsehir>. (Erişim Tarihi: 12.10.2019).
- Anonymous (2022 a). <https://www.cografya.gen.tr/tr/nevsehir/iklim.html>. (Erişim Tarihi: 29.05.2022).
- Anonymous (2022 b). <https://karadeniz-iklimi.nedir.org>. (Erişim tarihi: 24.06.22).
- Anonymous (2022 c). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=ARTVIN>. (Erişim Tarihi: 26.05.2022).
- Bisognin, D. A. 2002. Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciencia Rural*. 32 (5), 715-723.
- Çamurköylü, N., Nemli, Y., 1997. Domateste *Orobanch*

- ramosa* L. ya karşı Dayanıklılığın Uyarılması Üzerine Araştırmalar. Türkiye II. Herboloji Kongresi, 1-4 Eylül 1997. 31-38 s – İzmir – Ayvalık, 1997.
- Demirbaş S., 2011. *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. Bitkisinde *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel Parazitinin ve Tuz Stresinin Neden Olduğu Fizyolojik, Biyokimyasal ve Gen İfadesi Düzeyindeki Değişimlerin Araştırılması (Doktora Tezi). Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Demirkan, H., 1997. Domates Alanlarında Sorun Oluşturulan Canavar Otu (*Orobancha ramosa* L.)'nun Biyolojisi üzerine Araştırmalar, Türkiye II. Herboloji Kongresi (1-4 Eylül 1997). sayfa 89-98. Ege Üniversitesi İzmir Ayvalık, 1997.
- Durbin, D. R., 1953. Host of Branched Broomrape and Its Occurrence in California. Plant Diseases Reporter, 37, 136, 137. Washington, D.C.
- Düzeltir, B., 2004. Çekirdek kabağı (*Cucurbita pepo* L.) hatlarında morfolojik özelliklere tanımlama ve seleksiyon çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, 76 s., Ankara.
- FAO, (2018) <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- Günay, A., 1983. Sebzeçilik, Özel sebze Yetiştiriciliği, Çağ Matbaası, Cilt IV, Ankara.
- Işık D., Kaya E., 2009, *Orobancha* survey in tomato field in Samsun, Turkey. 10th World Congress of Parasitic Plants 8-12 June 2009, Kusadasi, Turkey. Proceedings p.58. (Abs.)
- Kadioğlu, İ., 2007. Tokat'ta Bazı Kültür Bitkilerinde Görülen Canavar Otu Türleri (*Orobancha* spp.) ile Bunların Yaygınlık ve Yoğunluklarının Belirlenmesi. Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri 28-30 Haziran 2011, s. 146. Kahramanmaraş. 144s.
- Kadioğlu, İ., 2009. Canavar otu (*Orobancha* spp.) Tanımı, Zararlıları ve Mücadelesi. Türkiye Herboloji Dergisi 12(2):1-6.
- Kadioğlu, İ., Uluğ, E., Üremiş, İ., 1993. Akdeniz Bölgesi Pamuk Ekim Alanlarında Görülen Yabancı otlar Üzerinde Araştırmalar. Türkiye I. Herboloji Kongresi 3 – 5 Şubat 1993, Adana. 151 – 156 s.
- Karasu, H., 1967. Doğu Karadeniz Bölgesi tütünlerinde canavar otu (*Orobancha*)' nun biyolojisi ve mücadelesi üzerine araştırmalar. Samsun Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü; Güneş Matb., Ankara.
- Kaya E., Işık D., 2009, A survey on broomrape (*Orobancha* spp.) in tobacco fields in Samsun, Turkey. 10th World Congress of Parasitic Plants. 8-12 June 2009, Kusadasi, Turkey. Proceedings p. 60. (Abs.)
- Selçuk, M., 1966. Ege Bölgesinde bazı kültür bitkilerine arız olan canavar otu türleri, morfolojik yapıları, yayılış alanları ve zarar dereceleri üzerinde araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, NO.95, E.Ü. Matbaası, Bornova.
- Kızılkaya A., Önen H., ve Özer, Z. 2001. Soğan verimine yabancı ot rekabetinin etkileri üzerine araştırmalar. Kırnak, 4(2): 58-65.
- Nemli, Y., Emiroğlu, U., 1993. Tütünde canavar otu (*Orobancha ramosa* L.) mücadelesi üzerinde Araştırmalar. Türkiye I. Herboloji Kongresi bildirileri, 3-5 Şubat 1993- Adana.
- Özdemir, Ç., & Işık, D., 2020. Kayseri ili çerezlik kabak ekiliş alanlarında görülen yabancı otların tespiti. *Turkish Journal of Weed Science*, 23(1), 74-80.
- Özge, N., Mehmet, H.N., Büyük, H., Dağ, S., 1997. Imazapic maddesinin ayçiçeği ve tütün ekim alanlarındaki canavar otu (*Orobancha* spp.)'na etkinliği üzerine araştırmalar. Türkiye II. Herboloji Kongresi Bildirileri, 1-4 Eylül 1997- İzmir ve Ayvalık, 1997.
- Parker, C., 1994. The present state of the orobanche problem germination ecology of striga and Orobancha an overview biology and management of *Orobancha*, Proceedings of the Third International Workshop on *Orobancha* and Related Striga research. Editors, Arnold H.Pieterse jus A.C., Verkleij Sing, J.ter Burg Royal Tropical institute, The Netherlands, 1994, p.17-26.
- Ronald M., Charles K., (2012). Weed Suppression and Component Crops Response in Maize/Pumpkin Intercropping Systems in Zimbabwe, *Journal of Agricultural Science*, 4(7): 231-236.
- Saghir, A.R., Borg, S.J., 1986. Dormancy and germination of *Orobancha* seeds in relation to control methods, biology and control of *Orobancha*, 25-34:28 ref., American Univ. Beirut.
- Sauerborn, J M.C., Saxena, 1986. A Review on agronomy in relation to Orobancha problems in faba bean (*Vicia faba* L.) In SJ Terborg (eds). Proceedings of a workshop on Biology and Control of *Orobancha* LH/VPO Wageningen, The Netherlands, 160-165.
- Stuart, A., 2006. Pumpkin seeds. <http://www.herbalsafety.utep.edu/herbspdfs/pumking.pdf>.
- Şenol, M., 1999. Tokat (Kazova)'da yetiştirilen domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) kültüründe sorun olan yabancı otlar ile uygulanan farklı savaş yöntemlerinin verimine olan etkileri üzerine araştırmalar. G.O.P. Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Tokat 70s.
- Şentürk, A., (2005). Tokat'ta domates yetiştirilen alanlarda sorun olan canavar otu türleri (*Orobancha* spp.)'nin ve alternatif konukçularının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Tokat 63s.
- TÜİK, (2018) Türkiye İstatistik Kurumu Web Sayfası, www.tuik.gov.tr.
- TÜİK, (2019) Türkiye İstatistik Kurumu Web Sayfası, www.tuik.gov.tr.
- Uygur, S., Erkiş, A., Uygur, F.N., 1993. Çukurova bölgesinin bazı yabancı ot türlerinin konukçuluk ettiği fungal etmenler ve bunların bulaşıklık oranlarının artırılması. Türkiye I. Herboloji Kongresi Bildirileri, 3-5 Şubat 1993, Adana. 405-413.
- Wilhelm, S., 1954. Delaterious effect of drying on survival of broomrape seed in soil, Plant Diseases Reporter, 28, 890-892. Washington, D.C.
- Wilhelm, S., L.C. Benson ve J.E. Sagen, 1958. Studies on the control broomrape on tomatoes soil fumigation by methylbromide is a promising control. Plant Diseases Reporter. 42, 645-651. Washington, D.C.
- Yanmaz R., Düzeltir B. 2003. Çekirdek kabağı yetiştiriciliği. Ekin Dergisi 7 (6), 22-24.



İstanbul Beykoz Dereseki Bölgesinde doğal olarak yetişen ümitvar kestane genotiplerinin meyve özellikleri

Nut characteristics of promising chestnuts genotypes in İstanbul Beykoz Dereseki Region

Fatma AYDIN^{1*}, Turan KARADENİZ²

^{1,2}Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-0247-2987>; ²<https://orcid.org/0000-0003-0387-7599>

To cite this article:

Aydın, F. & Karadeniz, T. (2022). İstanbul Beykoz Dereseki Bölgesinde doğal olarak yetişen ümitvar kestane genotiplerinin meyve özellikleri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 415-421.

DOI:10.29050/harranziraat.1136282

*Address for Correspondence:

Fatma AYDIN

e-mail:

fatma.yildiz84@hotmail.com

Received Date:

27.06.2022

Accepted Date:

12.10.2022

© 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

Kestane (*Castanea sativa* Mill.), Türkiye’de ve tüm dünyada meyvesi, çiçekleri, yaprakları ve kerestesi için yetiştirilen ve ticari öneme sahip meyve türlerinden biridir. İstanbul Beykoz’da doğal olarak yetişen yoğun kestane popülasyonu bulunmaktadır. İlçede Dereseki bölgesinin doğal ormanlık alanlarında çok sayıda genotip bulunmaktadır. Bu çalışmada, İstanbul Beykoz bölgesinde bulunan kestanelerinin agromorfolojik özellikleri belirlenmiştir. Araştırmada, bölgedeki kestane genotipleri içerisinde 10 genotip ümitvar olarak belirlenmiştir. Ümitvar genotiplerin meyve ağırlığı 6.6-12.4 g, eni 23.42-31.56 mm, boyu 12.36-20.22 mm ve yüksekliği 23.11-30.34 mm arasında değişim göstermiştir. 7 genotipin meyve kabuğunun yumuşak, tohum zarının kolay soyulduğu ve tohum kabuğunun tohum içine çoğunlukla girmedığı tespit edilmiş ve ümitvar genotiplerin ileride yürütülecek ıslah çalışmaları için bir temel oluşturabileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Castanea sativa*, Seleksiyon, Pomoloji, İstanbul

ABSTRACT

Chestnut is one of the important fruit species for commercially to grown with its nut, flower, leaf and timber in Turkey and all over the world. There is a dense natural chestnuts population in Beykoz, İstanbul. There are many genotypes in the natural forest areas of the Dereseki region in the district. In this study, agromorphological characteristics of chestnuts genotypes were determined in İstanbul Beykoz region. In the study, 10 genotypes were determined from chestnut genotypes in the region as promising. Nut weight varied between 6.6-12.4 g, width 23.42-31.56 mm, length 12.36-20.22 mm and height 23.11-30.34 mm in promising genotypes. It was determined that the nut pericarp of 7 genotypes is soft, the seed coat is easily peeled and the seed coat does not penetrate into the seed mostly, and it has been concluded that promising genotypes can form a basis for future breeding studies.

Key Words: *Castanea sativa*, Selection, Pomology, İstanbul

Giriş

Kestanenin, M.Ö. 5. yüzyılda Anadolu’dan Yunanistan’a, buradan da Güney İtalya ve İspanya’ya götürüldüğü, yapılan tarihsel çalışmalara göre anavatanının ülkemiz olduğu, adının Kastanis (Kastamonu) şehrinden aldığı ve

ilk yayılış merkezinin de Kastamonu olduğu bilinir (Soylu, 1984). Ülkemizin kestanenin gen merkezi olması ülkemizin farklı iklim ve toprak tiplerine uygun çok çeşitte kestanenin yetişmesine olanak sağlamıştır. Ülkemizin zengin kestane genetik kaynaklarına sahip olması, istenilen kriterlerde kestane çeşitlerinin seçimine de imkân tanımıştır.

Günümüzde kestanenin yetiştiği başlıca ülkeler İtalya, Fransa, İspanya, Portekiz gibi Avrupa ülkeleri ile Çin, Japonya, Kore, Türkiye gibi Asya ülkeleridir. Bunların yanında Yunanistan, Bulgaristan, Romanya, Macaristan, Yugoslavya, Çek Cumhuriyeti, Slovakya, İsviçre ve Kafkasya'da da kültürü ve yetiştiriciliği yapılmaktadır (Soylu, 2004).

2020 yılı verilerine göre Dünyada 2.406.903 ton kestane üretilmekte ve Türkiye Dünya kestane üretiminde 76.045 ton üretimle Çin ve Kore'den sonra üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2022).

Türkiye'de kestane üretimi Karadeniz, Marmara, Ege Bölgeleri ile Akdeniz Bölgesinin dar bir kesiminde yapılmakla beraber başlıca kestane üretimi yapılan illerimiz %33,36 ile Aydın, % 30,61 ile İzmir, %7,33 ile Bartın ve % 4,41 ile Kastamonu'dur (TÜİK, 2022).

Kestenenin birçok kullanım alanı vardır. Osmanlı döneminden beri yetiştirilmesine önem verilen meyvelerden biri olan kestane taze olarak, haşlanarak ve pişirilerek tüketilmektedir. Kestane gıda sanayinde kestane şekeri, kestane unu ve konserve şeklinde değerlendirilmekle beraber pasta ve reçel sanayinde kullanılmaktadır. Ayrıca ilaç ve kozmetik sanayide kullanılan önemli bir doğal kaynaktır. Bunların yanında, kerestesinin suya dayanıklı olmasından dolayı gemi ve fiçi yapımında kullanılmaktadır. Osmanlı döneminde 1896 ve 1909 yılında Beykoz da kestane ağaçlarından telgraf ve posta direği yapımı için kesimler yapıldığı ve kestane ağacı kesimine izin verildiği Osmanlı arşivlerinde yerini almıştır.

Kestanelerde gametofitik kendine uyumsuzluk bulunmakta ve yetiştiricilikte tozlayıcı çeşitler gerekmektedir (Soylu, 2004). Bu özelliği çok sayıda tiplerin oluşmasını sağlamıştır ve seleksiyon çalışmalarıyla günümüzdeki çeşit ve tipler ortaya çıkmıştır. Kestanelerde, seleksiyon çalışmalarında verimlilik, erkencilik, meyve iriliği, meyve iç rengi, testanın soyulabilirliği ile tohuma girme durumu, meyve tadının iyi olması, hastalık ve zararlılarla bulaşık olmaması, meyve kabuğunun rengi, parlaklığı, kalınlığı ve sertliği dikkate alınan nitelik ve nicelik özelliklerdir (Soylu, 2004). Özellikle erkenci çeşitler, kestane

yetiştiriciliğinde sonbahar donlarının yaşandığı yörelerde derimi öne alması açısından öne çıkmaktadır.

Anadolu'da uzun yıllardan beri kestanenin var oluşu varyabilitenin çok geniş olmasını sağlamıştır. Ayrıca, kestanenin çok yönlü değerlendirme şekillerinin oluşu özellikle meyveleri iri, kaliteli, kestane unu yapımına uygun ve erkenci tiplerin bu zengin popülasyondan seçimi açısından seleksiyon çalışmalarının önemini ortaya çıkarmaktadır. Ülkemizde ilk kestane seleksiyon çalışmaları Marmara Bölgesi'nde, 1975 yılında yapılmıştır (Ayfer ve ark., 1978). Daha sonraki seleksiyon çalışmaları kestanenin yoğunlukla yetiştiği Ege ve Karadeniz Bölgeleri'nde devam etmiştir ve yapılan çalışmalarla yöreye ait genotip ve yerel çeşitler belirlenmiştir (Özkarakaş ve ark., 1995; Balcı, 2011; Alpaslan, 2019). Bölgesel olarak yürütülen bu çalışmalardan başka, Aydın ili Nazilli ilçesinde 2001-2004 yılları arasında nokta seleksiyon çalışması yürütülmüştür ve altı adet üstün özelliklere sahip kestane genotipleri belirlenmiştir (Ertan, 2005). Ayrıca, bu çalışma sonucunda belirlenen altı adet kestane genotipinin morfolojik, fenolojik ve biyokimyasal özellikleri Ertan ve ark. tarafından belirlenmiştir (Ertan, 2005). Karadeniz Bölgesi'nde kestane seleksiyonuna dair ilk çalışmalar 1992 yılında Samsun ve Sinop illerinde başlamıştır. Çalışmalar sonucunda 5 genotip ('Serdar', 'Erfelek', 'Eryayla', 'Ersinop' ve 'Ünal') 2009-2010 yıllarında tescil edilmiştir (Serdar ve ark., 2011a, 2011b; Serdar ve ark., 2013; TTSM, 2022). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde gelecek vaad eden kestane genotiplerinin seleksiyonunun amaçlandığı başka bir çalışmada meyve özellikleri ve kestane unu yapımı bakımından 83 adet genotipten 10 genotip selekte edilmiştir (Karadeniz, 2013). Bursa ili İnegöl ilçesinde yapılan seleksiyon çalışmasında ise 5 genotip pomolojik olarak ümitvar olarak seçilmiştir (Bostan ve Bilgen, 2018).

Artan dünya nüfusunun doğal bir sonucu olan kaliteli gıda ihtiyacı; üstün özellikli, protein, karbonhidrat ve vitaminlerce zengin besinlerin önemini arttırmıştır. Kestane meyvesi eski çağlardan beri besin kalitesinin yüksek olması

kestanenin aranan bir meyve türü olmasını sağlamıştır. İstanbul Ülkemiz kestane üretiminde çok önemli bir paya sahip olmamasına rağmen Beykoz ilçesinde Dereseki, Anadolu Feneri, Poyraz köyü ve Anadolu Kavağı yörelerinde çok eskiden beri korunan değerli kestane popülasyonları bulunmaktadır. İlde aşıyla çoğaltma yaygın değildir. Ağaçların çoğunluğu doğal olarak tohumla çoğaldığı için her biri ayrı bir genotip durumundadır. Dolayısıyla bu genotiplerin incelenerek üstün nitelikli olanların seçilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, İstanbul ili Beykoz ilçesinde doğal olarak yetişen kestane popülasyonlarından seleksiyon ıslahı sonucu üstün nitelikli kestane genotiplerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırma materyalini 2019-2020 yılları arasında İstanbul ilinin Beykoz ilçesinin Dereseki yöresinde doğal olarak yetişen kestane (*Castanea sativa*) genotipleri oluşturmaktadır. Araştırmada yaklaşık 1000 kestane ağacı belirlenmiş bunlar içerisinde meyve ağırlığı ve erkencilik özelliklerine göre ilk yıl 87 genotip, ikinci yıl seçilen 10 genotip değerlendirilmeye alınmıştır.

Meyve ve iç ağırlığı g olarak hassas teraziyle; meyve eni, yüksekliği, boyu ve kabuk kalınlığı mm olarak dijital kumpas ile ölçülmüştür. Meyve kabuğu rengi, parlaklığı ve sertliği, tohum zarı soyulabilirliği gözlemsel olarak tespit edilmiştir. Genotiplerin meyvelerinin adet/kg cinsinden değeri her bir genotipten toplanan bir kilogramda bulunan meyvelerin sayılması ile belirlenmiştir. Tomurcuk kabarması, patlaması, çiçeklenme başlangıçları ve sonu, hasat, yaprak sararması ve döküm tarihleri kaydedilmiştir. Fenolojik gözlemler ve pomolojik analizler kestane için tanımlanmış uluslararası UPOV (TG/124/4/Castanea) kriterlerine göre gerçekleştirilmiştir.

Kestane genotiplerinin değerlendirilmesinde "Tartılı Derecelendirme Yöntemi" kullanılmıştır (Ayfer ark., 1977). Buna göre 2019 yılında incelemeye alınan 87 kestane genotipinden normal mevsim, kestane ununa uygunluk ve

erkencilik özelliklerine göre kaliteli bulunan 10 ümitvar genotipin 2020 yılında pomolojik özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca, genotiplerde fenolojik özelliklerin tespiti için belli dönemlerde yöre ziyaret edilip tarihler kayıt altına alınmıştır. Kestane kanseri ve kök çürüklüğü hastalıklarının geleneksel çeşitlerin popülasyonunu azaltması ve kaliteli ürün elde edilmesinde hibrit çeşitlerin yöresel çeşitlerin yerini almasından (Poljak ark., 2016) dolayı yöreye bu hastalıkların gözlemsel kontrolü için ziyaretler yapıp kestane gal arısı (*Dryocosmus kuriphilus*) ve kestane iç kurdu (*Cydiasplendana*) zararlıların gözlemsel tespiti bu ziyaret dönemlerinde yapılmıştır.

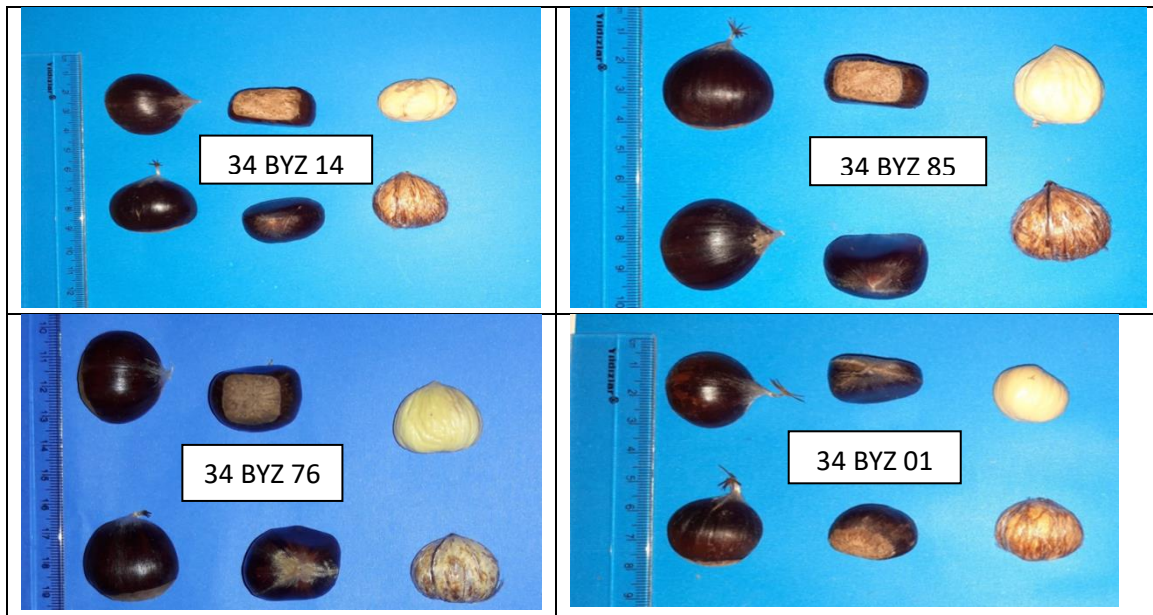
Araştırma Bulguları ve Tartışma

İstanbul ilinin Beykoz ilçesinde yürütülen bu çalışmada, tartılı derecelendirme yöntemine göre 10 genotip ümitvar olarak seçilmiştir. Seçilen genotiplere ait meyve ağırlığı, eni, yüksekliği, boyu, kabuk kalınlığı ve kilogramda meyve âdetine ilişkin iki yıllık ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Seçilen genotiplerin meyve kabukları genellikle koyuca ve çoğunlukla parlak olarak belirlenmiştir. Meyve kabuklarının kalınlıkları iki yıllık ortalama verilere göre 0,40-0,66 mm (Çizelge 1) kalınlığında ve yumuşak olduğu, tohum zarının kolay soyulduğu ve meyve içine girmediği belirlenmiştir (Çizelge 2). Meyve iç rengi ise çoğunlukla beyaz ve açık krem olarak tespit edilmiş olup, tatları iyi olarak değerlendirilmiştir. Kestane seleksiyon çalışmalarında çeşitlerin tanıtılmasında ve kalite kriteri olarak değerlendirilmesinde tohum zarının kolay soyulabilme durumu ile tohum zarının tohuma girme durumu veya tohumdaki bölünme durumu kullanılmaktadır (Ayfer ark. 1978, 1982; Soylu, 1984; Bounous ark., 1989; Ayfer ve Soylu, 1993; Serdar, 1999; Koyuncu ark., 2008; Yarılgaç ark., 2009). Bu özellikler yönünden genotipler üstün özellik göstermişlerdir. Bu bakımdan ümitvar olarak seçilen 34 BYZ 14 ve 34 BYZ 76 genotipler kestane ununa yapımına uygun olarak belirlenmiştir. Bazı ümitvar genotiplerin meyvelerinin genel görünümü ise şekil 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Seçilmiş genotiplerde agromorfolojik veriler
Table 1. Agromorphological data in selected genotypes.

Genotip Genotype	Meyve Ağırlığı (g) Nut weight (g)	Meyve Eni (mm) Nut width (mm)	Meyve Yük. (mm) Nut height (mm)	Meyve Boyu (mm) Nut length (mm)	Meyve Adet/kg Number of nuts/kg	Kabuk Kalınlığı (mm) Shell thickness (mm)
34 BYZ 81	11.43	31.56	28.00	19.74	88.00	0.50
34 BYZ 14	12.40	29.96	29.45	20.22	81.00	0.53
34 BYZ 87	10.77	28.21	30.34	18.81	93.00	0.40
34 BYZ 76	9.89	30.13	28.06	17.77	101.00	0.53
34 BYZ 01	4.03	23.42	23.12	12.36	256.00	0.57
34 BYZ 54	8.12	26.50	27.54	17.57	123.00	0.56
34 BYZ 83	9.10	27.23	28.62	18.47	111.00	0.66
34 BYZ 85	8.65	26.96	27.51	16.62	116.00	0.51
34 BYZ 16	7.45	26.25	26.71	15.42	135.00	0.41
34 BYZ 52	6.60	25.71	26.45	15.07	172.00	0.45
Ortalama	9.09	27.80	27.70	17.44	122.67	0.51



Şekil 1. Bazı ümitvar genotipler
Figure 1. Introduction of some of the promising genotypes

İncelenen ümitvar genotiplerin iki yıllık ortalama meyve ağırlıkları 6.6-12.4 g olarak ölçülmüştür. Ülkemizde yapılmış seleksiyon çalışmalarında meyve ağırlıkları 7.0-9.8 g (Muradoğlu, 2003); 7.9-13.7 g (Balıcı, 2011); 5.00-7.17 g (Karadeniz, 2013); 7.2-11.0 g (Bostan ve Bilgen, 2018), 6.17-8.41 g (Alpaslan, 2019) arasında değişim göstermiştir. Bu değerler açısından elde edilen bulguların uyumlu olduğu görülmektedir. Çalışmada seçilen ümitvar genotiplerin meyve iç oranları ikinci yıl %76-91 olarak belirlenmiştir. Ertan ve Kılınç'ın 2005 ve Ertan'ın 2007 yıllarında yaptıkları seleksiyon çalışmalarında meyve iç oranlarını sırasıyla % 75-84 ve %68-%89 aralığında, Karadeniz (2013) %73,5-86,8 ve Alpaslan (2019) ise %80,0-86,0 olarak belirlemiş olup çalışmamız belirlenen

değerler açısından ilk üç çalışma ile paralellik göstermiş, Alparslan (2019)'dan daha düşük olmuştur.

Meyve eni en geniş (31,56 mm) olan tip 34 BYZ 81, meyve eni en dar (23,42 mm) olan ise 34 BYZ 01 nolu tiptir. İstanbul ili Beykoz ilçesinde yürütülen bu çalışmada ümitvar genotiplerin meyve eni 31,56-23,42 mm aralığında ölçülmüştür. Ayrıca meyve boyu ortalama 12,36-20,22 mm olarak belirlenmiş olup meyve yüksekliği 30,34-23,12 mm olarak ölçülmüştür. Bölgede bulunan kestane genotiplerinin oldukça verimli oldukları gözlemlenmiştir. Bu verimlilikte bölgedeki arıcılık faaliyetlerinin etkili olduğu; meyve tutumunu arttırdığı ve bu durumun da meyve iriliğini düşürdüğü düşünülmektedir.

Çizelge 2. Seçilmiş genotiplerin meyve özellikleri

Tablo 2. Nut characteristics of selected chestnut genotypes.

Genotip Genotype	Meyve Kabuğu Rengi Pericarp Colour	Meyve Kabuğu Parlaklığı Pericarp Brightness	Meyve Kabuğu Sertliği Pericarp Hardness	Tohum Zarı Soyulabilirliği Seed coat peelability
34 BYZ 81	Koyuca	Parlak	Yumuşak	Kolay
34 BYZ 14	Koyuca	Parlak	Orta	Kolay
34 BYZ 87	Koyuca	Parlak	Yumuşak	Kolay
34 BYZ 76	Koyuca	Parlak	Yumuşak	Kolay
34 BYZ 01	Koyuca	Parlak	Orta	Kolay
34 BYZ 54	Koyuca	Parlak	Yumuşak	Kolay
34 BYZ 83	Koyuca	Parlak	Yumuşak	Kolay
34 BYZ 85	Koyuca	Parlak	Yumuşak	Kolay
34 BYZ 16	Çok Koyu	Parlak	Orta	Kolay
34 BYZ 52	Koyuca	Parlak	Yumuşak	Kolay

2019 yılında seçilen ve meyve özellikleri incelenen genotipler, 2020 yılının Nisan ayı itibariyle tek tek gezilerek tomurcuk kabarması, tomurcuk patlaması, erkek ve dişi çiçeklerde çiçeklenme başlangıcı, erkek çiçeklerde çiçeklenme sonu, dişi çiçeklerde kabul ediciliğin başlangıcı ve sonu, hasat zamanı, yaprakların sararması ve yaprakların dökülme zamanı gibi

fenolojik gözlemleri yapılmıştır (Çizelge 3). Erkencilik açısından tespitlerimiz ise ilk yılda orta erkenci ve erkenci olan tipler ikinci yılda ise erkenci ve çok erkenci olarak belirlenmiştir. Bunun sebebinin İstanbul'da 2020 yılının Nisan ve Mayıs aylarındaki sıcaklıkların 13°C'nin üzerinde olması ile erkenciliğin sağlandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3. Seçilmiş genotiplerin fenolojik özellikleri

Table 3. Phenological data of selected chestnut genotypes.

Fenolojik Gözlemler Phenological observations	Tarih Date
Tomurcukların Kabarması	2-6 Nisan
Tomurcukların Patlaması	11-18 Nisan
♂ Çiçeklerde Çiçeklenme Başlangıcı	04-31 Mayıs
♂ Çiçeklerde Çiçeklenme Sonu	10-15 Haziran
♀ Çiçeklerde Kabul Ediciliğin Başlangıcı	12 Mayıs – 20 Haziran
♀ Çiçeklerde Kabul Ediciliğin Sonu	15-30 Haziran
Hasat	10-30 Ekim
Yaprak Sararması	02-15 Kasım
Yaprak Dökümü	20-30 Kasım

Fenolojik ve pomolojik özelliklerin yanında 2020 yılında, seçilen genotiplerde kestane kanseri, kestane mürekkep hastalıkları ile kestane iç kurdu ve kestane gal arısı zararlılarının yoğunlukları gözlemsel olarak tespit edilmiştir. Ümitvar olarak seçilen genotiplerde kestane kanserine rastlanılmazken bazı bölgelerde kısıtlı alanlarda hastalıklı ağaçların var olduğu görülmüştür. Bu şekilde kestane kanserinin kısıtlı alanlarda kalmasının nedeninin bölgede hipovirulent ırkların var olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Kök çürüklüğü hastalığı ise çalışma bölgesinde görülmemiştir. Araştırmanın yapıldığı bölgedeki ağaçlarda genellikle yoğun

miktarda kestane gal arısı zararlısı görülmüştür (Şekil 2). Araştırma bölgesinde gal arısı popülasyonunun önemli ölçüde artış göstermesi ile Beykoz Orman Bölge şefliği bölgede 2022 yılı itibariyle biyolojik mücadeleye başlamıştır. Yörede yaşayan ve her yıl hasat yapan kişiler bölgedeki gal arısı yoğunluğu ve kestane kanserinin görülmesi sebebiyle var olan kestane ağaçlarından fidan üretimi yapmayı tercih etmemektedirler. Fakat, yörede kestane balı üretimi için arı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Araştırma bölgesindeki arıcılık faaliyetleri meyve tutumunu arttırması sebebiyle seçilen genotiplerin meyve iriliklerinin azaldığı düşünülmektedir. Diğer

yandan, alınan meyve örneklerinde kestane iç kurduna rastlanılmış olmakla beraber kestane iç kurdu bölgede gal arısından çok daha az popülasyona sahiptir.



Şekil 2. Beykoz Dereseki yöresinde yetişen kestane genotiplerinde *Dryocosmus kuriphilus* galleri
Figure 2. *Dryocosmus kuriphilus* gales in the genotypes of chestnuts grown in Beykoz Dereseki region.

Sonuçlar

İstanbul ilinin Beykoz ilçesinin Dereseki yöresinde doğal olarak yetişen kestane popülasyonundan seçilen 10 genotip üstün nitelikli olarak belirlenmiştir. Bu genotiplerin meyve kabuklarının kalın olmasına rağmen genellikle yumuşak olduğu, kolay soyulduğu ve tohum zarının tohum içine girmediği tespit edilmiştir. Bu özellikleri yönüyle seçilen genotiplerin meyvelerinin kestane unu yapımına uygun olabileceği kanaatine varılmıştır. Çalışma sonucunda ümitvar olarak seçilen genotiplerin meyve iriliklerinin küçük olması kalite yönünden selekte edilen genotipleri öne çıkarmasa da kestane unu yapımına uygun olmasıyla gıda işleme proseslerinde değerlendirme imkânını sağlayarak ileride yapılabilecek ıslah çalışmalarıyla ülke ekonomisine pozitif değer katacağı düşünülmektedir. Hem insan beslenmesinde hem de ticari olarak değerlendirilme şekilleri açısından kestane unu yapımına uygun tiplerinin dünyada önemi büyükken İstanbul ili Beykoz ilçesinde doğal olarak yetişen genotiplerden seçilen ümitvar genotiplerin ıslah çalışmaları açısından değerli olduğu görülmüştür. Ayrıca, çalışmamızda selekte edilen ümitvar genotiplerin bölgede var olan kestane kanserine karşı bulaş göstermemiştir. Kestane ormanlarında bölgeye iyi

adaptasyon göstermiş hastalıklardan ari genotiplerin belirlenmesi ülkemizin meyveciliği açısından önem arz etmektedir. Bu açıdan, ümitvar olarak seçilen genotiplerin bölgede var olan kestane kanserine karşı bulaş göstermemiş oluşu ile ileride ıslah çalışmalarında kullanılması önemli görülmektedir.

Ekler

Bu çalışmada Fatma Aydın'ın Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

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

Yazar Katkısı: Prof. Dr. Turan Karadeniz yüksek lisans tez danışmanıdır ve çalışmanın metodolojisi ile makalenin yazımında, Fatma Aydın çalışmanın arazi, laboratuvar, veri ve makale yazma aşamalarında görev almıştır.

Kaynaklar

- Alpaslan, K. (2019). Düzce yöresi kestanelerinin (*Castanea sativa* Mill.) bazı pomolojik ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Ayfer, M., & Soylu, A. (1993). Selection of chestnut cultivars (*Castanea sativa* Mill.) in Marmara Region of Turkey, Proc. Int. Congress on Chestnut, (October 20-23 1993, Spoleto, Italy), 285-290.
- Ayfer, M., Soylu, A., & Çelebioğlu, G. (1978). Marmara Bölgesi kestanelerinin seleksiyon yoluyla ıslahı, TÜBİTAK VI. Bilim Kongresi, TOAG Tebliğler Serisi, 84: 123-133, (1977).
- Ayfer, M., Soylu, A., & Çelebioğlu, G. (1982). Marmara bölgesi kestanelerinin seleksiyon yoluyla ıslahı, 1982 yılı raporu, 12- 28.
- Balcı, H. (2011). Zonguldak ili Kilimli ve Çatalağzı yörelerinde kestane (*Castanea sativa* Mill.) seleksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ordu.
- Başbakanlık Osmanlı Arşivi (1896). Kereste tüccarı Hacı Mehmet ile Şekerci Hacı İsmail Efendiler'in Beykoz'da Hünkar İskelesi'nde mutasarrıf oldukları kestane direklerinin telgraf hatlarında kullanılmak üzere satın alınması, İ.PT./5-58-0.
- Başbakanlık Osmanlı Arşivi (1909). Telgraf hattı için Beykoz'da kestane ağacından direk kesilmesi (İstanbul), ML.EEM./ 775-44-0.
- Bilgen, Z., & Bostan, S.Z. (2018). Selection of chestnut (*Castanea sativa* MILL.) genotypes in İnegöl county

- (Bursa province, Turkey), Acta Hort, 1220: 133-138.
- Bounous G., Barone E., Gioffre D., Inglese P., Zappia R., & Peano C. (1989). first results of a study on sweet chestnut cultivars common in Calabria, Informatore Agrario 45: 53-57.
- Ertan, E. (2007). Variability in leaf and fruit morphology and in fruit composition of chestnuts (*Castanea Sativa* Mill.) in the Nazilli region of Turkey, Genet Resour Crop Evol 54, 691–699.
- Ertan, E., & Kılınc, S.S. (2005). Seleksiyon ile belirlenmiş kestane genotiplerinin morfolojik, fenolojik ve biyokimyasal özellikleri, ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2):67-77.
- FAO, (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/> (Erişim tarihi, 07.09.2022).
- Karadeniz, T. (2013). Promising native chestnut genotypes (*Castanea sativa* Mill.) of the East Black Sea Region of Turkey, Acta Hort. 981: 163-166.
- Koyuncu, F., Çetinbaş, M., & Yıldırım, A.N. (2008). Pomological properties and proximate analysis of native chestnut (*Castanea sativa* Mill.) germplasm from Isparta, Turkey, J.of the American Pomological Society, 62(3):98-109.
- Muradoğlu, F., Yıldız, K., & Oğuz, H.İ. (2003). Hizan'da yetişen kestane'lerin pomolojik özellikleri, Türkiye IV Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 229-231; Antalya.
- Özkarakaş I., Gönülşen N., Ulubelde M., Özakman S. & Önal K. (1995). Ege Bölgesi Kestane(C mill.) Çeşit Seleksiyonu Çalışmaları, II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt: I, S: 505-509, Ç. Ü. Z. F.,Adana.
- Poljak, I., Vahčić, N., Gačić, M., & Idžojtić, M. (2016). Morphological characterization and chemical composition of fruits of the traditional Croatian chestnut variety "Lovran Marron." Food Technology and Biotechnology, 54(2), 189–199.
- Serdar, U., Demirsoy, H., & Demirsoy, L. (2011b). "Morphological and phenological characteristics of Ersinop and Eryayla chestnut cultivars" American-Euroasian J. Agric. & Environ. Sci., 10 (4): 684-691.
- Serdar, U., Demirsoy, H., Demirsoy, L. (2013). Two new sweet chestnut cultivars from the Anatolian region: 'Unal' and 'Erfelek'. Journal of the American Pomological Society. 67(3): 175-181.
- Serdar, U., Demirsoy, H., Demirsoy, L., (2011a). "A morphological and phenological comparison of chestnut (*Castanea*) cultivars 'Serdar' and 'Marigoule'" AJCS 5(11):1311-1317.
- Serdar, Ü. & Bilgener Ş. (1995). Sinop'un Erfelek ilçesinde kestane (*Castanea sativa* Mill.) seleksiyon yoluyla ıslahı, Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 1, (3-6 Ekim 1995, Adana) 510-514.
- Serdar, Ü. (1999). Selection of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Sinop vicinity, Proc. 2nd Intl. Symp. on Chestnut, Acta Hort. 494, pp: 327-332.
- Soylu, A. (1984). Kestane yetiştiriciliği ve özellikleri, Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 59, Yalova.
- Soylu, A. (2004). Kestane yetiştiriciliği ve özellikleri, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., Altan Matbaası, İstanbul.
- Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi. (2022). "Meyve ve Asmada tescilli çeşitler listesi". <http://www.ttsm.gov.tr> Son erişim tarihi: 20.09.2022.
- TÜİK, (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi, 07.09.2022).
- Yarılgac, T., Colak, F., & Balta, M.F. (2009). Fruit characteristics of selected chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Inebolu (Kastamonu/Turkey) district, Proceedings of the I. Balkan Symposium on Fruit Growing, Acta Horticulturæ 825: 201-206.



Effects of hot water, calcium chloride and 1-MCP on the activity of cell wall degrading enzymes in sweet cherry (*Prunus avium*)

Sıcak su, kalsiyum klorür ve 1-MCP' nin kirazda (*Prunus avium*) hücre duvarını parçalayıcı enzimlerinin aktiviteleri üzerindeki etkileri

Civan ÇELİK^{1*}, Yaşar KARAKURT², Adnan Nurhan YILDIRIM³

^{1,2}Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology, Isparta

³Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Isparta

¹<https://orcid.org/0000-0002-1696-5902>; ²<https://orcid.org/0000-0003-3914-0652>; ³<https://orcid.org/0000-0003-2526-040X>

To cite this article:

Çelik, C., Karakurt, Y. & Yıldırım, A.N. (2022). Effects of hot water, calcium chloride and 1-MCP on the activity of cell wall degrading enzymes in sweet cherry (*Prunus avium*). Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 422-431.

DOI:10.29050/harranziraat.1168172

*Address for Correspondence:

Civan ÇELİK

e-mail:

civancelik@isparta.edu.tr

Received Date:

29.08.2022

Accepted Date:

11.11.2022

© 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

The objective of the study was to determine the changes in the activities of the enzymes degrading the cell wall in response to hot water, calcium chloride (CaCl₂) and 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatments during post-harvest storage in the sweet cherries. For this purpose, 0.5, 1, and 5 µl L⁻¹ 1-MCP, 1% and 2% CaCl₂ and 45, 50, and 55 °C hot waters were applied to the sweet cherries. As a result of the study conducted with the enzymes degrading the cell wall, it was observed that very significant increases occurred during the storage in the activities of polygalacturonase, pectin methyl esterase, xyloglucanase, beta 1-4 endoglucanase and alpha and beta galactosidases. Therefore, it seems that these enzymes make a significant contribution to the softening observed during the storage after harvesting in sweet cherries. The changes observed in the activities of the enzymes degrading the cell wall have been significantly reduced by the treatments. As a result, 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments can be used to prolong the postharvest life in sweet cherries by delaying the softening and preventing the quality losses observed after harvesting in the cherries.

Key Words: 1-MCP, CaCl₂, Polygalacturonase, Pectin methyl esterase, Xyloglucanase

ÖZ

Çalışmada, kirazda hasat sonrası depolama sırasında sıcak su, CaCl₂ ve 1-MCP uygulamalarına cevaben hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin aktivitelerindeki değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda kiraz meyvelerine, 0.5, 1, ve 5 µl L⁻¹ konsantrasyonlarında 1-MCP, % 1 ve % 2'lik CaCl₂ ve 45, 50, ve 55°C sıcak su uygulamaları yapılmıştır. Hücre duvarını parçalayıcı enzimlerle yapılan çalışma sonucunda poligalakturonazlar, pektin metil esterazlar, ksiloglukanazlar, beta 1-4 endoglukanazlar ve alfa ve beta galaktosidazların aktivitelerinde depolama sırasında çok önemli artışların gerçekleştiği görülmektedir. Dolayısıyla bu enzimlerin kirazda hasattan sonra depolama sırasında görülen yumuşamaya önemli katkılarda buldukları görülmektedir. Hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin aktivitelerinde görülen değişimler yapılan uygulamalarla önemli ölçüde azaltılmıştır. Sonuç olarak kirazlarda 1-MCP, CaCl₂ ve sıcak su uygulamaları kirazda yumuşamayı geciktirmek suretiyle hasat sonu ömrün uzatılması ve hasattan sonra görülen kalite kayıplarının önüne geçilmesi amacıyla kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: 1-MCP, CaCl₂, Poligalaktronaz, Pektin metil esteraz, Ksiloglukanaz

Introduction

While sweet cherry production in the world is 2.609.550 tons, Turkey ranks first with 724.944

tons (Faostat, 2020). At least 25-40% of the fresh fruits produced are thrown away before they reach to the consumer. Sweet cherry (*Prunus avium* L.) is a fruit species with a high market

value due to its seasonal production and the contents of anthocyanins and other health-promoting compounds. Although they are non-climacteric fruits, the sweet cherries undergo biochemical changes like climacteric fruits and attain ideal quality characteristics such as the sweetness, softness (cell wall softening), decrease in acidity, and increases in polyphenols and anthocyanins.

Sweet cherry is a very delicate type of fruit. One of the main problems encountered in the sale and transportation of sweet cherries is that it has a short postharvest shelf life. Due to the short production season and high consumer demand, it is very important to preserve the quality and extend the postharvest life of sweet cherry fruits. The cold storage of sweet cherry fruit can slightly extend the shelf life. As the storage period increases, fruit quality decreases significantly. The most important sweet cherry quality characteristics for consumer preferences are skin color, fruit firmness and size (Sloulin, 1990). The quality loss is mostly due to the increases in the fruit firmness and pectin solubility during storage (Fils-Lycaon and Buret, 1990). Therefore, the cell wall enzymes and changes in the activities of these enzymes are important. These changes have been associated with the fruit firmness (Meheriuk et al., 1997, Esti et al., 2002). The change in the firmness correlates with the change in the skin color (Bernalte et al., 1999).

1-MCP, calcium chloride and hot water treatments are frequently used in order to extend the shelf life of fruit after harvest. When 1-MCP is applied to the plant, it binds to ethylene receptors, preventing ethylene from binding to this region, and therefore slowing down the rate of ethylene-related biochemical reactions (Kasım and Kasım, 2007). Post-harvest calcium application not only prevents cell wall deterioration but also prevents softening of fruits and vegetables by maintaining proper cell membrane function and turgor pressure (Pareek, 2017). Hot water application in fruits can be preferred to eliminate fungal factors and prevent chilling damage. It is stated that this physiological

disorder, which occurs especially in early harvested apples, can be reduced by temperature applications (Calhan, 2014).

This rapid loss of the quality in sweet cherry fruit creates a problem in marketing and the producer cannot deliver the product to distant markets, which negatively affects both the producers and the country's economy, and reduces the flow of money arising from the marketing of sweet cherry in our country.

In this study, it was aimed to determine the changes in the activities of cell wall-degrading enzymes in response to the hot water, calcium chloride and 1-MCP treatments during the storage in sweet cherry.

Material and Methods

The sweet cherry used in the study ('0900 Ziraat' cultivar) was obtained from a local cherry producer in Isparta, Türkiye. According to the results of soil analysis, it was stated that the orchard was suitable for cherry cultivation (Senol et al., 2020). The sweet cherry fruit were hand-harvested at the commercial maturity stage based on the criterias including the fruit skin color, size, number of days since flowering and fruit flesh firmness.

Immediately after the harvest, the fruit were taken to a 4°C and 90±5% relative humidity (RH) conditions and transported to the laboratory after the necessary treatments were made from there, they were taken to the storage. The sweet cherry fruit brought to the laboratory were controlled and the damaged, stained and diseased ones were discarded. Then, the remaining fruit were separated into different groups for the treatments. After that the fruit were treated with 1-MCP, CaCl₂, hot water, 1-MCP + CaCl₂, 1-MCP + hot water, 1-MCP + hot water + CaCl₂, CaCl₂ + hot water. The treatments were carried out as given below.

1-MCP treatment

1-MCP was applied at the concentrations of 0.5, 1, and 5 µl L⁻¹ at 4°C and 90±5% RH in the 2-

liter glass jars for 24 h (Ergun et al., 2007; Sharma et al., 2010).

CaCl₂ treatment

For CaCl₂ treatment, 1% and 2% solutions were prepared and sweet cherry fruit were dipped into these solutions and kept for two min (Aguayo et al., 2006).

Hot water treatment

Different temperature and time combinations are used in the hot water treatment. For this purpose, the fruit were treated with 45, 50, and 55°C temperatures for 45, 60 and 75 s (Karabulut et al., 2004).

Fruit that were not subjected to any treatment were selected as control treatment. After the treatment procedures were completed, the sweet cherry fruit were kept in the storage at 4°C and 55-60% RH until they rotted. Each treatment was performed with 5 replications and 20 fruit were used for each replication. The samples were taken from each treatment and the control at four-day intervals (0, 4, 8, 12, etc.), frozen with liquid nitrogen, and stored for analysis at -80°C.

Polygalacturonase, pectin methyl esterase, alpha and beta galactosidase, beta 1,4 endoglucanase and xyloglucanase activities of the cell wall degrading enzymes were determined using the methods as described by Karakurt and Huber (2002 and 2003).

Statistical analysis

The data were subjected to the analyses of variance (ANOVA) at p ≤ 0.05 using MINITAB statistical software (MINITAB Inc., Coventry, UK). Means were separated by Tukey’s multiple range test at p ≤ 0.05.

Results and Discussion

Polygalacturonase enzyme activity showed significant changes both in the control group and in response to 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments (Table 1). In the control group, the enzyme activity increased significantly from the beginning of the storage and reached to the maximum level on the tenth day of storage. Then, the activity decreased towards the end of the storage.

Table 1. The changes in the polygalacturonase activity (µmol galacturonic acid mg protein⁻¹ min⁻¹) in response to different 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments during the storage

Treatment	Storage period (day)						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	3.12c	3.94c	6.74a	5.15b	4.12bc	3.7c	1.4d
1-MCP (0.5 µl L ⁻¹)	3.12bc	3.20bc	5.10a	3.62bc	3.02bc	2.65c	1.2d
1-MCP (1 µl L ⁻¹)	3.12ab	3.20ab	3.8a	3.5ab	2.4bc	1.6cd	1.1d
1-MCP (5 µl L ⁻¹)	3.12a	3.16a	3.3a	3.6a	3.0a	1.2b	0.8b
CaCl ₂ 1%	3.12cd	3.25cd	4.75ab	5.03a	3.9bc	2.2de	1.3e
CaCl ₂ 2%	3.12b	3.8b	5.2a	5.1a	3.6b	1.9c	1.1c
Hot water 45 °C 45 s	3.12c	3.8c	6.8a	6.1ab	5.2b	3.3c	1.9d
Hot water 45 °C 60 s	3.12c	3.7c	6.9a	6.3ab	5.7b	2.9c	1.3d
Hot water 45 °C 75 s	3.12c	3.5c	6.7a	6.0ab	5.2b	2.8c	1.4d
Hot water 50 °C 45 s	3.12b	3.3b	6.4a	5.5a	4.2b	3.1b	1.2c
Hot water 50 °C 60 s	3.12c	3.4bc	6.5a	5.5a	4.3b	3.0c	1.3d
Hot water 50 °C 75 s	3.12bc	3.2bc	6.1a	5.2a	3.8b	2.6c	1.1d
Hot water 55 °C 45 s	3.12c	3.3c	5.8a	4.6b	3.2c	1.9d	1.1d
Hot water 55 °C 60 s	3.12b	3.1b	5.2a	3.3b	2.6bc	1.7cd	1.0d
Hot water 55 °C 75 s	3.12b	3.14b	4.9a	3.1b	2.2bc	1.4cd	0.8d

The difference between the means of different letters in the same line is significant (p<0.05)

The increase in the polygalacturonase activity was significantly affected by the treatments. The greatest decrease in the enzyme activity occurred in 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment (3.6), followed by 55

°C 75 s hot water (4.9) and 1% CaCl₂ (5.03) treatments, respectively. In the 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment, there was no significant change in the enzyme activity until the 20th day of storage,

while a significant decrease was observed in the activity towards the end of the storage. CaCl₂ treatments also caused significant decreases in the polygalacturonase enzyme activity. The highest decrease was observed in the 2% CaCl₂ treatment. With this treatment, the enzyme activity increased significantly on the 15th day of storage, but then decreased significantly towards the end of the storage. Similarly, hot water treatments caused significant decreases in the polygalacturonase enzyme activity compared to the control. Among the hot water treatments, the most effective one was the 55 °C 75 s treatment, and in this treatment, a significant increase in the

enzyme activity was obtained on the 10th day of storage. However, significant decreases in the activity were obtained towards the end of the storage.

Alpha galactosidase enzyme activity showed significant changes both in the control group and in response to the 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments (Table 2). In the control group, the enzyme activity increased significantly from the beginning of the storage and reached to its maximum level on the 15th day of storage. Then the activity decreased towards the end of the storage.

Table 2. The changes in the alpha galactosidase activity (mol pNO₂ phenol kg protein⁻¹ min⁻¹) in response to different 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments during the storage.

Treatment	Storage period (day)						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	2.2e	2.9de	4.9ab	5.2a	4.1bc	3.3cd	2.1e
1-MCP (0.5 µl L ⁻¹)	2.2c	2.8bc	5.1a	5.1a	3.7b	2.9bc	1.9c
1-MCP (1 µl L ⁻¹)	2.2bc	2.6bc	4.1a	4.1a	3.2ab	2.1c	1.8c
1-MCP (5 µl L ⁻¹)	2.2ab	2.4ab	2.9a	2.9a	2.2ab	1.7bc	1.1c
CaCl ₂ 1%	2.2b	2.8b	4.7a	5.3a	4.4a	3.2b	2.3b
CaCl ₂ 2%	2.2c	2.7bc	4.6a	4.9a	3.4b	2.7bc	1.9c
Hot water 45 °C 45 s	2.2bc	2.8bc	5.1a	5.7a	4.8a	3.2b	2.1c
Hot water 45 °C 60 s	2.2b	2.6b	5.0a	5.3a	4.6a	2.5b	1.7b
Hot water 45 °C 75 s	2.2c	2.5c	4.6ab	5.0a	3.9b	2.1c	1.9c
Hot water 50 °C 45 s	2.2b	2.4b	4.1a	4.5a	3.7a	1.9b	1.6b
Hot water 50 °C 60 s	2.2bc	2.2bc	4.0a	4.0a	3.2ab	2.7bc	1.9c
Hot water 50 °C 75 s	2.2ab	2.3ab	2.9a	3.1a	2.6ab	2.2ab	1.6b
Hot water 55 °C 45 s	2.2b	2.4ab	2.8a	3.4a	3.1a	2.1b	1.5b
Hot water 55 °C 60 s	2.2ab	2.2ab	2.6ab	2.8a	2.4ab	1.9ab	1.7b
Hot water 55 °C 75 s	2.2ab	2.1ab	2.4ab	3.1a	2.1ab	2.1ab	1.6b

The difference between the means of different letters in the same line is significant (p<0.05).

The increase in the alpha-galactosidase activity was significantly affected by the treatments. The highest decrease in the enzyme activity occurred in 5 µL⁻¹ 1-MCP treatment (2.9), followed by 55 °C 60 s hot water (2.9) and 2% CaCl₂ (4.9) treatments, respectively. In the 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment, there was no significant change in the enzyme activity until the 20th day of storage, while a statistically significant decrease was observed in the activity towards the end of the storage. CaCl₂ treatments also caused significant decreases in the alpha galactosidase enzyme activity. The highest decrease was observed in the 2% CaCl₂ treatment. With this treatment, the enzyme activity increased significantly on the 10th

day of storage, but then decreased significantly towards the end of the storage. Similarly, hot water treatments caused significant decreases in the alpha galactosidase enzyme activity as compared to the control. Among the hot water treatments, the most effective one was the 55 °C for 60 s treatment, and in this treatment, the enzyme activity did not change significantly until the 25th day of storage. However, a significant decrease in the activity was obtained towards the end of the storage.

Beta galactosidase enzyme activity showed significant changes both in the control group and in response to 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments (Table 3). In the control group, the

enzyme activity increased significantly from the beginning of the storage and reached to its maximum level on the tenth day of the storage.

Then, the activity decreased towards the end of the storage.

Table 3. The changes in beta galactosidase activity (mol pNO₂ phenol kg protein⁻¹ min⁻¹) in response to different 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments during the storage

Treatment	Storage period (day)						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	3.4cd	4.9bc	7.2a	6.3ab	4.1c	3.2d	2.8d
1-MCP(0.5µl L ⁻¹)	3.4bc	5.6a	6.7a	5.8a	3.7b	2.6bc	1.9c
1-MCP(1 µl L ⁻¹)	3.4b	3.5b	5.6a	5.1a	3.2b	2.1bc	1.6c
1-MCP (5 µl L ⁻¹)	3.4a	3.4a	3.2a	3.1ab	2.5ab	1.6bc	0.9c
CaCl ₂ 1%	3.4cd	3.8c	6.2a	6.6a	5.8ab	4.3bc	2.2d
CaCl ₂ 2%	3.4de	3.9cd	6.6ab	6.2a	5.1bc	3.1de	2.1e
Hot water 45 °C 45 s	3.4e	5.1cd	8.3a	6.8ab	5.7bc	4.1de	2.9e
Hot water 45 °C 60 s	3.4d	5.2c	8.1a	7.3ab	6.4bc	5.2c	3.1d
Hot water 45 °C 75 s	3.4cd	4.9bc	7.4a	6.3ab	5.2b	3.7cd	2.5d
Hot water 50 °C 45 s	3.4cd	4.2c	6.8a	5.9ab	4.4bc	3.1cd	2.1d
Hot water 50 °C 60 s	3.4cd	4.1bc	6.9a	5.4ab	3.7c	3.0cd	2.1d
Hot water 50 °C 75 s	3.4ab	3.9a	3.5ab	3.4ab	3.2ab	2.9ab	2.2b
Hot water 55 °C 45 s	3.4ab	3.8a	4.9a	4.8a	3.7a	3.2b	2.1b
Hot water 55 °C 60 s	3.4a	3.7a	4.5a	4.1a	3.2ab	2.5b	1.8b
Hot water 55 °C 75 s	3.4ab	3.4ab	4.6a	3.9a	2.8b	2.8b	2.2b

The difference between the means of different letters in the same line is significant ($p < 0.05$).

The increase in the beta galactosidase activity was significantly affected by the treatments. The greatest decrease in the enzyme activity was occurred in 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment (0.9), followed by 55 °C 60 s hot water (1.8) and 2% CaCl₂ (2.2) treatments, respectively. In the 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment, there was no significant change in the enzyme activity until the 20th day of storage, but a significant decrease was observed in the activity towards the end of the storage. CaCl₂ also caused significant decreases in the beta galactosidase enzyme activity as compared to the control. The greatest decrease was observed in the 2% CaCl₂ treatment. With this treatment, the enzyme activity increased significantly on the 10th day of storage, but then decreased significantly towards the end of the storage. Similarly, the hot water treatments caused significant decreases in the beta galactosidase enzyme activity as compared to the control. Among the hot water treatments, the most effective one was the 55 °C 60 sec treatment, and in this treatment, the enzyme activity did not show a significant change until the 20th day of storage. However, significant decreases in the activity were obtained towards the end of the storage.

Pectin methyl esterase enzyme activity showed significant changes both in the control group and in response to the 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments (Table 4). In the control group, the enzyme activity increased significantly from the beginning of the storage and reached to its maximum level on the tenth day of storage. The activity then decreased towards the end of the storage.

The increase in the pectin methyl esterase activity was significantly affected by the treatments. The greatest decrease in the enzyme activity occurred in 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment (0.8), followed by 55 °C 75 s hot water (0.6) and 2% CaCl₂ (1.1) treatments, respectively. In the 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment, there was no significant change in the enzyme activity until the 25th day of storage, while there was a significant decrease in the activity towards the end of the storage. CaCl₂ treatments also caused significant decreases in the pectin methyl esterase enzyme activity. The highest decrease was observed in the 2% CaCl₂ treatment. With this treatment, the enzyme activity increased significantly on the 10th day of storage, but then decreased significantly towards the end of the storage. Similarly, the hot water

treatments caused significant decreases in the pectin methyl esterase enzyme activity as compared to the control. Among the hot water treatments, the most effective treatment was 55 °C 75 sec. In this treatment, the enzyme activity

did not show a significant change until the 20th day of storage. However, significant decreases in the activity were obtained towards the end of the storage.

Table 4. The changes in pectin methyl esterase activity (mol H⁺ equivalent kg protein⁻¹ min⁻¹) in response to different 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments during the storage

Treatment	Storage period (day)						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	1.7d	2.2cd	3.9a	3.6ab	2.9bc	2.1cd	1.8d
1-MCP(0.5 µl L ⁻¹)	1.7c	2.1c	3.8a	3.1ab	2.2bc	1.6c	1.6c
1-MCP (1 µl L ⁻¹)	1.7bc	2.2ab	3.1a	2.7a	2.0bc	1.7bc	1.2c
1-MCP (5 µl L ⁻¹)	1.7ab	2.0a	2.1a	1.9a	1.9a	1.2ab	0.8b
CaCl ₂ 1%	1.7d	2.3cd	3.6ab	3.9a	2.8bc	2.1cd	1.8d
CaCl ₂ 2%	1.7bc	2.3b	3.7a	3.7a	2.4b	1.9bc	1.1c
Hot water 45 °C 45 s	1.7d	2.2cd	3.8a	4.1a	3.4ab	2.9bc	2.1cd
Hot water 45 °C 60 s	1.7c	2.1c	3.6a	3.9a	3.1ab	2.4bc	1.8c
Hot water 45 °C 75 s	1.7c	2.0bc	3.5a	3.5a	2.9ab	2.4bc	1.9c
Hot water 50 °C 45 s	1.7b	2.0b	3.6a	3.4a	3.4a	2.2b	1.9b
Hot water 50 °C 60 s	1.7c	1.8c	3.4a	3.1ab	2.8ab	2.2bc	1.6c
Hot water 50 °C 75 s	1.7bc	1.5c	3.1a	2.5ab	2.1b	1.8bc	0.9c
Hot water 55 °C 45 s	1.7bc	1.5bc	3.1a	2.6ab	2.2abc	1.9b	1.5c
Hot water 55 °C 60 s	1.7bc	1.6bc	2.8a	2.3ab	2.0ab	1.7bc	0.8c
Hot water 55 °C 75 s	1.7abc	1.3bc	2.4a	2.1ab	2.1ab	1.2bc	0.6c

The difference between the means of different letters in the same line is significant (p<0.05).

The beta 1,4 endoglucanase enzyme activity showed significant changes both in the control group and in response to 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments (Table 5). In the control group, the enzyme activity increased significantly from

the beginning of the storage and reached its maximum level on the tenth day of storage. The activity then decreased towards the end of the storage.

Table 5. The changes in the beta 1,4 endoglucanase activity (Unit mg protein⁻¹) in response to different 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments during the storage

Treatment	Storage period (day)						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	2.9b	3.6b	5.9a	5.5a	4.1b	3.6b	1.2c
1-MCP (0.5 µl L ⁻¹)	2.9bc	3.4b	5.5a	4.9a	3.6b	3.6b	1.8c
1-MCP (1 µl L ⁻¹)	2.9ab	3.4ab	4.1a	3.8a	3.2a	2.4b	1.1c
1-MCP (5 µl L ⁻¹)	2.9a	2.8a	3.2a	3.1a	2.4a	2.1a	0.8b
CaCl ₂ 1%	2.9bc	2.9bc	3.9b	5.2a	3.7b	3.1bc	2.2c
CaCl ₂ 2%	2.9cd	3.1cd	5.4a	5.1ab	3.9bc	3.0cd	1.9d
Hot water 45 °C 45 s	2.9d	3.7cd	6.1a	5.8ab	4.6bc	3.8cd	2.6d
Hot water 45 °C 60 s	2.9cd	3.1cd	6.4a	6.2a	4.8b	4.1bc	2.3d
Hot water 45 °C 75 s	2.9bc	3.4b	6.0a	5.2a	3.7b	3.7b	1.9c
Hot water 50 °C 45 s	2.9c	3.1c	5.2a	4.8ab	3.8bc	2.7c	1.4d
Hot water 50 °C 60 s	2.9c	3.1bc	4.9a	4.2ab	3.1bc	2.2cd	1.0d
Hot water 50 °C 75 s	2.9a	2.9a	3.4a	3.1a	2.8a	2.8a	2.2a
Hot water 55 °C 45 s	2.9b	2.8b	4.9a	4.5a	4.1a	2.3b	2.0b
Hot water 55 °C 60 s	2.9ab	3.0ab	3.4a	3.4a	2.7ab	2.2ab	1.9b
Hot water 55 °C 75 s	2.9ab	2.9ab	3.2a	3.2a	3.1a	2.5ab	1.7b

The difference between the means of different letters in the same line is significant (p<0.05).

The increase in the beta 1,4 endoglucanase activity was significantly affected by the treatments. The greatest decrease in the enzyme activity occurred in the 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment (3.2), followed by 55 °C 75 s hot water (3.2) and 1% CaCl₂ (5.2) treatments, respectively. In the 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment, there was no significant change in the enzyme activity until the 25th day of storage, while a significant decrease was observed in the activity towards the end of the storage. CaCl₂ treatments also caused significant decreases in the beta 1,4 endoglucanase enzyme activity. The highest decrease was observed in the 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment. With this treatment, the enzyme activity increased significantly on the 10th day of storage, but then decreased significantly towards the end of the storage. Similarly, the hot water treatments caused

significant decreases in the beta 1,4 endoglucanase enzyme activity as compared to the control. Among the hot water treatments, the most effective treatment was 55 °C 75 sec. In this treatment, the enzyme activity did not show a significant change until the 25th day of storage. However, a significant decrease in the activity was obtained towards the end of the storage.

Xyloglucanase enzyme activity showed significant changes both in the control group and in response to 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments (Table 6). In the control group, the enzyme activity increased significantly from the beginning of the storage and reached to its maximum level on the tenth day of storage. The activity then decreased towards the end of the storage.

Table 6. The changes in the xyloglucanase activity (Unit mg protein⁻¹) in response to different 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments during the storage

Treatment	Storage period (day)						
	0	5	10	15	20	25	30
Control	1.6cd	2.4bc	3.6a	3.2ab	2.8ab	1.4d	1.12d
1-MCP (0.5 µl L ⁻¹)	1.6cd	2.3bc	3.2a	2.8ab	2.1bc	1.1d	0.9d
1-MCP (1 µl L ⁻¹)	1.6bcd	2.2b	3.1a	2.4ab	1.7bcd	1.2cd	0.8d
1-MCP (5 µl L ⁻¹)	1.6abc	2.0ab	2.3a	1.9abc	1.4bc	1.1cd	0.5d
CaCl ₂ 1%	1.6c	2.2bc	3.8a	2.6b	2.1bc	2.1bc	1.4c
CaCl ₂ 2%	1.6bc	2.1b	3.4a	2.3b	1.9b	1.6bc	0.9c
Hot water 45 °C 45 s	1.6d	1.9d	3.7ab	4.1a	2.9bc	2.3cd	1.6d
Hot water 45 °C 60 s	1.6cd	1.8cd	3.2ab	3.4a	2.4bc	1.9cd	1.2d
Hot water 45 °C 75 s	1.6d	1.6d	3.4ab	3.8a	2.6bc	2.1cd	1.4d
Hot water 50 °C 45 s	1.6c	1.7c	3.6a	3.4a	2.9ab	2.1bc	1.5c
Hot water 50 °C 60 s	1.6bc	1.6bc	3.1a	3.1a	2.4ab	1.8b	0.9c
Hot water 50 °C 75 s	1.6ab	1.4ab	2.1a	1.9a	1.7a	1.7a	0.8b
Hot water 55 °C 45 s	1.6b	1.9b	1.9b	3.1a	2.4ab	2.0b	1.6b
Hot water 55 °C 60 s	1.6bc	1.7bc	3.0a	2.4ab	1.6bc	1.2cd	0.7d
Hot water 55 °C 75 s	1.6ab	1.6ab	1.9a	1.9a	1.7a	1.1ab	0.8b

The difference between the means of different letters in the same line is significant (p<0.05).

The increase in the xyloglucanase activity was significantly affected by the treatments. The highest decrease in the enzyme activity occurred in the 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment (0.5), followed by the 55 °C 75 s hot water (0.7) and 2% CaCl₂ (0.9) treatments, respectively. In the 5 µL L⁻¹ 1-MCP treatment, the enzyme activity did not show a significant change until the 15th day of storage, while there was a significant decrease in the activity towards the end of the storage. CaCl₂

treatments also caused significant decreases in the xyloglucanase enzyme activity as compared to the control. The highest decrease was observed in the 2% CaCl₂ treatment. With this treatment, the enzyme activity increased significantly on the 10th day of storage, but then decreased significantly towards the end of the storage. Similarly, the hot water treatments caused significant decreases in the xyloglucanase enzyme activity as compared to the control. Among the hot water treatments, the

most effective one was 55 °C 75 s treatment, and in this treatment, the enzyme activity did not show a significant change until the 25th day of storage. However, a significant decrease in the activity was obtained towards the end of the storage.

Post-harvest fruit losses are one of the biggest problems encountered in storage. Therefore, many studies have been carried out to prevent fruit losses. Karakurt and Huber (2003) investigated the enzyme activities of various membrane and cell wall hydrolases, ethylene biosynthetic enzymes and cell wall polyuronides of papaya fruit during storage. As a result of their study, they reported that injured fruits spoil earlier than fresh fruits. Sharma et al. (2010) examined the effects of hexanal and 1-MCP applications on the shelf life and fruit quality in cherries. As a result of the study, they reported that there was an increase in the antioxidant enzyme activities. Moreover, in their study performed in order to extend the shelf life of fruit after harvest, Ge et al. (2019) reported that the applications also suppressed the activities of polygalacturonic acid, pectin methyltransferase, pectin methylgalacturonase, polygalacturonase, cellulase and β -galactosidase. Wang et al. (2014) investigated the effects of postharvest CaCl_2 treatment on the calcium content, biochemical changes and quality characteristics of cherry fruit tissues. As a result of the study, they determined that there was an increase in the content of Ca in the fruit tissues, but decreases in the respiration and lipid peroxidation. Li et al. (2014) reported in their study on jujube that 1-MCP and CaCl_2 applications caused significant decreases in the polygalacturonase and polyphenol oxidase enzyme activities. Puthmee et al. (2008) investigated the effects of 1-MCP, CaCl_2 and heat treatments on the quality and cell wall enzymes of papaya fruit. In the fruits examined during storage, they found that the treated fruits were firmer as compared to the control group, and there were also decreases in the cell wall enzyme activities. Similarly, Zhang et al. (2019) reported

that 1-MCP and CaCl_2 treatments provide significant reductions in the gene expression and enzyme activities of polygalacturonase, pectin methylesterase and pectate lyase. Ca, which is one of the most important components of plant cell wall structure, inhibits the activity of cell wall enzymes and prevents fruit ripening. Another important component that we used in our study was 1-MCP. 1-MCP delays maturation by inhibiting ethylene production in the cell. On the other hand, hot water application, contributes to the delay of fruit ripening by disrupting the structure of the enzymes in the cell wall structure. As a matter of fact, when previous studies were examined, it was observed that similar results were obtained with our study (Qiuping and Wenshui 2007; Wei et al., 2010; Amnuaysin et al., 2012; Cruz et al., 2015; Chang et al., 2017; Ge et al., 2019).

There has been a rapid increase in the sweet cherry consumption in recent years. One of the solutions in order to meet the increasing demand is to prevent post-harvest losses in the sweet cherries. However, the post-harvest life of sweet cherries is very short. This creates difficulties in the marketing and because of the rapid softening, the manufacturer cannot send the product to distant markets. Considering these problems, in this study, it was determined that the levels of cell wall-degrading enzymes, which are the main causes of softening, changed during storage after harvest and how the enzyme activity levels changed with 1-MCP, CaCl_2 and hot water treatments as compared to the control. As expected, the activities of all enzymes examined in the cherry fruits that were not subjected to any treatment during storage increased significantly. Especially in the first 15 days of storage, significant increases were recorded in the activity levels of all enzymes. Applications have caused significant changes in the enzyme activity levels. Among the treatments, the most effective ones on the enzyme activities were 5 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP, 2% CaCl_2 and 55 °C 60 sec hot water treatments. Considering all the results, it is thought that 1-MCP, CaCl_2 and hot water treatments will be

beneficial in order to extend the shelf life of cherries by reducing the cell wall degrading enzyme activities and thus delaying the softening of the cherries.

Conclusion

As a result of the study with the cell wall-degrading enzymes, it was observed that the activities of polygalacturonase, pectin methyl esterase, xyloglucanase, beta 1-4 endoglucanase and alpha and beta galactosidase significantly increased during storage. Therefore, it seems that these enzymes contribute significantly to the softening observed during storage after harvest in the cherries. The changes in the activities of the cherry cell wall-degrading enzymes have been significantly reduced by the treatments. The increases in the enzyme activities were either completely prevented or significantly reduced with the treatments. The highest effect was observed in the 1-MCP treatment. However, the effects of both CaCl₂ and hot water treatments on the enzyme activities are also very important. As a result, 1-MCP, CaCl₂ and hot water treatments can be used to delay the softening of sweet cherries, extend the postharvest life and prevent quality losses after harvest.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest, financial or otherwise.

Authors Contributions: Civan ÇELİK and Yaşar KARAKURT designed and wrote the manuscript; Yaşar KARAKURT and Adnan Nurhan YILDIRIM reviewed, revised, and checked grammatical errors; Civan ÇELİK, Yaşar KARAKURT, and Adnan Nurhan YILDIRIM performed the literature search; Civan ÇELİK, Yaşar KARAKURT, and Adnan Nurhan YILDIRIM analyzed data. All authors read and approved the final manuscript.

References

Aguayo, E., Jansasithorn, R., & Kader, A. A. (2006). Combined Effects of 1-Methylcyclopropene, Calcium Chloride Dip, and/or Atmospheric Modification on

- Quality Changes in Fresh-Cut Strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 40(3), 269-278.
- Amnuaysin, N., Jones, M. L., & Seraypheap, K. (2012). Changes in Activities and Gene Expression of Enzymes Associated with Cell Wall Modification in Peels of Hot Water Treated Bananas. *Scientia Horticulturae*, 142, 98-104.
- Bernalte, M.J., Hernandez, M.T., Vidal-Aragon, M.C., Sabio, E. (1999). Physical, Chemical, Flavor and Sensory Characteristics of Two Sweet Cherry Varieties Grown in 'Valle Del Jerte' (Spain). *Journal of Food Quality*, 22, 403-416.
- Calhan, Ö. (2014). Some Physiological Disorders in Apples, *Fruit Research Institute, Publication No: 62*.
- Chang, E. H., Lee, J. S., & Kim, J. G. (2017). Cell Wall Degrading Enzymes Activity is Altered by High Carbon Dioxide Treatment in Postharvest 'Mihong' peach Fruit. *Scientia Horticulturae*, 225, 399-407.
- Choi, C., Toivonen, P., Wiersma, P. A., & Kappel, F. (2002). Differences in Levels of Pectic Substances and Firmness in Fruit from Six Sweet Cherry Genotypes. *Journal of the American Pomological Society*, 56(4), 197.
- Cruz, A. F., Medeiros, N. L., Benedet, G. L., Araújo, M. B., Uesugi, C. H., da Silva Velloso Ferreira, M. A., ... & Blum, L. E. B. (2015). Control of Post-Harvest Anthracnose Infection in Guava (*Psidium guajava*) Fruits with Phosphites, Calcium Chloride, Acetyl Salicylic Acid, Hot Water, and 1-MCP. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 56(3), 330-340.
- Ergun, M., Jeong, J., Huber, D. J., & Cantliffe, D. J. (2007). Physiology of Fresh-Cut 'Galia'(Cucumis melo var. reticulatus) from Ripe Fruit Treated with 1-Methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 44(3), 286-292.
- Esti, M., Cinquanta, L., Sinesio, F., Moneta, E., & Di Matteo, M. (2002). Physicochemical and Sensory Fruit Characteristics of Two Sweet Cherry Cultivars after Cool Storage. *Food Chemistry*, 76(4), 399-405.
- Fils-Lycaon, B., & Buret, M. (1990). Loss of Firmness and Changes in Pectic Fractions during Ripening and Overripening of Sweet Cherry. *HortScience*, 25(7), 777-778.
- Faostat. 2020. <http://faostat.fao.org/site/567>. Date of access: 21.01.2022.
- Ge, Y., Duan, B., Li, C., Wei, M., Chen, Y., Li, X., & Tang, Q. (2019). Application of Sodium Silicate Retards Apple Softening by Suppressing The Activity of Enzymes Related to Cell Wall Degradation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(4), 1828-1833.
- Karabulut, Ö. A., Arslan, Ü., & Kuruoğlu, G. (2004). Control of Postharvest Diseases of Organically Grown Strawberry with Preharvest Applications of Some Food Additives and Postharvest Hot Water Dips. *Journal of Phytopathology*, 152, 224-228.
- Karakurt, Y., & Huber, D. J. (2002). Cell Wall-Degrading Enzymes and Pectin Solubility and Depolymerization in Immature and Ripe Watermelon (*Citrullus lanatus*) Fruit in Response to Exogenous Ethylene. *Physiologia Plantarum*, 116(3), 398-405.
- Karakurt, Y., & Huber, D. J. (2003). Activities of Several Membrane and Cell-Wall Hydrolases, Ethylene

- Biosynthetic Enzymes, and Cell Wall Polyuronide Degradation during Low-Temperature Storage of Intact and Fresh-Cut Papaya (*Carica papaya*) Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 28(2), 219-229.
- Kasim, R., & Kasim, M. (2007). The Effect of Led Lighting with Different Wavelength on Postharvest Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv. Zahide) Fruits. *Ondokuz Mayıs University, Journal of Agriculture Faculty*, 22(2), 227-231
- Li, L., Ban, Z., Li, X., & Xue, T. (2014). Effect of 1-Methylcyclopropene and Calcium Chloride Treatments on Quality Maintenance of 'Lingwu Long'Jujube Fruit. *Journal of Food Science and Technology*, 51(4), 700-707.
- Meheriuk, M., McKenzie, D. L., Girard, B., Moyls, A. L., Weintraub, S., Hocking, R., & Kopp, T. (1997). Storage of 'Sweetheart'cherries in Sealed Plastic Film 1. *Journal of Food Quality*, 20(3), 189-198.
- Pareek, S. (2017). Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce. CRC Press
- Puthmee, T., Kanlayanarat, S., Nimitkeatkai, H., & Kakaew, P. (2008). Combined Effects of 1-Methylcyclopropene, Calcium Chloride Dip and Heat Treatment on Cell Wall Components of Fresh-Cut Ripe Papaya. In *Asia Pacific Symposium on Assuring Quality and Safety of Agri-Foods 837* (pp. 155-160), 4-6 August 2008, Bangkok, Thailand.
- Senol, H., Alaboz, P., Demir, S., & Dengiz, O. (2020). Computational Intelligence Applied to Soil Quality Index using GIS and Geostatistical Approaches in Semiarid Ecosystem. *Arabian Journal of Geosciences*, 13(23), 1-20.
- Sharma, M., Jacob, J. K., Subramanian, J., & Paliyath, G. (2010). Hexanal and 1-MCP Treatments for Enhancing The Shelf Life and Quality of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae*, 125(3), 239-247.
- Sloulin, W. (1990). Cherry Quality Survey-Status Report. *Proc. Washington State Horticultural Association*, 86, 226-227.
- Qiuping, Z., & Wenshui, X. (2007). Effect of 1-Methylcyclopropene and/or Chitosan Coating Treatments on Storage Life and Quality Maintenance of Indian Jujube Fruit. *LWT-Food Science and Technology*, 40(3), 404-411.
- Wang, Y., Xie, X., Long, L.E. (2014). The Effect of Postharvest Calcium Application in Hydro-Cooling Water on Tissue Calcium Content, Biochemical Changes, and Quality Attributes of Sweet Cherry Fruit. *Food Chemistry*, 160, 22-30.
- Wei, J., Ma, F., Shi, S., Qi, X., Zhu, X., & Yuan, J. (2010). Changes and Postharvest Regulation of Activity and Gene Expression of Enzymes Related to Cell Wall Degradation in Ripening Apple Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 56(2), 147-154.
- Zhang, Q., Dai, W., Jin, X., & Li, J. (2019). Calcium Chloride and 1-Methylcyclopropene Treatments Delay Postharvest and Reduce Decay of New Queen Melon. *Scientific Reports*, 9(1), 1-10.

Farklı gelişme dönemlerinde yapılan hasadın tatlı mısırın (*Zea mays L. saccharata* Sturt) tane verimi ve verim unsurlarına etkisi

The effect of harvest at different growth periods on grain yield and yield components of sweet corn (Zea mays L. saccharata Sturt)

M. Nedim AĞAÇKESEN^{1*} , Abdullah ÖKTEM² 

¹Harran Üniversitesi, Birecik Meslek Yüksek Okulu, Birecik, Şanlıurfa

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

¹<https://orcid.org/0000-0001-8724-2958>; ²<https://orcid.org/0000-0001-5247-7044>

To cite this article:

Ağaçkesen, M. & Öktem, A. (2022). Farklı gelişme dönemlerinde yapılan hasadın tatlı mısırın (*Zea mays L. saccharata* Sturt) tane verimi ve verim unsurlarına etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 432-442.

DOI:10.29050/harranziraat.1186782

*Address for Correspondence:

Mahmut Nedim AĞAÇKESEN
e-mail:

nmnedim@harran.edu.tr

Received Date:

10.10.2022

Accepted Date:

01.12.2022

© 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 farklı olgunlaşma dönemlerinde yapılan hasadın tatlı mısırın (*Zea mays L. saccharata* Sturt) tane verimi ve verim unsurlarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak Harran Ovası koşullarında 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada Baron, Vega, Jübile, GSS 5649 ve Merit hibrit tatlı mısır çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Zadoks skalasına göre erken süt olum (Z73), orta süt olum (Z75), geç süt olum (Z77), erken sarı olum (Z83), orta sarı olum (Z85) ve geç sarı olum (Z87) gelişim dönemlerinde hasat yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; koçan uzunluğu (cm), koçanda tane sayısı (adet koçan⁻¹), koçanda tane ağırlığı (g koçan⁻¹) ve tane verimi (kg da⁻¹) gibi özellikler, gelişme dönemlerinde yapılan hasat bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.01$). Koçan kalınlığı 37.4 ile 39.2 mm, koçan uzunluğu 16.5 ile 18.1 cm, koçanda tane sayısı 415.0 ile 587.4 adet koçan⁻¹, koçanda tane ağırlığı 61.7 ile 98.0 g koçan⁻¹ arasında değişmiştir. Tane verimi 491.1 ile 810.3 kg da⁻¹, bintane ağırlığı 131.5 ile 227.7 g ve hektolitre ağırlığı 47.1 ile 71.1 hL kg⁻¹ arasında değişmiştir. Koçan uzunluğu, koçanda tane sayısı ve tane verimi değerleri erken gelişme dönemlerinde yapılan hasatta daha düşük, geç gelişme dönemlerinde yapılan hasatlarda ise daha yüksek bulunmuştur. En yüksek tane verimine orta sarı olum (Z85) ve geç sarı olum (Z87) dönemlerinde, en düşük tane verimine ise erken süt olum (Z73) döneminde ulaşılmıştır. Merit ve Jübile çeşitlerinin tane verimi değerleri diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Tane verimi bakımından en uygun hasat zamanı Baron ve Merit çeşitleri için geç süt olum dönemi, Vega çeşidi için orta süt olum dönemi, Jübile çeşidi için orta sarı olum dönemi ve GSS 5649 çeşidi için ise geç sarı olum dönemi olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tatlı mısır, Gelişme dönemi, Hasat zamanı, Olgunlaşma dönemi, Tane verimi, Harran Ovası

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effect of harvesting at different maturation periods on grain yield and yield components of sweet corn (*Zea mays L. saccharata* Sturt). The study was carried out in the conditions of Harran Plain in 2016 and 2017 according to the split-plot experimental design with 3 replications. Baron, Vega, Jubilee, GSS 5649 and Merit hybrid sweet corn varieties were used as crop material in the study. According to the Zadoks scale, harvesting was done in the periods of early milk maturation (Z73), middle milk maturation (Z75), late milk maturation (Z77), early yellow maturation (Z83), middle yellow maturation (Z85) and late yellow maturation (Z87) periods. According to the research results; features such as ear length (cm), kernel number of ear (pieces ear⁻¹), kernel weight of ear (g ear⁻¹) and grain yield (kg da⁻¹) were found to be statistically significant in terms of harvesting during development periods ($P \leq 0.01$). Ear diameter ranged from 37.4 to 39.2 mm, ear length 16.5 to 18.1 cm, the number of kernel on the ear between 415.0 and 587.4, and the grain weight on the ear varied between 61.7 and 98.0 g. Grain yield varied between 491.1 and 810.3 kg da⁻¹, thousand-grain weight between 131.5 and 227.7 g, and hectoliter weight between 47.1 and

71.1 hL kg⁻¹. Ear length, number of kernels per ear and grain yield values were found lower in the harvest made in the early growth stages and higher in the harvests made in the late growth periods. The highest grain yield was found in the middle yellow maturity (Z85) and late yellow maturity (Z87) periods, and the lowest grain yield was seen in the early milk set (Z73) stages. Grain yield values of Merit and Jubilee cultivars were higher than the others. The most suitable harvest time in terms of grain yield was determined as late milking maturation period for Baron and Merit cultivars, mid milk maturation period for Vega cultivar, medium yellow ripening period for Jubilee cultivar and late yellow maturation period for GSS 5649 cultivar.

Key Words: Sweet corn, growing stage, harvest time, maturation period, grain yield, Harran Plain

Giriş

Tatlı mısır (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.), tanelerinde diğer mısır alt türlerinden daha fazla şeker, yağ, protein ve B vitamini kompleksi içeren, besin değeri yüksek bir üründür (Tracy, 2001; Öktem ve ark., 2003). Daha büyük embriyo yapısı ile daha fazla yağ ve proteini içerirken (Sade, 2002), orta seviyede protein, vitamin A ve potasyum tatlı mısırın besin değerini yükseltmektedir (Dickerson, 1996).

Tatlı mısır dünyada en popüler yiyeceklerden birisidir ve Türkiye dâhil dünya ülkelerinde her geçen gün önem kazanmaktadır. Doğrudan insan beslenmesinde kullanılmasının yanında, tarıma dayalı endüstride farklı kullanım alanlarının bulunması nedeniyle önemi her geçen gün artmaktadır (Öktem ve ark., 2004). Tatlı mısır doğrudan taze tüketilebildiği gibi işlenmiş gıda olarak da tüketilebilmektedir. Konserve, mısır unu, nişasta ve yağ sanayinde kullanılan bir üründür. Ayrıca tatlı mısır kullanılarak atıştırmalıklar, cipsler, şekerlemeler, bebek mamaları ve salata sosları yapılmaktadır (Öktem ve Öktem, 2005). Tatlı mısır sütü ve çorbaları gibi ürünleri birçok ülkede popülerlik kazanırken, dondurulmuş tatlı mısır koçanları ve taneleri birçok ülkede tercih edilmektedir (Öktem ve ark., 2010).

Birçok ülkede diğer mısır alt türlerinden daha yüksek besin değerine sahip olması nedeniyle uzun zamandır kullanılan tatlı mısır (Egesel ve ark., 2007), halkımızca fazla tanınmamaktadır. Ancak diğer mısır varyetelerine olan üstünlüğünün anlaşılmasıyla birlikte önemli bir konuma gelebilecek alternatif bir üründür (Turgut, 2000; Kara ve Akman, 2002; Öktem ve Öktem, 2009).

Mısır varyeteleri arasında büyük öneme sahip olan tatlı mısırdaki bölgelerin ekolojik şartlarına uygun çeşit sayısının az olması nedeniyle, üretim ve tüketim miktarlarında büyük bir artış sağlanamamıştır (Eşiyok ve ark 2004). Ülkemizde taze tüketimde genel olarak at dişi ve sert mısır kullanılmakta, ancak tatlı mısır kalitesinin ve besin içeriğinin diğer mısır varyetelerine oranla daha zengin olması gün geçtikçe üretiminin daha da artmasını sağlamaktadır (Turgut 2000; Öktem, 2008a).

Yurdumuzda, tatlı mısır yetiştiriciliğinde hibrit çeşitler yanında populasyon veya kompozit niteliğindeki çeşitler de yetiştirilmektedir (Turgut ve Balcı, 2001; Öktem, 2006). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bugüne kadar yapılan çalışmalar; uygun çeşit, uygun ekim zamanı ve uygun bakım ile tatlı mısırın çok iyi yetiştirilebileceğini göstermiştir. Tatlı mısır erken hasat edildiğinden iyi bir ön bitki olduğu da bildirilmiştir (Öktem, 2008b).

Diğer mısır varyetelerinden farklı olarak tatlı mısırdaki nişastasının sindirilebilme oranı oldukça yüksektir (Koçak, 1987). Süt olum döneminde hasat edilen tatlı mısırın %4 – 12 arasında şeker içerdiği belirtilirken (Özata ve ark., 2016), olgunlaşma sürecinin artmasıyla birlikte şeker oranının azaldığı (Erdal ve Pamukçu, 2005), nişasta oranının arttığı (Öktem, 2008c) belirtilmiştir. Ayrıca vejetasyon süresi kısa olan tatlı mısır çeşitlerinin ana ve ikinci ürün olarak ekilmesi ile birlikte çiftçi karlılıkları artırılacağı belirtilirken (Öktem ve Öktem, 2007), erken hasat edilmesinden dolayı arta kalan yeşil aksamın doğrudan ya da silaj olarak hayvan beslenmesinde kullanılabileceği vurgulanmıştır (Uçkesen, 2000; Atakul, 2001; Öktem ve Öktem, 2013).

Tatlı mısır çoğunlukla insan beslenmesinde

kullanıldığı için besin değerlerinin ve veriminin en yüksek olduğu zamanda hasat edilmesi oldukça önemlidir. Bu sayede hem çiftçi karlılığı artırılırken hem de tüketicilerin dengeli beslenmesi sağlanabilir (Öktem ve Öktem, 1999). Ancak yeni geliştirilen çeşitler ile bölgesel performansları bilinmeyen tatlı mısır çeşitlerinin tarla denemeleri ile adaptasyon kabiliyetleri belirlenerek her bölgeye özgü verimli çeşitlerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle birim alandan yüksek gelir elde etmek için o bölgenin iklim koşullarına uygun çeşitlerin belirlenmesi, en uygun zamanda ekilmesi ve en uygun zamanda hasat edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma ile Harran Ovası koşullarında farklı gelişme dönemlerinde yapılan hasadın tatlı mısırın tane verimi ve verim unsurlarına etkisinin incelenmesi, en uygun çeşit ve hasat zamanının belirlenmesi amaçlanmıştır.

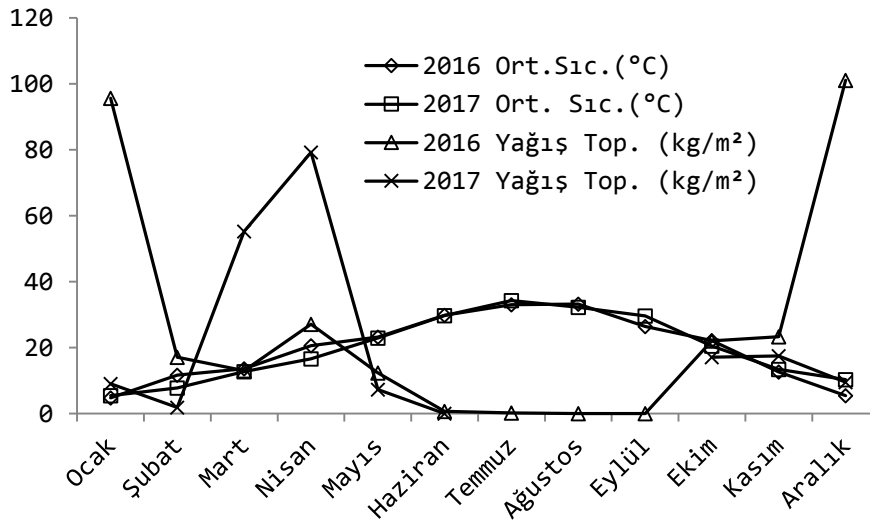
Materyal ve Metot

Araştırma Harran Ovası'nı temsil edebilecek toprak özelliklerine sahip olan Harran Üniversitesi

Eyyübiye Kampüsü araştırma sahasında 2016 ve 2017 yıllarında iki süre ile yürütülmüştür. Araştırma alanı toprak özellikleri bakımından genel olarak killi yapıya sahip olup, organik madde bakımından fakir sınıfındadır. Ayrıca bu alanın toprakları kireçli yapıda olup, potasyumca zengindir (Dinç ve ark. 1988).

Araştırma alanına ait iklim verileri göz önünde bulundurulduğunda (Şekil 1) alanın yarı kurak iklime sahip olduğu, yıllık yağışın önemli bir kısmının kış ve bahar aylarında gerçekleştiği, yaz ve sonbahar aylarında havaların kurak ve sıcak geçtiği görülmektedir (Anonim, 2019).

Araştırmada materyal olarak Baron, Vega, Jübile, GSS 5649 ve Merit hibrit tatlı mısır çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Genotipler ana parsellerde, hasat zamanları alt parsellerde yer almıştır. Yetiştirilen bitkiler koçan oluşumundan sonra erken süt olum (Z73), orta süt olum (Z75), geç süt olum (Z77), erken sarı olum (Z83), orta sarı olum (Z85) ve geç sarı olum (Z87) dönemlerinde hasat edilmiştir (Zadoks ve ark., 1974).



Şekil 1. Araştırma alanına ait ortalama sıcaklık ve yağış değerleri
Figure1. Values of average temperature and rainfall data of the research area

Her parselde farklı gelişme dönemlerinde yapılan hasat sonrası koçanlar kurutularak %15 nem içeriğinde verim değerleri ve koçan özellikleri belirlenmiştir.

Deneme alanı pullukla 20-25 cm derinlikte sürülmüş, daha sonra goble disk ile kesekler

parçalandıktan sonra tapan çekilerek toprak düzleştirilip düzgün bir tohum yatağı hazırlanmıştır.

Denemede her parsel 5 m uzunluğunda ve 4'er sıralı; sıra arası 70 cm sıra üzeri 18 cm olacak şekilde ekim yapılmıştır. Daha önce hazırlanmış

olan sırtlara her ocağa 2'şer tohum bırakılarak 2-4 cm derinliğe elle kuruya ekim yapılmıştır. Bölgede önerilen mısır ekim tarihleri içerisinde (Öktem, 1997; Çölkesen ve ark., 1997; Öktem, 1999; Öktem ve ark., 2004) ekim işlemi 2016 yılında 2 Temmuzda, 2017 yılında ise 7 Temmuzda yapılmıştır.

Ekimden sonra yağmurlama yapılarak tohumların çimlenmesi sağlanmıştır. Çimlenmeden sonra tekleme (bitkiler 3-5 yapraklı iken) ardından el çapası yapılmıştır. El çapası ile ilk çapalama bitkiler 15-25 cm arasında iken 2. ve son çapa ise bitkiler 40 cm iken yapılmıştır. Ekimle birlikte saf 8 kg da⁻¹ azot ve fosfor düşecek şekilde 20-20-0 kompoze gübresi, ikinci çapa ile birlikte de saf olarak 17 kg da⁻¹ azot düşecek şekilde üre gübresi uygulanmıştır. Sulama işlemleri toprak nemi takip edilerek karık sulama yöntemi ile yapılmıştır.

Hasat edilen mısır koçanı ve danelerinde; (I) koçan kalınlığı, (II) koçan uzunluğu, (III) koçanda tane sayısı, (IV) koçanda tane ağırlığı, (V) tane verimi, (VI) bintane ağırlığı ve (VII) hektolitre ağırlığı parametreleri belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler Minitab 18 bilgisayar paket programı kullanılarak tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre iki yıl birleştirilerek varyans analizine tabi tutulduktan sonra LSD çoklu karşılaştırma testi ile ortalamalar karşılaştırılmıştır (Efe ve ark., 2000).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Koçan kalınlığı (mm)

Araştırmada varyans analizi sonuçlarına göre koçan kalınlığı bakımından çeşitler arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.01$) olduğu belirlenirken, hasat zamanı ve çeşit*hasat zamanı interaksiyonları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çeşit ortalamalarının LSD testi ile %5 önem seviyesinde karşılaştırılması sonucunda hasat dönemlerinin koçan kalınlığı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. İstatistiki olarak önemli olmamakla birlikte, çeşit*hasat zamanı interaksiyonunda en yüksek koçan kalınlığı değeri GSS 5649 (39.6 mm) çeşidinin orta sarı olum döneminde, en düşük koçan kalınlığı ise Jübile (37.2 mm) çeşidinin erken süt olum döneminde belirlenmiştir.

Çeşit ortalamaları incelendiğinde, 39.2 mm ile GSS 5649 çeşidinin en yüksek koçan kalınlığına sahip olduğu, bu çeşidi 39.0 mm ile aynı istatistiki grupta yer alan Merit çeşidinin izlediği görülmektedir. En düşük koçan kalınlığı değeri ise 37.4 mm ile Jübile çeşidinde ölçülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı gelişme dönemlerinde hasat edilen tatlı mısır genotiplerinin koçan kalınlığı (mm) değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Table 1. Ear diameter (mm) values and multiple comparisons of sweet corn genotypes harvested at different growth periods

Hasat Zamanı	Çeşitler					
	Baron	Vega	Jübile	GSS 5649	Merit	Ortalama
Erken süt olum	38.6	37.9	37.2	39.3	38.9	38.4
Orta süt olum	38.8	37.5	36.9	38.8	38.9	38.2
Geç süt olum	38.8	38.9	37.5	39.0	38.9	38.6
Erken sarı olum	38.2	38.2	38.0	39.4	39.1	38.6
Orta sarı olum	39.2	37.9	36.9	39.6	38.9	38.5
Geç sarı olum	38.5	38.0	38.2	39.1	39.1	38.6
Ortalama	38.7 B*	38.1 C	37.4 D	39.2 A	39.0 AB	38.5

LSD çeşit: 0.202

*: Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur.

Öktem (2007) farklı tatlı mısır çeşitlerinin Haran Ovası koşullarında koçan kalınlığı değerlerinin 37.87 – 47.45 mm arasında değiştiğini, Panahi ve ark. (2010) farklı tatlı mısır çeşitlerinin İran koşullarında verim ve verim

unsurları üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında çeşitlere göre koçan kalınlığının değiştiğini belirtmişlerdir. Ayrıca koçan kalınlığının çeşitler arasında farklılık gösterdiği bu durumun genotip kaynaklı veya kültürel uygulamalardan

etkilenebileceği bildirilmiştir (Öktem ve Öktem, 2020a).

Koçan uzunluğu (cm)

Varyans analizi sonuçlarına göre koçan uzunluğu bakımından çeşitler, hasat zamanı ve çeşit*hasat zamanı interaksiyonları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Denemede kullanılan tatlı mısır çeşitlerinin

koçan uzunlukları birbirinden farklı olup, çeşitlerin genel ortalamaları 16.5-18.1 cm arasında değişmiştir (Çizelge 2). Koçan uzunluğu bakımından çeşitler arasında farklılık olduğu bildirilmiştir (Öktem ve Öktem, 2020b). Çeşit*hasat zamanı interaksiyonunda en yüksek koçan uzunluğu (Jübile) çeşidinin sarı olum döneminde (18.3 cm), en düşük koçan uzunluğu ise Merit çeşidinin erken süt olum döneminde (15.5 cm) gözlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı gelişme dönemlerinde hasat edilen tatlı mısır genotiplerinin koçan uzunluğu (cm) değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Table 2. Ear length (cm) values and multiple comparisons of sweet corn genotypes harvested at different growth stages

Hasat Zamanı	Çeşitler					
	Baron	Vega	Jübile	GSS 5649	Merit	Ortalama
Erken süt olum	16.6 hij	17.6 bcde	17.9 abc	17.5 cdef	15.5 k	17.0 D*
Orta süt olum	16.7 ghij	17.6 bcde	18.3 a	17.3 defg	16.4 ij	17.3 BCD
Geç süt olum	16.7 ghij	17.5 cdef	18.3 a	17.6 bcde	16.9 fghi	17.4 ABC
Erken sarı olum	16.7 ghij	17.6 bcde	17.9 abc	17.6 bcde	16.2 j	17.2 CD
Orta sarı olum	17.4 cdef	17.7 abcd	18.1 ab	17.4 cdef	16.9 fghi	17.5 AB
Geç sarı olum	17.1 efgh	17.9 abcd	18.0 abc	18.3 a	16.9 fghi	17.6 A
Ortalama	16.9 C	17.6 B	18.1 A	17.6 B	16.5 D	17.3
LSD çeşit: 0.174	LSD hasat zamanı: 0.191			LSD çeşit*hasat zamanı int.: 0.427		

*: Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur.

Hasat zamanlarından elde edilen koçan uzunlukları incelendiğinde; en düşük koçan uzunluğuna erken süt olum döneminde (17.0 cm), en yüksek koçan uzunluğuna ise geç sarı olum döneminde (17.6 cm) ulaşılmıştır (Çizelge 2). Bulgularımızdan daha yüksek olarak Dolbeer ve ark. (1986) Merit çeşidinin ortalama koçan boyunun 21.3 cm olduğu belirtmiş, Budak Başçiftçi ve Kınacı (2012) Eskişehir koşullarında yetiştirilen şeker mısırı çeşitlerinin verim ve verim karakteristiklerinin belirledikleri çalışmada koçan uzunluğunun 18.7 – 21.2 cm arasında değiştiğini, Sönmez ve ark. (2013) Merit çeşidinin koçan uzunluğunun 21.6 – 22.3 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Bulgularımıza benzer olarak İdikut ve ark. (2016) kompozit tatlı mısırdaki koçan uzunluğunun 16.9 cm, hibrit çeşitte ise 17.61 cm olduğunu ve aralarında istatistiksel olarak önemli bir farkın bulunmadığını belirtmiştir. Bulgularımızdan daha düşük olarak Kula ve Karadoğan (2017) koçan uzunluğunun çeşitlere göre 10.2 – 14.0 cm arasında değiştiğini ve çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıkların ($P < 0.05$) olduğunu belirtmişlerdir.

Koçanda tane sayısı (adet koçan⁻¹)

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre koçanda tane sayısı bakımından çeşitler, hasat zamanı ve çeşit*hasat zamanı interaksiyonları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Hasat zamanının geç olum dönemlerine kaymasıyla birlikte koçanda tane sayısı değerlerinde artış gözlenmiştir. En düşük koçan tane sayısına erken süt olum döneminde, en yüksek koçan tane sayısına ise geç süt olum döneminde ulaşılmıştır. En yüksek koçan tane sayısına GSS 5649 (587.4 adet koçan⁻¹) çeşidinin, en düşük koçan tane sayısına ise Baron (415.0 adet koçan⁻¹) çeşidinin sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Geç yapılan hasatlarda koçan uzunluğu arttığından, koçanda tane sayısında da artış gözlenmiştir. Koçan uzunluğunun artması ile koçanda tane sayısının arttığı literatürde belirtilmektedir (Öktem ve Öktem, 2020c).

En fazla koçanda tane sayısı (535.7 adet koçan⁻¹) geç süt olum döneminde yapılan hasattan elde edilirken, en az koçanda tane sayısı (492.4 adet koçan⁻¹) orta süt olum döneminde yapılan hasatta

belirlenmiştir. Bunu 499.8 adet ile aynı istatistiki grupta yer alan erken süt olum döneminde yapılan hasat izlemiştir (Çizelge 3).

Çeşit*hasat zamanı interaksiyonunda ise en

yüksek verim GSS-5649 çeşidinde geç süt olum döneminde (606.3 adet koçan⁻¹), en düşük değer ise baron çeşidinde erken süt olum döneminde (383.1 adet koçan⁻¹) belirlenmiştir.

Çizelge 3. Farklı zamanlarda hasat edilen tatlı mısır genotiplerinin koçanda tane sayısı (adet koçan⁻¹) değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Table 3. Ear number (piece ear⁻¹) values and multiple comparisons of sweet corn genotypes harvested at different times

Hasat Zamanı	Çeşitler					
	Baron	Vega	Jübile	GSS 5649	Merit	Ortalama
Erken süt olum	396.5 no	476.5 k	507.0 hi	575.7 b	543.2 cde	499.8 C*
Orta süt olum	383.1 o	484.1 jk	500.3 hij	587.9 b	506.6 hi	492.4 C
Geç süt olum	440.0 l	529.1 efg	548.7 cd	606.3 a	554.2 c	535.7 A
Erken sarı olum	426.1 lm	496.4 ij	545.3 cde	583.6 b	513.3 ghi	512.9 B
Orta sarı olum	414.3 mn	517.6 fgh	533.4 def	587.6 b	512.1 ghi	513.0 B
Geç sarı olum	429.8 lm	496.5 ij	536.9 cde	583.1 b	500.7 hij	509.4 B
Ortalama	415.0 D	500.0 C	528.6 B	587.4 A	521.7 B	510.5
LSD çeşit: 5.379	LSD hasat zamanı: 5.893		LSD çeşit*hasat zamanı int.: 13.175			

*: Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur.

Bulgularımıza benzer olarak Öktem ve Öktem (2007) farklı tatlı mısır çeşitlerinin Haran Ovası koşullarında verim ve verim unsurlarını araştırdıkları çalışmalarında çeşitlerinin koçanda tane sayısının 531.3 – 749.9 adet koçan⁻¹ arasında değiştiğini, Can ve Akman (2014) 510.9 ile 573.9 adet koçan⁻¹ arasında değiştiğini, Atakul (2011) Diyarbakır koşullarında ise 410.3 – 536.9 adet koçan⁻¹ arasında bildirmiştir. Alan ve ark. (2011) Eskişehir ekolojik koşullarında 685 – 930 adet koçan⁻¹ arasında değişen ve bulgularımızdan daha yüksek koçanda tane sayısı değerleri belirtirken, bulgularımızdan daha düşük olarak Kula ve Karadoğan (2017) koçanda tane sayısının 249.1 – 420.0 adet koçan⁻¹ arasında, Bozkurt ve Karadoğan (2017) ise 263.3 – 441.6 adet koçan⁻¹ arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Koçanda tane ağırlığı (g koçan⁻¹)

Araştırmada çeşitler, hasat zamanı ve çeşit*hasat zamanı interaksiyonlarının koçan tane ağırlığı üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Denemede kullanılan çeşitlerin koçan tane ağırlıkları birbirinden farklı olup hasat zamanının gecikmesiyle koçan tane ağırlığındaki artışlar önce devam etmiş sonra sabit kalmıştır. Hasat zamanlarında en düşük koçan tane ağırlığına erken süt olum döneminde, en yüksek koçan tane ağırlığına ise geç sarı olum döneminde ulaşılmıştır. Geç yapılan hasatlarda koçan uzunluğu ve koçanda tane sayısı da yüksek bulunmuştur. En yüksek koçanda tane ağırlığına orta sarı olum döneminde Jübilee (101.3 g koçan⁻¹) çeşidinin, en düşük değere ise erken süt olum döneminde Baron (60.1 g koçan⁻¹) çeşidinin sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı gelişme dönemlerinde hasat edilen tatlı mısır genotiplerinin koçanda tane ağırlığı (g koçan⁻¹) değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Table 4. Ear grain weight (g ear⁻¹) values and multiple comparisons of sweet corn genotypes harvested at different growth periods

Hasat Zamanı	Çeşitler					
	Baron	Vega	Jübile	GSS 5649	Merit	Ortalama
Erken süt olum	60.1 j	70.6 h	96.24 de	67.3 i	98.0 bcde	78.4 D*
Orta süt olum	61.2 j	73.7 g	96.58 de	70.6 h	96.7 cde	79.8 CD
Geç süt olum	62.6 j	70.4 h	95.93 e	71.9 gh	99.7 abc	80.1 C
Erken sarı olum	62.6 j	73.7 g	96.07 de	74.1 g	97.5 bcde	80.8 BC
Orta sarı olum	61.4 j	71.1gh	101.3 a	78.1 f	97.3 bcde	81.8 AB
Geç sarı olum	62.3 j	72.1gh	99.92 ab	78.7 f	99.0 abcd	82.4 A
Ortalama	61.7 D	71.9 C	97.7 A	73.4 B	98.0 A	80.6
LSD Çeşit: 0.907	LSD Hasat zamanı: 0.994		LSD Çeşit*hasat zamanı int.: 2.220			

*: Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur.

Hasat zamanı geciktikçe koçan uzunluğu ve koçanda tane sayısının artmasıyla koçanda tane ağırlığı değeri de yükselmiştir. Koçan uzunluğu ve koçanda tane sayısının, koçanda tane ağırlığına olumlu etki yaptığı Özel ve Öktem (2021) tarafından da belirtilmektedir.

Tane verimi ($kg\ da^{-1}$)

Araştırmada varyans analizi sonuçlarına göre çeşit, hasat zamanı ve çeşit*hasat zamanı etkisi arasında farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P\leq 0.01$). Çeşit ortalamaları incelendiğinde, en yüksek tane veriminin $784.89\ kg\ da^{-1}$ ile Merit çeşidinden elde edildiği, bunu aynı istatistiki grupta yer alan Jübile çeşidinin ($780.92\ kg\ da^{-1}$) izlediği görülmektedir.

Baron çeşidi ise en düşük tane verimine ($500.18\ kg\ da^{-1}$) sahip çeşit olarak belirlenmiştir. Çeşit*hasat zamanı etkisinde en yüksek

tane verimi Jübile çeşidinin orta sarı olum dönemindeki hasadından ($810.3\ kg\ da^{-1}$), en düşük tane verimi ise Baron çeşidinin erken süt olum dönemindeki hasadından ($491.1\ kg\ da^{-1}$) elde edilmiştir.

Denemede kullanılan çeşitlerin tane verimi değerleri birbirinden farklı olup, hasat zamanının artmasıyla birlikte tane verimi de artmıştır. En yüksek tane verimine orta sarı olum ve geç sarı olum dönemlerinde, en düşük tane verimine ise erken süt olum döneminde ulaşılmıştır. (Çizelge 5).

Tane verimi bakımından en uygun hasat zamanı Baron ve Merit çeşitleri için geç süt olum dönemi, Vega çeşidi için orta süt olum dönemi, Jübile çeşidi için orta sarı olum dönemi ve GSS 5649 çeşidi için geç sarı olum dönemi olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5. Farklı gelişme dönemlerinde hasat edilen tatlı mısır genotiplerinin tane verimi ($kg\ da^{-1}$) değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Hasat Zamanı	Çeşitler					
	Baron	Vega	Jübile	GSS 5649	Merit	Ortalama
Erken süt olum	491.1 g	556.6 c-g	759.1 a	569.7 bcd	778.9 a	631.09 B*
Orta süt olum	500.7 efg	582.5 bc	772.7 a	564.5 b-f	773.3 a	638.75 AB
Geç süt olum	507.1 d-g	571.7 bcd	775.6 a	288.8 bc	797.2 a	648.08 AB
Erken sarı olum	500.4 efg	577.6 bc	768.5 a	598.3 bc	789.1 a	646.77 AB
Orta sarı olum	503.3 d-g	568.9 b-e	810.3 a	624.4 bc	778.5 a	657.09 A
Geç sarı olum	498.5 fg	577.1 bc	799.3 a	629.3 b	792.3 a	659.31 A
Ortalama	500.18 D	572.42 C	780.92 A	595.84 B	784.89 A	646.88
LSD Çeşit: 11.240	LSD Hasat zamanı: 25.033		LSD Çeşit*hasat zamanı int.: 68.467			

*: Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur.

Kara ve Bozkurt (2018) Isparta'da yürütmüş oldukları atdışi ve şeker mısırdaki koçan verimi ve koçan özelliklerine hasat zamanlarının etkisini araştırdıkları çalışmalarında; koçan püskülünün çıkışından itibaren 2, 4, 6 ve 8. günde hasat edilen Merit F1 tatlı mısır çeşidinin her iki yılda da hasat zamanının gecikmesiyle birlikte koçan veriminin arttığını tespit etmişlerdir.

Bintane ağırlığı (g)

Bintane ağırlığı için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre çeşitler ve çeşit*hasat zamanı etkisi arasında farklılık istatistiksel

olarak önemli ($P\leq 0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Bin tane ağırlığı bakımından en yüksek değere Jübile ($227.7\ g$) çeşidinin, en düşük değere ise GSS 5649 ($131.5\ g$) çeşidinin sahip olduğu belirlenmiştir. Denemede kullanılan çeşitlerin bin tane ağırlıkları birbirinden farklı olup hasat zamanının artmasıyla bin tane ağırlığındaki artışlar önce devam etmiş sonra sabit kalmıştır (Çizelge 6). En yüksek bin tane ağırlığına geç süt olum döneminde Jübile ($232.6\ g$) çeşidinin, en düşük değere ise geç sarı olum döneminde GSS 5649 ($124.8\ g$) çeşidinin sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Farklı gelişme dönemlerinde hasat edilen tatlı mısır genotiplerinin bintane ağırlığı (g) değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Table 6. Thousand weight (g) values and multiple comparisons of sweet corn genotypes harvested at different growth periods

Hasat Zamanı	Çeşitler					
	Baron	Vega	Jübile	GSS 5649	Merit	Ortalama
Erken süt olum	149.8 ij	154.6 i	223.2 c	134.9 lm	206.2 de	173.7
Orta süt olum	163.6 g	145.7 jk	225.9 bc	132.3 mn	210.1 d	175.5
Geç süt olum	161.3 gh	139.1 kl	232.6 a	126.1 no	201.6 e	172.1
Erken sarı olum	163.4 g	143.1 jk	224.2 c	135.3 lm	210.7 d	175.3
Orta sarı olum	156.4 hi	144.2 jk	229.0 abc	136.0l m	208.1 de	174.7
Geç sarı olum	171.8 f	139.1 kl	231.2 ab	124.8 o	203.1 e	174.0
Ortalama	161.1 C*	144.3 D	227.7 A	131.5 E	206.6 B	174.2
LSD Çeşit: 1.990	LSD Çeşit*hasat zamanı int.: 4.872					

*: Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD testine göre %5 seviyesinde önemli farklılık yoktur.

Araştırma bulgularını destekler nitelikte Kantarcı ve ark (2016), üç farklı zamanda ekilen mısır çeşitlerinin farklı dönemlerde (süt olum, sarı olum ve hamur olum) hasat edilmesi sonucu verim ve verim unsurları üzerine etkilerini belirledikleri çalışmada hasat dönemleri geciktikçe bin tane ağırlığının arttığını belirtmişlerdir. Karababa ve Coşkuner (2007) şeker mısırı tanelerinin nem oranına göre fiziksel özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında bulgularımızdan daha yüksek olarak bin tane ağırlığının 220 – 268 g arasında değiştiğini, Panahi ve ark. (2010) farklı tatlı mısır çeşitlerinin İran koşullarında verim ve verim unsurları üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında bulgularımıza benzer olarak bin tane ağırlığının 135.6 – 199.3 g arasında, Başçıftçı ve ark. (2012) ise bulgularımızdan daha düşük olarak bin tane ağırlığının 128.9 – 169.4 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Hektolitreye ağırlığı (hL kg⁻¹)

Varyans analizi sonuçlarına göre hektolitreye ağırlığı bakımından çeşitler ve çeşit*hasat zamanı interaksiyonları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.01$) olduğu belirlenmiştir.

Denemede elde edilen sonuçlara göre, farklı hasat dönemlerinin hektolitreye ağırlığında önemli olmadığı, denemede kullanılan tüm çeşitlerin hasat olum dönemlerindeki hektolitreye ağırlığı ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmüştür. Buna göre en yüksek hektolitreye ağırlığı Jübile (71.1 hL kg⁻¹) çeşidinde, en düşük hektolitreye ağırlığı ise GSS 5649 (47.1 hL kg⁻¹) çeşidinde bulunmuştur (Çizelge 7).

Çeşit*hasat zamanı interaksiyonunda en yüksek hektolitreye ağırlığı Jübile çeşidinin erken süt olum dönemindeki hasadından (71.9 hL kg⁻¹), en düşük hektolitreye ağırlığı ise GSS 5649 çeşidinin orta süt olum dönemindeki hasadından (46.4 hL kg⁻¹), elde edilmiştir.

Çizelge 7. Farklı zamanlarda hasat edilen tatlı mısır genotiplerinin hektolitreye (hL kg⁻¹) değerleri ve çoklu karşılaştırmaları

Table 7. Hectoliter (hL kg⁻¹) weight values and multiple comparisons of sweet corn genotypes harvested at different periods

Hasat Zamanı	Çeşitler					
	Baron	Vega	Jübile	GSS 5649	Merit	Ortalama
Erken süt olum	50.6 fg	48.6 jkl	71.9 a	47.5 m-p	69.2 de	57.5
Orta süt olum	50.3 fgh	47.7 l-p	71.5 ab	46.4 q	69.2 de	57.0
Geç süt olum	50.8 f	48.0 k-o	70.1 cd	46.9 pq	68.9 e	56.9
Erken sarı olum	49.7 ghi	48.5 jkl	71.3 ab	47.2 opq	69.7cde	57.3
Orta sarı olum	49.5 hij	48.5 j-m	71.2 ab	47.4 n-q	69.2 de	57.1
Geç sarı olum	49.0 ijk	48.4 k-n	70.5 bc	47.6 l-p	69.4 de	57.0
Ortalama	50.0 C*	48.3 D	71.1 A	47.1 E	69.3 B	57.1
LSD Çeşit: 0.312	LSD Çeşit*hasat zamanı int.: 0.765					

*: Aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında LSD testine göre %5 seviyesinde önemli farklılık yoktur.

Başçıftçı ve ark. (2012) bazı şeker mısır çeşitlerinin teknolojik ve kalite özelliklerini belirledikleri çalışmalarında hektolitreye ağırlığının

48.9– 68.8 hL kg⁻¹ arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Sonuçlar

Hasat zamanının gecikmesiyle birlikte koçan kalınlığının değişmediği, koçan uzunluğunun, koçan tane sayısının, koçan tane ağırlığının ve tane veriminin arttığı belirlenmiştir. En yüksek tane verimine orta sarı olum ve geç sarı olum dönemlerinde ulaşılmıştır. Hasat zamanının gecikmesiyle birlikte bin tane ağırlığının arttığı ancak sarı olum dönemlerinde yapılan hasatlarda değişmediği, hektolitre ağırlığının ise fazla değişmediği gözlemlenmiştir. GAP bölgesinde tatlı mısırın çok iyi yetiştiği, araştırmada kullanılan Jubile ve Merit tatlı mısır çeşitlerinin diğerlerine göre daha yüksek verim verdiği belirlenmiştir. Tane verimi için yapılacak yetiştiricilikte Baron ve Merit çeşitleri için geç süt olum dönemi, Vega çeşidi için orta süt olum dönemi, Jubile çeşidi için orta sarı olum dönemi ve GSS 5649 çeşidi için geç sarı olum dönemi en uygun hasat zamanı olarak tespit edilmiştir.

Ekler

Bu çalışma Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde kabul edilen M. Nedim AĞAÇKESEN'in doktora tezinin bir bölümüdür.

Çıkar Çatışması: Makale yazarları, aralarında bir çıkar tartışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı: M.Nedim AĞAÇKESEN denemenin kurulması, gözlemlerin yapılarak verilerin alınması ve literatür taraması, Abdullah ÖKTEM ise denemenin tasarlanması, istatistiksel analizlerin yapılması ve makalenin yazılması işlemlerini gerçekleştirmişlerdir.

Kaynaklar

- Alan, Ö., Sönmez, K., Budak, Z., Kutlu, İ., & Ayter, N.G. (2011). Eskişehir ekolojik koşullarında ekim zamanının şeker mısırın (*Zea mays saccharata Sturt.*) verim ve tarımsal özellikleri üzerine etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25 (4): 34-41.
- Anonim, (2019). Şanlıurfa uzun yıllar ortalaması meteorojik verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m = SANLIURFA> Erişim tarihi: 23.07.2019
- Atakul, Ş. (2011). Diyarbakır koşullarında farklı ekim zamanlarının beş şeker mısırı çeşidinde taze koçan ve tane verimi ile bazı tarımsal özelliklere etkisi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 90s, Adana.

- Bozkurt, M., & Karadoğan, T. (2017). Örtü altı koşullarında yetiştirilen şeker mısırı (*Zea mays saccharata Sturt.*) çeşitlerinde uygun ekim sıklığının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12 (2):19-29.
- Budak Başçitçi, Z., & Kınacı, E. (2012). Eskişehir'de bodur fasulye ile Karışık ekilen şeker mısırında farklı ekim düzenlemelerinin verim ve verim öğelerine etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2):93-102.
- Budak Başçitçi, Z., Alan, Ö., Kınacı, E., Kınacı, G., Kutlu, İ., Sönmez, K., & Evrenesoğlu, Y. (2012). Bazı şeker mısır çeşitlerinin (*Zea mays saccharata Sturt*) teknolojik ve kalite özellikleri. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26 (4): 11-18.
- Burhan, K., & Bozkurt, H. (2018). Mısırdaki körpe koçan verim ve bazı özelliklerine hasat zamanının etkisi. *Derim Dergisi*, 2018/35(1):61-66.
- Can, M., & Akman, Z. (2014). Uşak ekolojik şartlarında farklı azot dozlarının şeker mısırın (*Zea mays Saccharata Sturt.*) verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2):93-101.
- Çölkesen, M., Öktem, A., Akıncı, C., Gül, İ., İri, R., & Kaya, Y. (1997). Şanlıurfa ve Diyarbakır koşullarında bazı mısır çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının verim ve verim komponentleri üzerine etkisi. *Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi*, 22-25 Eylül, s:139-142a, Samsun
- Dickerson, W.G., (1996). Home and market garden sweet corn production. http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/h-223.pdf. (Erişim tarihi: 07.03.2017).
- Diñç, U., Şenol, S., Sayın M., Kapur, S., Güzel, N., Derici, R., & Kara, E.E. (1988). Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT) 1. Harran Ovası. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, GÜDÜMLÜ Araştırma Projesi Kesin Raporu, Proje No: TOAG-534, Adana.
- Dolbeer, R.A., Wronnecki, P.P., & Stehn, R.A. (1986.) Resistance of sweet corn to damage by black bird sandstarlings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111(2):306-311.
- Efe, E., Bek, Y., & Şahin, M. (2000). SPSS'te çözümleri ile istatistik yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Yayın No:10, *Bilgisayar Araştırma ve Uygulama Merkezi* (Baum), Yayın No: 10, Kahramanmaraş.
- Egesel, C. Ö., Turhan, H., Kahrıman, F., & Özkan, P. (2007). Bazı şeker mısır (*Zea mays saccharata Sturt.*) Genotiplerinin verim ve bitkisel özelliklerinin incelenmesi, *Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-27 Haziran, Erzurum, s.206-209.
- Erdal, Ş., & Pamukçu, M. (2005). Tatlı mısır (*Zea mays L. Var saccharata Sturt*). *Derim*, 22(2) 41-46.
- Eşiyok, D., Bozokalfa, M.K., & Uğur, A. (2004). Farklı lokasyonlarda yetiştirilen şeker mısır çeşitlerinin verim, kalite ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. *E.Ü.Z.F. Dergisi*, 2004, 41 (1) : 1-9.
- İdikut, L., Zülkadir, G., Çölkesen, M., & Yürüdürmaz, C. (2016). Kompozit şeker mısırı popülasyonu ile hibrit şeker mısırı çeşidinin bazı agronomik özellikler bakımından karşılaştırılması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, TARGİD Özel Sayı* 41-50.
- Kara, B., & Akman, Z. (2002). Şeker mısırında koltuk ve uç

- alma ile yaprak sıyrmanın verim ve koçan özelliklerine etkisi. *A.Ü.Z.F. Dergisi* 15 (2) : 9- 18.
- Kara, B., & Bozkurt, H. (2018). Mısırdaki körpe koçan verim ve bazı özelliklerine hasat zamanlarının etkisi, *Derim*, 35(1): 61-66.
- Karababa, E., & Coşkun, Y. (2007). Moisture dependent physical properties of dry sweet corn kernels, *International Journal of Food Properties*, 10:3, 549-560.
- Kantarci, D., Pazır, F., İştippiller, D., Tosun, M., & Tonk, A. (2016). Tatlı mısırın kalite kriterlerine göre optimum hasat zamanının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-1):70-73.
- Koçak, A.N. (1987). Mısırın insan gıdası olarak önemi ve gıda endüstrisindeki Yeri. *Türkiye’de Mısır Üretimini Geliştirilmesi, Problemler ve Çözüm Yolları Sempozyumu*. TARM, Ankara.
- Kula, N., & Karadoğan, T. (2017). Örtü altı koşullarında yetiştirilen şeker mısırı (*Zea mays saccharata Sturt.*) çeşitlerinde uygun dikim zamanlarının belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12 (1):39-48.
- Öktem, A. (1997). GAP bölgesi mısır yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1):65-74.
- Öktem, A. (1999). GAP bölgesinde iklim faktörlerinin mısır yetiştiriciliğine etkileri. *GAP I. Tarım Kongresi*, 26-28 Mayıs, Cilt II, s:743-750, Şanlıurfa, 1999.
- Öktem, A., & Öktem, A.G. (1999). Bazı şeker mısır çeşitlerinin (*Zea mays saccharata Sturt*) firik koçan ve tane verimleri ile önemli tarımsal karakterlerinin belirlenmesi. *GAP I.Tarım Kongresi*, 26-28 Mayıs, Cilt II, s:893-900, Şanlıurfa.
- Öktem, A., Simsek, M., & Öktem, A. G. (2003). Deficit irrigation effects on sweet corn (*Zea mays saccharata Sturt*) with drip irrigation system in a semi-arid region, I: Water–yield relationship. *Agricultural Water Management* 61 (1): 63–74.
- Öktem, A., Öktem, A. G., & Coskun, Y. (2004). Determination of sowing dates of sweet corn. (*Zea mays L. saccharata Sturt.*) under Sanliurfa Conditions. – *Turkish J Agric. Forestry* 28: 83-91.
- Öktem, A. G., & Öktem, A. (2005): Effect of nitrogen and intra row spaces on sweet corn (*Zea mays saccharata Sturt*) ear characteristics. – *Asian Journal of Plant Science* 4(4): 361-364.
- Öktem, A. (2006): Effect of different irrigation intervals to drip irrigated dent corn (*Zea mays L. indentata*) water-yield relationship. – *Pakistan Journal of Biological Sciences* 9(8): 1476-1481.
- Öktem, A., Öktem, A.G., (2007). Bazı şeker mısır (*Zea mays saccharata Sturt*) genotiplerinin Harran Ovası koşullarında verim karakteristiklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 20(1):33-46.
- Öktem, A. (2008a).Effect of nitrogen on fresh ear yield and kernel protein content of sweet corn (*Zea mays saccharata*) under upper Mesopotamia region of Turkey. – *Indian Journal of Agricultural Sciences* 78(1): 50-55.
- Öktem, A. (2008b). Effects of deficit irrigation on some yield characteristics of sweet corn. – *Bangladesh Journal of Botany* 37(2): 127-131.
- Öktem, A. (2008c). Effect of water shortage on yield, and protein and mineral compositions of drip-irrigated sweet corn in sustainable agricultural systems. – *Agricultural Water Management* 95(9): 1003-1010.
- Öktem, A., & Öktem, A. G. (2009). Yield characteristics of sweet corn under deficit irrigation in Southeastern Turkey. – *The Philippine Agricultural Scientist* 92(3): 39-44.
- Öktem, A., Öktem, A. G., & Emeklier, H. Y. (2010). Effect of nitrogen to yield and some quality parameters of sweet corn. – *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 41(7): 832-847.
- Öktem, A., & Öktem, A. G. (2013). Determination of effective characteristics to green plant yield of corn as a selection criterion. – *Soil-Water Journal* 2(2): 1625-1632.
- Öktem, A. G., & Öktem, A. (2020a). Effect of farmyard manure application on yield and some quality characteristics of popcorn (*Zea mays L. everta Sturt*) at the organic farming. – *Journal of Agriculture and Ecology Research International* 21(9): 35-42.
- Öktem, A. G., & Öktem, A. (2020b). Effect of humic acid application methods on yield and some yield characteristics of corn plant (*Zea mays L. indentata*). – *Journal of Applied Life Sciences International* 23(11): 31-37.
- Öktem, A. G., & Öktem, A. (2020c). Impact of vermicompost to dent corn (*Zea mays L. indentata*). – *Int. Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research* 4(1): 48-55.
- Özel, M., & Öktem, A. G. (2021). The Effect of vermicompost application at different levels on yield and yield characteristics in dent corn (*Zea mays L. indentata*). – *BEU Journal of Science* 10(4): 1324-1333.
- Özata, E., Geçit, H.H., & Ünver İkincikarakaya, S. (2016). Orta Karadeniz ekolojik koşullarında şeker mısırdaki (*Zea mays saccharata Sturt.*) değişik ekim sıklıkları ve azot dozlarının verim öğelerine Etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-1):74-80
- Panahi, M., Naseri, R., & Soleimani, R. (2010). Efficiency of Some sweet corn hybrids at two sowing dates in Central Iran. *Middle - East Journal of Scientific Research* 6(1): 51-55
- Sade, B., (2002). Mısır tarımı. *Konya Ticaret Borsası*, Yayın No:1, Konya.
- Sönmez, K., Alan, Ö., Kınacı, E., Kınacı, G., Kutlu, İ., Başçiftçi, Z.K., & Evenesoğlu, Y. (2013). Bazı şeker mısır çeşitlerinin (*Zea mayss accharata Sturt*) bitki, koçan ve verim özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (1):28-40.
- Tracy, W.F., (2001). Sweet corn. in : Speciality corns, 2 nd. Editions, ed. by A.R. Hallauer, CRC Press, LLC, Boca Raton.
- Turgut, İ., (2000). Bursa koşullarında yetiştirilen şeker mısırında (*Zea mays saccharata Sturt.*) Bitki sıklığının ve azot dozlarının taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine Etkisi, *Turk J. Agric. For.* 24 : 341-347.
- Turgut, İ., & Balcı, A., (2001). Bursa koşullarında değişik ekim zamanlarının şeker mısırı (*Zea mays saccharata Sturt.*) çeşitlerinin taze koçan verimi ile verim öğeleri üzerine etkileri. *Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi*. 17-21 Eylül, Sayfa: 195-200, Tekirdağ.

Ukesen, B., (2000). Tekirdağ koşullarında I. Ürün ve II. Ürün olarak şeker mısır (*Zea mays saccharata* Sturt.) yetiştirme olanaklarının belirlenmesi, Trakya Üni. Fen Bil. Enst. Yük. Lis. Tezi, Tarla Bit. ABD, 76 s.

Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. – *Weed Research* 14: 415-421.



Normal ve geç ekimlerde hasada yardımcı farklı kimyasal uygulamalarının pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisinde verim ve verim unsurlarına etkisi

*The effect on yield and yield components of different harvest aid chemical applications in normal and late sowing cotton (*Gossypium hirsutum* L.)*

Vedat BEYYAVAŞ¹ , Abdulkadir MELİK² , Suat CUN^{3*} 

^{1,2,3}Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye.

¹<https://orcid.org/0000-0001-6516-9403>; ²<https://orcid.org/0000-0002-5899-8542>; ³<https://orcid.org/0000-0001-6607-8263>

To cite this article:

Beyyavaş, V., Melik, A. & Cun, S. (2022). Normal ve geç ekimlerde hasada yardımcı farklı kimyasal uygulamalarının pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisinde verim ve verim unsurlarına etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 443-457.
DOI: 10.29050/harranziraat.1187473

*Address for Correspondence:

Suat CUN
e-mail:
suatcun@harran.edu.tr

Received Date:

11.10.2022

Accepted Date:

05.12.2022

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



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

öz

Bu çalışma, 2020 ve 2021 yılları yetiştirme sezonlarında normal ekim (5 Mayıs) ve geç ekimde (5 Haziran) pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) farklı defoliantların verim ve lif teknolojik özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, Şanlıurfa-Harran Ovası koşullarında Sultantepe köyünde tesadüf bloklarında bölünmüş deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak Fiona çeşidi kullanılmıştır. Defoliant uygulamalarından Finish Pro 765 (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 g l⁻¹ Cyclanilide), Genesis (200 g l⁻¹(Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron), Ethephon (720 g l⁻¹), Son Final (480 g l⁻¹ Ethephon+60 g l⁻¹ Cyclanilide) adlı kimyasallar normal ve geç ekimde kozaların %60'nın açtığı dönemde uygulanmıştır. Çalışmada, uygulama öncesi ve uygulama 7, 14 ve 21 gün sonrası yaprak sayısı (adet bitki⁻¹), uygulama öncesi toplam koza sayısı (adet bitki⁻¹), açmış koza sayısı (adet bitki⁻¹) ve uygulama 7, 14 ve 21 gün sonrası açan koza sayısı (adet bitki⁻¹), kütlü pamuk verimi (kg da⁻¹), bitki boyu (cm) ve koza ağırlığı (g) incelenmiştir. Çalışmanın iki yılında da normal ekim (471.69 ve 530.95 kg da⁻¹) geç ekime göre (457.02 ve 448.47 kg da⁻¹) daha fazla kütlü pamuk verimi alınmıştır. Defoliant uygulamalarından Finish Pro 765 (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) uygulaması kütlü pamuk verimini arttırdığı, koza açtırma ve yaprak dökücü özelliklerinin iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, Defoliant, Ekim zamanı, Verim, Açan koza

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of different defoliants on yield and fiber technological properties in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in normal sowing (May 5) and late sowing (June 5). The study was carried out in the Sultantepe village of Eyyübiye district of Şanlıurfa province in the 2020-2021 growing seasons according to the randomized blocks of divided plots experimental design with 3 replications. From defoliant applications, Finish Pro 765 (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 g l⁻¹ Cyclanilide), Genesis (200 g l⁻¹ (Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron), Ethephon (720 g l⁻¹), Son Final (480 g l⁻¹ Ethephon+60 gr l⁻¹ Cyclanilide) were applied in normal and late sowing when 60% of the bolls were opened. In the study, plant height (cm), number of leaves before each application, number of leaves 7, 14 and 21 days after application (number plant⁻¹), number of bolls before application (number plant⁻¹), number of bolls bloomed before application (number plant⁻¹), 7, 14 and 21 days after application, number of bolls (pieces plant⁻¹), seed cotton yield (kg da⁻¹), boll weight (g) and plant height (cm) values were investigated. It was determined that normal sowing (471.69 and

530.95 kg da⁻¹) had higher seed cotton yield (kg da⁻¹) than late sowing (457.02 and 448.57 kg da⁻¹). It has been determined that Finish Pro 765 (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 g l⁻¹ Cyflanilide) application, one of the defoliant applications, increases the seed cotton yield, and its boll opening and defoliating properties perform well.

Key Words: Cotton, Defoliation, Sowing date, Yield, Open boll

Giriş

Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) oldukça geniş kullanım alanına sahip bir kültür bitkisi olup, değişik endüstri alanlarında hammadde olarak kullanılmaktadır. Üretimi yapılan kütlü pamuk, işlenmesi bakımından çırçır ve hazır giyim, çiğdi ile yağ sanayisi, lifi ile tekstil, küspesi ile yem sanayisinde önemli bir hammadde olarak değerlendirilmektedir. Türkiye’de 2020 yılında 359 bin hektar alanda 1.77 milyon ton kütlü pamuk üretilmiş ve 1.1 milyon ton pamuk ithal edilmiştir. Üretim bakımından dünyada 7. sırada olan ülkemiz, verim bakımından (493 kg da⁻¹) dünya ortalamasının üzerindedir. Ülkemizdeki üretimi yapılan toplam pamuğun %60’ı Güneydoğu Anadolu Bölgesi tarafından sağlanmaktadır (TUİK, 2021).

Pamuk morfolojik olarak çok yıllık ve sınırsız büyüme gösteren bir bitki olduğundan optimum koşullar olduğu sürece vejetatif büyümesi devam etmekte ve olgunlaşması gecikmektedir (Bondada ve Oosterhuis, 2001; Tarıq, 2018). Bu nedenle kaliteli ve maksimum verimi elde edebilmek için pamuğu zamanında hasat etmek son derece önem arz etmektedir. Genellikle, kütlü pamuk hasadının temiz ve hasat etkinliğinin fazla olması istenmektedir. Pamuk, elle veya makine ile hasat edilecekse öncesinde pamuk yapraklarının döktürülmesi gerekmektedir. Yaprak dökümü ile koza açma süresi 1-3 gün kadar kısalmakta ve birinci el kütlüde, %1 ile 20 arasında değişen bir oranında, erkencilik sağlanmaktadır (Ming-Wei ve ark. 2013).

Yaprak döktürme (defoliasyon), genellikle yaprakların fizyolojik olarak olgunlaşmaya başladıktan sonra döktürülmesi olayıdır. Bu olay yaprak sapının gövde ile birleştiği yerden ayrılma tabakasının oluşması ile meydana gelmektedir (Görmüş, 2014). Yapraklarda ayrılma olayının gerçekleşebilmesi için su stresi (fazla su veya susuzluk) gibi koşulların ortadan kaldırılması

gereklidir (Silvertooth, 2001). Su stresi gibi koşullar devam ettiği sürece yaprak, tarak ve kozalarda ayrılma olayları ancak stres koşulları ortadan kalktığı zaman başlamakta ve 4-6 gün içinde döküm gerçekleşmektedir. Yaprak döktürücüler (defoliantlar) pamuk bitkisinde etilen hormonu sentezini arttırdığı için yaprak sapının meyve dalı veya ana sapla birleştiği kısımda ekstra bir doku geliştirip bir ayrılma tabakası oluşturarak yaprağın kopmasına destek olurlar. Bitki dokusundaki etilen artışı aynı zamanda bitkide bulunan oksin hormonunun yükselmesine sebep olur buda kozaların açılmasını destekler (Cathey, 1985; Suttle, 1988).

Pamuk bitkisinde yaprağın dökülmesi hasada yardımcı olmasının yanında pamuk liflerinin beneksiz, temiz, hızlı ve verimli toplamasını, çiğın daha hızlı kurummasını ve bu sebeple daha erken toplanmayı sağlamaktadır. (Edmisten, 1998). Birçok araştırmacı çalışmalarında hasada yardımcı olmak amacıyla defoliant (yaprak döktürücü) ve koza açıcı kimyasallar kullanmışlardır (Çopur ve ark. 2010; Ming-Wei ve ark. 2013; Singh ve ark., 2015; Tashaev, 2016). Ethephon koza açıcı olmakla birlikte geniş bir şekilde hasada yardımcı olarak kullanılır. Koza açmayı artırarak hasat verimine olumlu katkı yaptığı birçok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir (Ming-Wei ve ark. 2013 ve Singh ve ark. 2015). Bazı araştırmacılar tek bir kimyasal kullanırken, bazıları hasatta daha iyi sonuç almak için karışım kullanmışlardır. Kombinasyonlarda bir veya daha fazla defoliant ve koza açıcı uygulanırsa defoliantın aktivitesi ve tepkisi olumlu yönde artış olduğu belirtilmiştir (Snipes ve Cathey, 1992; Gwathmay ve Hayes 1997; Ming-Wei ve ark. 2013).

Çalışmanın yapıldığı Harran ovası Türkiye’nin en önemli pamuk üretim merkezidir. Ancak bazı yıllarda erken gelen sonbahar yağmurları hasadı önemli ölçüde geciktirmektedir. Bölgemizde kütlü pamuk hasadı büyük oranda makine ile yapılmaktadır. Makinalı hasat etkinliğinin arttığı son yıllarda temiz ve verimli bir kütlü pamuk hasadı

için yaprakların döktürülmesi ve buna paralel olarak kozaların açtırılması büyük önem arz etmektedir.

Materyal ve yöntem

Denemede bitki materyali olarak bölgemiz koşullarında yaygın olarak yetiştirilen tescilli Fiona pamuk çeşidi kullanılmıştır. Deneme Şanlıurfa-Harran Ovası koşullarında Eyyübiye ilçesi Sultantepe köyünde 2020 ve 2021 yılları yetiştirme sezonunda yürütülmüştür.

Denemede, halen piyasada çiftçilerin kullanımına sunulan, dört farklı ticari defoliant

kullanılmıştır.

1-Finish Pro 765 (720 g l⁻¹ Ethepon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide)

2-Genesis (200 g l⁻¹ Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron)

3-Ethepon (720 g l⁻¹)

4-Son Final 72 (480 g l⁻¹ Ethepon + 60 gr l⁻¹ Cyclanilide)

5-Kontrol

Denemeye ait toprak özelliği ve iklim koşulları

Araştırmanın yapıldığı Sultantepe köyündeki çalışma alanından 30 cm derinliğinden alınan toprak analiz sonuçları çizelge 1’de yer almaktadır.

Çizelge 1. Şanlıurfa ili Eyyübiye ilçesi Sultantepe köyüne ait toprak özellikleri

Table 1. Soil properties of Sultantepe village in Eyyübiye district of Şanlıurfa province

Derinlik Depth (cm)	Organik Madde Organic Matter (%)	Toplam Tuz Total Salt (%)	pH	Kireç Lime (%)	P2O5 (kg da ⁻¹)	K2O (kg da ⁻¹)
0-30 cm	0,877	0,0436	8,13	20,6117	2,061	131,0546

Kaynak: Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2020

Şanlıurfa ili, Eyyübiye ilçesi karasal iklimin etkisi altındadır. Yaz mevsimi kurak ve sıcak, kış ayları ise ılık ve yağışlıdır. Çizelge 2 ‘den, pamuk bitkisinin gelişme dönemi boyunca yıllık (Nisan-Ekim ayları) yağış miktarı uzun yıllar ortalaması 16.80 kg m⁻¹, sıcaklık ortalaması ise 25.4 °C ölçülmüştür. Araştırmanın birinci yılına ait pamuk yetiştirme

sezonunda Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında, ikinci yılında ise Haziran, Temmuz, Eylül ve Ekim aylarında hiç yağış düşmemiştir. Denemenin 2021 yılı 2020 yılına nispeten kurak geçmiştir. Çalışmanın yapıldığı yıllarda sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamasına yakın bir seyir izlemiştir.

Çizelge 2. 2020-2021 yılları ile uzun yıllar ortalamasına ait Şanlıurfa ili iklim verileri

Table 2. Şanlıurfa climate data for the years 2020-2021 and the long-term average

Aylar Months	2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year		1929-2020 Uzun Yıllar Ortalaması Long-Term Average	
	Ortalama Sıcaklık Average Temperature (°C)	Yağış Precipitation (kg m ⁻¹)	Ortalama Sıcaklık Average Temperature (°C)	Yağış Precipitation (kg m ⁻¹)	Ortalama Sıcaklık Average Temperature (°C)	Yağış Precipitation (kg m ⁻¹)
Nisan April	17.1	69.3	19.1	0.4	16.2	50
Mayıs May	23.2	39.1	26.6	2.7	22.2	26.8
Haziran June	28.9	0.4	29.0	0.0	28.1	4.3
Temmuz July	34.2	0	33.8	0.0	32.0	2
Ağustos August	30.9	0	32.7	7.7	31.5	3.4
Eylül September	24.0	0	27.2	0	27.2	4.6
Ekim October	13.5	0	24	0	20.6	26.5
Ortalama Average	24.5	15.49	27.48	1.54	25.4	16.80

Deneme deseni ve ekim

Deneme tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olacak şekilde kurulmuştur. Çalışmada 2 farklı ekim zamanı (5 Mayıs ve 5 Haziran) ana parselleri, 5 farklı defoliant uygulamaları 1-Finish Pro 765 (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide), 2- Genesis (200 g l⁻¹ (Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron), 3-Ethephon (720 g l⁻¹), 4-Son Final (480 g l⁻¹ Ethephon+60 gr l⁻¹ Cyclanilide) 5-Kontrol ise alt parselleri oluşturmuştur. Uygulamalar her iki denemede kozaların %60'ı açtığı zaman gerçekleştirilmiştir. Kontrol parsellerine kalibrasyon yapıldıktan sonra yalnızca su püskürtülmüştür. Denemenin iki yılında da tohumlar, normal ekimde 5 Mayıs ve geç ekimde 5 Haziran tarihlerinde pnömomatik mibzer ile ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Her parsel 12 metre uzunluğundaki 4 sıradan oluşmuş ve sıra arası makineli hasada uygun olarak 75 cm ve sıra üzeri ise 10-12 cm olarak ayarlanmıştır. Denemede, bakım işlemleri için bloklar ve parseller arasında 3'er metre boşluk bırakılmıştır.

Bakım, sulama, gübreleme ve diğer kültürel uygulamalar

Deneme alanı sonbaharda önceki yıla ait bitki artıları uzaklaştırdıktan sonra pulluk ile işlenmiş, Şubat sonu ile Mart ayının başında kültüvatör ile sürülmüştür. Daha sonra tapan çekilerek tarla düzleştirilmiş ve sırt çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Ekimle birlikte dekara saf 8.1 kg da⁻¹ N ve 20.7 kg da⁻¹ P (18-46 DAP) gübresi, üst gübrelemede ise 12 kg da⁻¹ saf N (% 46 üre) uygulanmıştır. Denemede bakım ve sulama işlemleri geleneksel olarak yapılmış olup toplamda 7 kez karık usulü sulanmıştır. Normal ve geç ekimlerde hasat defoliant uygulamalarından sonra elle bir defa da toplanmıştır.

Fide döneminde Tütün Tripsi (*Thrips tabaci*)'i zararlısına karşılık dekara 100 ml 400 g l⁻¹ Dimethoate ile birlikte kök gelişmesine destek olmak için dekara 250 ml humik asit kullanılmıştır. Pamuk Yaprak Biti (*Aphis gossypii*) ve Pamuk Yaprak Pireleri (*Empoasca spp.*) için dekara 25 g %20 Acemiprid ile taraklanmayı teşvik etmek için

yapraktan dekara 200 g fosfor takviyesi yapılmıştır. Aynı zamanda dekara 25 ml pix uygulanmıştır. Pamukta Yeşilkurt (*Helicoverpa armigera*) zararlısı için dekara 17.5 ml Coragen (200 g l⁻¹ Chlorantraniliprole) ile dekara 25 g Hekplan (%20 Acemiprid) uygulanmıştır. Ayrıca yapraktan dekara 200 g fosfor ve 200 g saf potasyum uygulaması yapılmış ve kozaların %20'si açıldığında sulama sonlandırılmıştır.

Denemede incelenen özellikler ve belirleme yöntemleri

Aşağıdaki özellikler Worley ve ark. (1976)'in belirttiği yöntemler gereğince saptanmıştır. Her parselden belirlenmiş 10 bitki üzerinden uygulamadan önce koza sayısı (adet bitki⁻¹), uygulamadan önce açmış koza sayısı (adet bitki⁻¹), uygulamadan sonra 7. gün açan koza sayısı (adet bitki⁻¹), uygulamadan sonra 14. gün açan koza sayısı (adet bitki⁻¹), uygulamadan sonra 21. gün açan koza sayısı (adet bitki⁻¹), uygulamadan önce yaprak sayısı (adet bitki⁻¹), uygulamadan sonra 7. gün yaprak koza sayısı (adet bitki⁻¹), uygulamadan sonra 14. gün yaprak sayısı (adet bitki⁻¹), uygulamadan sonra 21. gün yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) takip edilerek sonuçlandırılmıştır.

Her parsel yanlarındaki birer sıra ve parsel başlarından 1 m'lik kısım atılıp, ortadaki iki sırada bulunan (10 m x 1.4 m = 14 m²) bitkilerden toplanmış olan kütlü pamuk verileri tartılıp ve daha sonra dekara çevrilerek verim hesaplanmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi

Denemeden elde edilen her bir özelliğin verileri MİNİTAB (18.1) istatistik paket programı ile tesadüf bloklarında bölünmüş deneme desenine göre varyans analizleri yapıp ve Tukey testine (0.05) göre ortalamalar gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Uygulama öncesi toplam koza sayısı (adet bitki⁻¹)

Çalışmanın 2020 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamalarının uygulama öncesi toplam koza sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemli düzeyde (p<0.01) farklılıklar bulunduğu, ekim zamanı x defoliant uygulamaları

interaksiyonları ise önemsiz bulunduğu izlenebilmektedir. Yapılan varyans analizi sonucunda (2021 yılı); ekim zamanları, ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksiyonları istatistiki $p<0.01$ ve $p<0.05$ düzeyinde önemli; defoliant uygulamalarının ise uygulama öncesi toplam koza sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemsiz bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3'den, denemenin iki yılında da normal ekim (23.50 ve 22.94 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (16.01-15.88 adet bitki⁻¹) daha fazla koza oluşturmuştur. Farklı defoliant uygulamaları koza sayısı bakımından farklı gruplar oluşturmasına rağmen birbirine yakın değerler oluşturmuştur. Çalışmada, koza açma dönemine kadar (%60-70) herhangi bir yaprak döktürme işlemi yapılmadığından, toplam koza sayısı ekim zamanlarından etkilenmişlerdir. Pamuk büyümesi ve gelişimi, özellikle çiçek başlangıcı ve gelişimi sırasında ekim tarihinden büyük ölçüde etkilenmekte ve bu da ürünün olgunlaşmasını geciktirmektedir (Wei ve ark, 2017). Geç ekim genellikle çiçek oluşumunu geciktirir ve normal ekilen ürüne göre koza olgunlaşma süresini uzatır

(Wei ve diğerleri, 2017; Muharam ve diğerleri, 2014; Zhao ve diğerleri, 2012; Hussain ve ark., 2020). Haliloğlu ve ark. (2020), 10 Mayıs'ta ekilen pamuklarda ortalama 19.93-19.35 arası koza bitki⁻¹ ve 10 Haziran'da ekilen pamuklarda da ortalama 13.52-13.90 arası koza bitki⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Qamar ve ark. (2016), ekim tarihinin istatistiksel olarak koza sayısı üzerinde önemli etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmadan elde ettiğimiz bulgular ile daha önce yapılmış olan çalışma bulguları örtüşmektedir.

Uygulama öncesi açmış koza sayısı

Çalışmanın 2020 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamalarının uygulama öncesi açan koza sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar bulunduğu, ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksiyonları ise önemsiz bulunduğu; 2021 yılında ise, ekim zamanları, defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksiyonları istatistiki ($p<0.01$ ve $p<0.05$) düzeyinde önemli bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Normal ve geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliantlar uygulamalarından elde edilen ortalama uygulama öncesi toplam koza sayısı (adet bitki⁻¹) ve açmış koza sayısı (adet bitki⁻¹) değerleri ile Tukey testine göre oluşan gruplar
Table 3. The groups formed according to Tukey test with the average total number of bolls (number plant⁻¹) and the number of bloomed bolls (number plant⁻¹) values obtained from different defoliant applications of cotton plant in normal and late plantings

	Uygulama Öncesi Toplam Koza Sayısı Total Number of Cocoons Before Application (adet bitki ⁻¹)				Uygulama Öncesi Açmış Koza Sayısı Number of Bolls Bloomed Before Application (adet bitki ⁻¹)			
	2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year		2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year	
	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing
Kontrol	22.10a	13.80c	21.80abc	14.37e	16.70ab	8.40d	12.10bcd	7.93e
Genesis	24.20a	15.50bc	25.53a	14.97de	15.73ab	8.66d	13.83abc	8.87de
Finish pro	24.30a	18.06b	24.43ab	16.47de	17.33a	11.60c	16.93a	10.63cde
Son final	23.70a	16.70b	20.03bcd	16.77cde	16.33ab	10.43cd	12.50bcd	11.57bcde
Ethephon (720 g)	23.20a	16.00bc	22.90ab	16.83cde	14.60a	10.20cd	14.80ab	11.10bcde
Ortalama Average	23.50a	16.01b	22.94a	15.88b	16.14a	9.86b	14.03a	10.02b
CV %	4.74		9.07		2.86		10.84	

** : $P<0.01$ ve * : $P<0.05$ düzeyinde önemlidir.

Aynı sütunda bulunan ve aynı harf grubuna dahil olan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

Çizelge 3'den, çalışmanın iki yılında da normal ekim (16.14 ve 14.03 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (9.86 ve 10.02 adet bitki⁻¹) daha fazla açan koza oluşturmuştur. Farklı defoliant uygulamaları koza sayısı bakımından farklı gruplar oluşturmasına rağmen birbirine yakın değerler oluşturmuştur. Çalışmada, koza açma dönemine kadar (%60-70) herhangi bir yaprak döktürme işlemi yapılmadığından, açan koza sayısı ekim zamanlarından etkilenmişlerdir. Baran ve Kaynak (2015), ekim zamanı geciktikçe koza sayısının düştüğünü belirtmiştir. Geç ekim genellikle çiçek oluşumunu geciktirir ve normal ekilen ürüne göre koza olgunlaşma süresini uzattığı birçok çalışmada tespit edilmiştir (Wei ve diğerleri, 2017; Muharam ve diğerleri, 2014; Zhao ve diğerleri, 2012; Hussain ve ark., 2020). Haliloğlu ve ark. (2020), 10 Mayıs'ta ekilen pamuklarda 16.20-16.88 açan koza bitki⁻¹ ve 10 Haziran'da ekilen pamuklarda da 12.41-12.97 açan koza bitki⁻¹ olduğunu belirtmiştir. Çalışmadan elde ettiğimiz bulgular daha önce yapılmış olan çalışmalarla örtüşmektedir.

Uygulamadan 7. gün sonra açan koza sayısı

Çalışmanın 2020 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamalarının uygulama öncesi 7. gün açan koza sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar bulunduğu, ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksyonları ise önemsiz bulunduğu; 2021 yılında ise, ekim zamanları, defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksyonları istatistiki ($p<0.01$) düzeyinde önemli bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 3'den, çalışmanın iki yılında da normal ekim (19.42 ve 16.10 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (11.41 ve 11.91 adet bitki⁻¹) daha fazla 7. gün açan koza oluşturmuştur. Baran ve Kaynak (2015), ekim zamanı geciktikçe koza sayısının düştüğünü tespit etmişlerdir. Farklı defoliant uygulamalarında 7.

gün açan koza sayısı bakımından en yüksek değer normal ekim Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) defoliant uygulamasından (20.90 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise geç ekim kontrol uygulamasından (8.66 adet bitki⁻¹) elde edilmiştir. Ming-wei ve ark. (2013) tüm uygulamaların kontrol parsellerinden daha fazla koza açılmasına katkıda bulunduğunu; Beyyavaş (2019), hasada yardımcı kimyasal uygulamaların kontrole göre daha fazla açan koza oluşturduğunu belirtmeleri; Raghavendra ve Reddy (2020), yaprak dökücü uygulamadan 7 gün sonra, Dropp ultra 250 ml ha⁻¹'da (%92.3), Dropp ultra 200 ml ha⁻¹'da (%90.0) ve Ethrel 300 ml ha⁻¹ (%89.0) oranında artış olduğunu belirtmesi çalışmamızla uyum içerisindedir.

Uygulamadan 14. gün sonra açan koza sayısı

Çalışmanın 2020 yılı ve 2021 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamalarının uygulama öncesi 14. gün açan koza sayısı (adet bitki⁻¹) bakımından önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar görüldüğünü, ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksyonları ise önemsiz bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4'den, çalışmanın iki yılında da normal ekim (20.81 ve 17.40 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (12.84 ve 13.35 adet bitki⁻¹) daha fazla 14. gün açan koza oluşturmuştur. Baran ve Kaynak (2015), ekim zamanı geciktikçe koza sayısının düştüğünü tespit etmişlerdir. En yüksek değer normal ekim Finish Pro defoliant uygulamasından (22.76 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise geç ekim kontrol uygulamasından (9.93 adet bitki⁻¹) elde edilmiştir. Ming-wei ve ark. (2013) tüm uygulamaların kontrol parsellerinden daha fazla koza açılmasına katkıda bulunduğunu; Beyyavas (2019), hasada yardımcı kimyasal uygulamaların kontrole göre daha fazla açık koza oluşturduğunu belirtmeleri; Han ve ark. (2019), defoliant uygulamalarından sonra en hızlı artışın 10-15 gün arasında gerçekleştiğini ifade etmesi çalışmamızla uyum içerisindedir.

Çizelge 4. Normal ve geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliantlar uygulamalarından elde edilen ortalama uygulamadan 7. gün sonra açan koza sayısı (adet bitki⁻¹) ve uygulamadan 14. gün sonra açan koza sayısı (adet bitki⁻¹) değerleri ile Tukey testine göre oluşan gruplar

Table 4. The groups formed according to Tukey test with the average number of bolls blooming 7th day after the application (number plant⁻¹) and the number of bolls blooming 14th day after the application (number plant⁻¹) values obtained from the application of different defoliant of the cotton plant in normal and late sowing

	Uygulamadan 7. Gün Sonra Açan Koza Sayısı Number of bolls bloomed 7 Days After Application (adet bitki ⁻¹)				Uygulamadan 14. Gün Sonra Açan Koza Sayısı Number of bolls bloomed 14 Days After Application (adet bitki ⁻¹)			
	2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year		2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year	
	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing
Kontrol	18.40a	8.66d	13.93bcd	9.50e	19.00b	9.93e	13.67cd	11.57d
Genesis	19.00a	10.13cd	16.17abc	10.97de	20.20b	11.60de	16.50bc	12.27de
Finish pro	20.90a	14.40b	18.70a	12.10de	22.76a	16.23c	20.57a	13.73cd
Son final	19.90a	12.06bc	15.17bc	13.60bcd	21.16ab	13.33d	17.30abc	14.43cd
Ethephon	18.93a	11.80bc	16.53ab	13.37cde	20.93ab	13.13d	18.98ab	14.73cd
(720 g)								
Ortalama Average	19.42a	11.41b	16.10a	11.91b	20.81a	12.84b	17.40a	13.35b
CV %	6.90		7.15		4.09		8.08	

**: P<0.01 ve *: P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Aynı sütunda bulunan ve aynı harf grubuna dahil olan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

Uygulamadan 21. gün sonra açan koza sayısı

Çalışmanın 2020 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamalarının uygulama öncesi 21. gün açan koza sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemli düzeyde (p<0.01) farklılıklar bulunduğu, ekim zamanı x defoliant

uygulamaları interaksiyonları ise önemsiz bulunduğu; 2021 yılında ise, ekim zamanları, defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksiyonları istatistikî (p<0.01) düzeyinde önemli bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Normal ve geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliantlar uygulamalarından elde edilen ortalama uygulamadan 21. gün sonra açan koza sayısı (adet bitki⁻¹) ve uygulama öncesi toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) değerleri ile Tukey testine göre oluşan gruplar

Table 5. The groups formed according to Tukey test with the average number of bolls (number plant⁻¹) and the total number of leaves before the application (number plant⁻¹) values obtained from the application of different defoliant of the cotton plant in normal and late sowing 21 days after the application

	Uygulamadan 21. Gün Sonra Açan Koza Sayısı Number of bolls bloomed 21 Days After Application (adet bitki ⁻¹)				Uygulama Öncesi Toplam Yaprak Sayısı Total Number of Leaves Before Application			
	2020 yılı/Year		2021 yılı/Year		2020 yılı/Year		2021 yılı/Year	
	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing
Kontrol	19.80c	10.73f	14.93cde	12.03e	61.20c	48.80f	77.33a	53.17c
Genesis	20.80bc	12.26ef	18.27bcd	12.73e	69.80ab	52.76ef	71.03ab	55.17c
Finish pro	23.80a	16.90d	23.20a	15.17cde	60.63c	55.23de	63.87bc	56.57c
Son final	22.56ab	14.66de	18.70bc	14.73de	73.43a	51.90ef	76.77a	56.27c
Ethephon	22.13abc	14.30de	20.53ab	15.20cde	65.83b	58.60cd	63.57bc	58.37c
(720 g)								
Ortalama Average	21.82a	13.77b	19.13a	13.97b	66.18a	53.46b	70.51a	55.95b
CV %	5.04		7.85		2.31		5.55	

**: P<0.01 ve *: P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Aynı sütunda bulunan ve aynı harf grubuna dahil olan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur

Çizelge 5'den, çalışmanın iki yılında da normal ekim (21.82 ve 19.13 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (13.77 ve 13.97 adet bitki⁻¹) daha fazla 21. gün açan koza oluşturmuştur. Baran ve Kaynak (2015), ekim zamanı geciktikçe koza sayısının düştüğü belirtmesi; Bachubhai ve ark. (2018), ekimdeki gecikme, düşük sıcaklık nedeniyle kozanın olgunlaşma süresini uzattığını belirtmesi çalışmamızla uyum içerisindedir. Farklı defoliant en yüksek değer normal ekim Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) defoliant uygulamasından (23.80 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise geç ekim kontrol uygulamasından (10.73 adet bitki⁻¹) elde edilmiştir. Ming-wei ve ark. (2013) tüm uygulamaların kontrol parsellerinden daha fazla koza açılmasına katkıda bulunduğunu; Beyyavas (2019), hasada yardımcı kimyasal

uygulamaların kontrole göre daha fazla açık koza oluşturduğunu belirtmeleri çalışmamızla paralellik göstermektedir.

Koza açım yüzdeleri (%)

Çizelge 6 ve 7'den, açım oranlarına bakıldığında çalışmanın iki yılında da en yüksek koza açımı yüzdesinin (%92.82 ve 83.60) ile normal ekim Finish Pro uygulamasına ait olduğu saptanmıştır. En düşük açım yüzdesinin çalışmanın ilk yılında ise %43.14 ile geç ekim kontrol parselinden, ikinci yılda ise normal ekim kontrol parseline (%29.18) ait olduğu saptanmıştır. Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) etkili maddesinin koza açıcı özelliğinden dolayı diğer uygulamalara göre çok iyi performans göstermiştir.

Çizelge 6. 2020 yılı Normal ve Geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliant uygulamalarından 21 gün sonra elde edilmiş açım oranlarına ilişkin yüzdeler verileri

Table 6. Percentage data on the blooming rates obtained 21 days after the different defoliant applications of the cotton plant in 2020, normal and late sowing

		Koza Sayısı/Number of Cocoons					Açım Yüzdesi Percentage of Number Bolls Bloomed
		Toplam Total	Açılan Koza Sayısı Number of Bolls Bloomed	7. Gün 7 Days	14. Gün 14 Days	21.Gün 21 Days	
Normal Ekim Normal Sowing	Kontrol	22.10	16.70	18.40	19.00	19.80	%57.40
	Genesisiss	24.20	15.73	19.00	20.20	20.80	%59.85
	Finish Pro	24.30	17.33	20.90	22.76	23.80	%92.82
	Son Final	23.70	16.33	19.90	21.16	22.56	%84.53
	Ethephon (720 g l ⁻¹)	23.20	14.60	18.93	20.93	22.13	%87.55
Geç Ekim Normal Sowing	Kontrol	13.80	8.40	8.66	9.93	10.73	%43.14
	Genesisiss	15.50	8.66	10.13	11.60	12.26	%52.63
	Finish Pro	18.06	11.60	14.40	16.23	16.90	%82.04
	Son Final	16.70	10.43	12.06	13.33	14.66	%67.46
	Ethephon (720 g l ⁻¹)	16.00	10.20	11.80	13.13	14.30	%70.68

Çizelge 7. 2021 yılı Normal ve Geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliant uygulamalarından 21 gün sonra elde edilmiş açım oranlarına ilişkin yüzdeler verileri

Table 7. Percentage data on the blooming rates obtained 21 days after the different defoliant applications of the cotton plant in 2021, normal and late sowing

		Koza Sayısı/Number of Cocoons					Açım Yüzdesi Percentage of Number Bolls Bloomed
		Toplam Total	Açılan Koza Sayısı Number of bolls bloomed	7. Gün 7 Days	14. Gün 14 Days	21.Gün 21 Days	
Normal Ekim Normal Sowing	Kontrol	21.80	12.10	13.93	13.67	14.93	%29.18
	Genesisiss	25.53	13.83	16.17	16.50	18.27	%37.95
	Finish Pro	24.43	16.93	18.70	20.57	23.20	%83.60
	Son Final	20.03	12.50	15.17	17.30	18.70	%82.74
	Ethephon (720 g l ⁻¹)	22.90	14.80	16.53	18.98	20.53	%70.74
Geç Ekim Normal Sowing	Kontrol	14.37	7.93	9.50	11.57	12.03	%63.66
	Genesisiss	14.97	8.87	10.97	12.27	12.73	%63.28
	Finish Pro	16.47	10.63	12.10	13.73	15.17	%77.74
	Son Final	16.77	11.57	13.60	14.43	14.73	%60.77
	Ethephon (720 g l ⁻¹)	16.83	11.10	13.37	14.73	15.20	%71.55

Uygulamada öncesi toplam yaprak sayısı

Çalışmanın 2020 ve 2021 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksiyonları uygulama öncesi toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar bulunduğu izlenebilmektedir (Çizelge 5).

Çalışmanın iki yılında da ekim zamanlarına göre normal ekim (66.18 ve 70.51 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (53.46 ve 55.95 adet bitki⁻¹) daha fazla uygulama öncesi toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) oluşturmuştur. Normal ekimde yaprak sayısının fazla olması vejetasyon süresinin geç ekime göre daha uzun olmasına bağlanabilir. Ekim tarihi, bitkinin vejetatif ve generatif aşamasını etkilediği için pamuğun büyümesini ve gelişimini etkileyen ana nedendir (Qamar ve ark., 2016).

Uygulamadan 7. gün sonra yaprak sayısı

Çalışmanın 2020 ve 2021 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksiyonları uygulama öncesi toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar bulunduğu izlenebilmektedir (Çizelge 8).

Çalışmanın iki yılında da göre normal ekim (44.47 ve 52.98 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (40.48 ve 40.55 adet bitki⁻¹) daha fazla 7. gün toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) oluşturmuştur. 2020 yılında en yüksek değer normal ekim Genesis (200 g l⁻¹ Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron) defoliant uygulamasından (50.20 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise geç ekim son final defoliant uygulamasından (37.33 adet bitki⁻¹); 2021 yılında ise en yüksek değer normal ekim kontrol uygulamasından (69.73 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise geç ekim son final defoliant uygulamasından (37.50 adet bitki⁻¹) elde edilmiştir. Defoliant uygulamalarına bakıldığında normal

ekim ve geç ekimde Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) uygulaması 7.gün toplam yaprak sayısını azalttığını, diğer uygulamalardan daha iyi bir performans gösterdiğini Çizelge 8'den izlenmektedir.

Uygulamadan 14. gün sonra yaprak sayısı

Çalışmanın 2020 ve 2021 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksiyonları uygulama öncesi toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar bulunduğu izlenebilmektedir (Çizelge 8).

Çalışmanın ilk yılında normal ekim (30.40 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (32.26 adet bitki⁻¹) daha düşük, ikinci yılında ise normal ekim (44.24 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (30.98 adet bitki⁻¹) daha fazla 14. gün toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) oluşturmuştur. Defoliant uygulamalarının normal ekimde yaprak sayısının geç ekime göre daha düşük oranda çıkması çevre koşulları ve sıcaklık faktörüne bağlanabilir. 2020 yılında farklı defoliant uygulamalarında en yüksek değer normal ekim son final defoliant uygulamasından (41.33 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise normal ekim Finish pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) defoliant uygulamasından (22.43 adet bitki⁻¹) elde edilmiştir. 2021 yılında farklı defoliant uygulamalarında en yüksek değer normal ekim kontrol uygulamasından (65.00 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise geç ekim Genesis (200 g l⁻¹ Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron) defoliant uygulamasından (24.93 adet bitki⁻¹) elde edilmiştir. Defoliant uygulamalarına bakıldığında normal ekim ve geç ekimde Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) ve Genesis (200 g l⁻¹ Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron) uygulaması 14. gün toplam yaprak sayısını azalttığını, diğer uygulamalardan daha iyi bir performans gösterdiğini Çizelge 8'dan izlenmektedir.

Çizelge 8. Normal ve geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliantlar uygulamalarından elde edilen uygulama öncesi toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) ve uygulama sonrası 7.gün sonra yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) değerleri ile Tukey testine göre oluşan gruplar

Table 8. The groups formed according to Tukey test with the total number of leaves (piece plant⁻¹) before the application and the number of leaves after the 7th day after the application (number plant⁻¹) obtained from the applications of different defoliant of the cotton plant in normal and late sowing

	Uygulamadan 7. Gün Sonra Yaprak Sayısı Number of Leaves 7 Days After Application				Uygulamadan 14. Gün Sonra Yaprak Sayısı Number of Leaves 14 Days After Application			
	2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year		2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year	
	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing
Kontrol	46.46ab	40.03cde	69.73a	44.23cde	32.10b	32.83b	65.00a	34.50bcd
Genesis	50.20a	37.86de	54.83b	37.73de	26.06c	24.93c	40.07bc	24.93d
Finish pro	31.53f	46.53bcd	41.00de	40.27de	22.43c	33.20b	28.93cd	32.00bcd
Son final	49.16ab	37.33e	52.40bc	37.50e	41.33a	30.60b	45.07b	28.83cd
Ethephon (720 g)	45.00abc	43.63bc	46.93bcd	43.03de	30.10b	39.76a	42.13bc	34.63bcd
Ortalama Average	44.47a	40.48b	52.98a	40.55b	30.40b	32.26a	44.24a	30.98b
CV %	14.94		6.65		4.05		12.14	

** : P<0.01 ve * : P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Aynı sütunda bulunan ve aynı harf grubuna dahil olan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

Uygulamadan 21. gün sonra yaprak sayısı

Çalışmanın 2020 ve 2021 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksiyonları uygulama öncesi toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemli düzeyde (p<0.01) farklılıklar bulunduğu izlenebilmektedir (Çizelge 9).

Çalışmanın ilk yılında normal ekim (20.36 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (25.78 adet bitki⁻¹) daha düşük; ikinci yılda ise normal ekim (33.89 adet bitki⁻¹) geç ekime göre (21.89 adet bitki⁻¹) daha fazla 21. gün toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) oluşturmuştur. Defoliant uygulamalarının normal ekimde yaprak sayısının geç ekime göre daha düşük oranda çıkması çevre koşulları ve sıcaklık faktörüne bağlanabilir. Buna karşın daha geç devrelerde yaprak döküldüğünde, olumsuz hava koşulları ile karşılaşmakta ve ayrıca düşük ısı koşulları nedeniyle, yeterli miktarda yaprak dökümü gerçekleşmemektedir (Kerby ve ark., 1992). Raghavendra ve Reddy (2020), pamukta

yaprak dökücülerin geç uygulanması düşük sıcaklıklardan dolayı yaprakların dökülemediğini belirtmesi çalışmamızla uyum içerisindedir. 2020 yılında farklı defoliant uygulamalarında en yüksek değer normal ekim Ethephon (720 g l⁻¹) defoliant uygulamasından (34.73 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise normal ekim Genesis (200 g l⁻¹ Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron) defoliant uygulamasından (9.53 adet bitki⁻¹); 2021 yılında ise en yüksek değer normal ekim kontrol uygulamasından (39.53 adet bitki⁻¹), en düşük değer ise normal ekim Genesis (200 g l⁻¹ Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron) defoliant uygulamasından (12.87 adet bitki⁻¹) elde edilmiştir. Defoliant uygulamalarının ortalamalarına bakıldığında normal ekim ve geç ekimde Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) ve Genesis (200 g l⁻¹ Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron) uygulaması 21. gün toplam yaprak sayısını azalttığını, diğer uygulamalardan daha iyi bir performans gösterdiğini Çizelge 9'den izlenmektedir.

Çizelge 9. Normal ve geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliantlar uygulamalarından elde edilen ortalama uygulamadan 21. gün sonra yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) ve bitki boyu (cm) değerleri ile Tukey testine göre oluşan gruplar

Table 9. The groups formed according to the Tukey test with the number of leaves (number plant⁻¹) and plant height (cm) values 21 days after the average application obtained from the application of different defoliant of the cotton plant in normal and late sowing.

	Uygulamadan 21. Gün Sonra Yaprak Sayısı Number of Leaves 21 Days After Application				Bitki Boyu Plant Height			
	2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year		2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year	
	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç ekim Late Sowing
Kontrol	26.90c	25.56c	39.53a	25.97bcd	91.30ab	82.06de	82.10d	82.33cd
Genesis	9.53e	13.50d	22.33d	12.87e	94.83a	83.06de	82.00ab	83.57bcd
Finish pro	14.53d	25.26c	23.07cd	23.10cd	92.60ab	79.69e	88.37abc	80.17d
Son final	25.80c	29.83b	31.00bc	23.47cd	89.70abc	79.66e	92.10a	81.30d
Ethephon (720 g)	25.03c	34.73a	33.53b	24.03cd	83.66cde	87.60bcd	82.90cd	84.03bcd
Ortalama Average	20.36b	25.78a	33.89a	21.89b	90.42a	82.41b	86.90a	82.90b
CV %	3.95		10.34		2.59		2.41	

** : P<0.01 ve * : P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Aynı sütunda bulunan ve aynı harf grubuna dahil olan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

Yaprak döküm yüzdesi (%)

Çizelge 10 ve 11'da yaprak döküm yüzdeleri hesaplanmıştır. Çalışmanın iki yılında da en yüksek döküm oranının normal ekimde yaprak dökürücü olarak kullandığımız Genesis uygulamasına (%86.34 ve 71.12) ait olduğu; koza açtırıcı olarak kullanılan Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) uygulamasının (%76.03 ve 63.88) takip ettiğini; geç ekimde ise çalışmanın iki yılında da en yüksek döküm oranının Genesis (200 g l⁻¹

Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron) uygulamasına (%74.41 ve 75.79) ait olduğu çizelgelerden görülmektedir. En düşük döküm oranının 2020 deneme yılında normal ekimde kontrol parseli (%56.04) iken geç ekimde %41.58 ile Ethephon (720 g l⁻¹) uygulamasında olduğu saptanmıştır. 2021 yılında ise en düşük döküm oranının normal ve geç ekimde kontrol parsellerinden (%44.35 ve %52.93) alınmıştır.

Çizelge 10. 2020-2021 yıllarında normal ve geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliant uygulamalarından 21 gün sonra elde edilmiş yaprak döküm oranlarına ilişkin yüzdeler verileri

Table 10. Percentage data on defoliation rates obtained 21 days after different defoliant applications of cotton plant in normal and late sowing in 2020-2021

		Yaprak Sayısı/Number of Leaves					Döküm Yüzdesi Leaf Fall Percentage
		Toplam Total	7. Gün 7 Days	14. Gün 14 Days	21. Gün 21 Days		
Normal Ekim Normal Sowing	Kontrol	61.20	46.46	32.10	26.90	%56.04	
	Genesis	69.80	50.20	26.06	9.53	%86.34	
	Finish Pro	60.63	31.53	22.43	14.53	%76.03	
	Son Final	73.43	49.16	41.33	25.80	%64.86	
	Ethephon (720 g l⁻¹)	65.83	45.00	30.10	25.03	%61.97	
Geç Ekim Late Sowing	Kontrol	48.80	40.03	32.83	25.56	%47.62	
	Genesis	52.76	37.86	24.93	13.50	%74.41	
	Finish Pro	55.23	46.53	33.20	25.26	%54.26	
	Son Final	51.90	37.33	30.60	29.83	%42.52	
	Ethephon (720 g l⁻¹)	58.60	43.63	39.76	34.73	%41.58	

Çizelge 11. 2020-2021 normal ve geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliant uygulamalarından 21 gün sonra elde edilmiş yaprak döküm oranlarına ilişkin yüzdeler verileri

Table 11. Percentage data on defoliation rates obtained 21 days after different defoliant applications of cotton plant in normal and late sowing in 2020-2021

		Yaprak sayısı/Number of Leaves				
		Toplam	7. Gün	14. Gün	21. Gün	Döküm Yüzdesi
		Total	7 Days	14 Days	21 Days	Leaf Fall Percentage
Normal Ekim Normal Sowing	Kontrol	71.03	69.73	65.00	39.53	%44.35
	Genesis	77.33	54.83	40.07	22.33	%71.12
	Finish Pro	63.87	41.00	28.93	23.07	%63.88
	Son Final	76.77	52.40	45.07	31.00	%59.62
	Ethephon (720 g l ⁻¹)	63.57	46.93	42.13	33.53	%47.25
Geç Ekim Late Sowing	Kontrol	55.17	44.23	34.50	25.97	%52.93
	Genesis	53.17	37.73	24.93	12.87	%75.79
	Finish Pro	56.57	40.27	32.00	23.10	%59.17
	Son Final	56.27	37.50	28.83	23.47	%58.29
	Ethephon (720 g l ⁻¹)	58.37	43.03	34.63	24.03	%58.83

Bitki boyu (cm)

Çalışmanın 2020 ve 2021 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksyonları uygulama öncesi toplam yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) yönünden önemli düzeyde (p<0.01) ve (p<0.05) farklılıklar bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 9).

Çalışmanın iki yılında da normal ekim (90.42 ve 86.90 cm) geç ekime göre (82.41 ve 82.90 cm) daha fazla bitki boyuna sahip olmuştur. Qamar ve ark. (2016)'ın erken ekimlerin bitki boyunu artırdığını; Haliloğlu ve ark. (2020) normal ekimin geç ekime göre bitki boyunu arttırdığını; Hussain ve ark. (2020) ekimin gecikmesiyle bitki boyunun azaldığını belirtmeleri çalışmamızla uyum içerisindedir. Farklı defoliant uygulamalarında 2020 yılında en yüksek bitki boyu normal ekim Genesis (200 g l⁻¹ Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron) defoliant uygulamasından (94.83 cm), en düşük değer ise geç ekim Son final defoliant uygulamasından (79.66 cm) elde edilmiştir. 2021 yılında ise en yüksek bitki boyu normal ekim Son final (480 g l⁻¹ Ethephon + 60 g l⁻¹ Cyclanilide) defoliant uygulamasından (92.10 cm), en düşük değer ise geç ekim Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 g l⁻¹ Cyclanilide) defoliant uygulamasından (80.17 cm) elde edilmiştir.

Koza ağırlığı (g)

Çalışmanın 2020 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları ve defoliant uygulamaları, koza ağırlığı (g) yönünden önemli düzeylerde (p<0.01 ve

p<0.05) farklılıklar bulunduğu, ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksyonlarının ise, önemsiz bulunduğu saptanmıştır. 2021 yılında ise ekim zamanları (p<0.01) düzeyinde önemli; defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksyonlarının önemsiz bulunduğu Çizelge 12'den izlenmektedir.

Çalışmanın iki yılında da normal ekim (7.19 ve 6.99 g) geç ekime göre (6.59 ve 6.39 g) daha ağır kozalar oluşturmuştur. Vejetasyon süresinin uzaması pamuk bitkisinde koza ağırlığı üzerine olumlu katkı yaptığını söyleyebiliriz. Cathey ve ark. (1988) ekimin gecikmesi sonucu koza ağırlığının azaldığını; Kılı (2005), koza kütlü ağırlığının geç ekimlerde %14 azaldığını; Haliloğlu ve ark. (2020) normal ekimin geç ekime göre daha ağır kozalar oluşturduğunu belirtmeleri çalışmamızla örtüşmektedir. Farklı defoliant uygulamalarında, 2020 yılında en yüksek koza ağırlığı normal ekim Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) defoliant uygulamasından (7.57 g), en düşük değer ise geç ekim son final (480 g l⁻¹ Ethephon + 60 gr l⁻¹ Cyclanilide) defoliant uygulamasından (6.22 g) elde edilmiştir. 2021 yılında ise en yüksek koza ağırlığı normal ekim Genesis (200 g l⁻¹ Carfentrazone-ethyl + 30 g l⁻¹ Diuron) defoliant uygulamasından (7.14 g), en düşük değer ise geç ekim kontrol uygulamasından (6.13 g) elde edilmiştir. Awan ve ark. (2012); Görmüş ve ark. (2017) çalışmalarında defoliant uygulamasının kontrol parsellerine göre daha yüksek değerlerde bulunması çalışmamızla örtüşmektedir.

Çizelge 12. Normal ve geç ekimlerde pamuk bitkisinin farklı defoliantlar uygulamalarından elde edilen ortalama uygulamadan 21. gün sonra yaprak sayısı (adet bitki⁻¹) ve bitki boyu (cm) değerleri ile Tukey testine göre oluşan gruplar

Table 12. The groups formed according to the Tukey test with the number of leaves (number plant⁻¹) and plant height (cm) values 21 days after the average application obtained from the application of different defoliants of the cotton plant in normal and late sowing

	Koza Ağırlığı Cocoon Weight				Verim Yield			
	2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year		2020 Yılı/Year		2021 Yılı/Year	
	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing	Normal Ekim Normal Sowing	Geç Ekim Late Sowing
Kontrol	7.53ab	6.88abc	6.85abcd	6.13e	381.10h	436.36f	385.63e	419.40cd
Genesis	7.22abc	6.56abc	7.14a	6.34e	401.40g	445.63ef	418.43d	445.50bc
Finish pro	7.57a	7.04abc	7.07ab	6.47cde	549.63a	479.66c	627.00a	455.67b
Son final	7.03abc	6.22c	6.92abc	6.61bcde	508.70b	463.46d	608.00a	462.67b
Ethephon (720 g)	6.61abc	6.28bc	7.00ab	6.38de	517.63b	460.00de	615.67a	459.10b
Ortalama Average	7.19a	6.59b	6.99a	6.39b	471.69a	457.02b	530.95a	448.47b
CV %	6.22		2.52		1.16		1.80	

**: P<0.01 ve *: P<0.05 düzeyinde önemlidir.

Aynı sütunda bulunan ve aynı harf grubuna dahil olan ortalamalar arasında önemli bir farklılık yoktur.

Dekara verim (kg da⁻¹)

Çalışmanın 2020 ve 2021 yılı varyans analizi sonucunda; ekim zamanları, defoliant uygulamaları ve ekim zamanı x defoliant uygulamaları interaksiyonları kütlü verimi (kg da⁻¹) yönünden önemli düzeyde (p<0.01) farklılıklar bulunduğu izlenebilmektedir (Çizelge 12).

Çalışmanın iki yılında da normal ekim (471.69 ve 530.95 kg da⁻¹) geç ekime göre (457.02 ve 448.47 kg da⁻¹) daha fazla kütlü verimi alınmıştır. Bu durum, normal ekimlerde genotiplerin daha fazla yetiştirme süresine ihtiyaç duymasından kaynaklanmaktadır. Huang (2015), büyüme sezonun uzunluğu pamuk verimini artırdığını; Görmüş ve Yücel (2002), geç ekimin pamuk bitkisinin daha geç çiçek açmasına ve koza gelişimini daha soğuk havaya geldiğini ve böylece verimin düşmesine neden olduğunu belirtmiştir. Elde edilen sonuçlarımız Ataş (2008); Qamar ve ark. (2016); Haliloğlu ve ark. (2020)'ın sonuçlarında normal ekimin geç ekimlere göre daha fazla verim alındığını belirtmeleri çalışmamızla uyum içerisinde.

Farklı defoliant uygulamalarında çalışmanın iki yılında da en yüksek kütlü pamuk verimi normal ekim Finish Pro (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) defoliant uygulamasından (549.63 ve 627.00 kg da⁻¹), en düşük değer ise normal ekim

kontrol parsellerinden (381.10 ve 385.63 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Awan ve ark. (2012); Ming-Wei ve ark. (2013); Mrunaline ve ark. (2018); Haliloğlu ve ark. (2020) çalışmalarında defoliant uygulamasının kontrole göre daha fazla kütlü pamuk verimi verdiğini belirtmeleri çalışmamızla uyum içerisinde.

Sonuç ve Öneriler

Ekim zamanı pamuk yetiştiriciliği açısından en önemli faktörlerden birisidir. Çalışmamız bölgemizde son yıllarda ekimi yaygınlaşan buğday, arpa ve mercimek sonrası ekimi yapılan pamuk tarımına verim ve bazı karakterler bakımından yön vermesi önem arz etmektedir. Değişen iklim koşullarının gelecekte önemli bir risk faktörü olacağını, geç ekimlerde hasat dönemi sıkıntılarının yaşanacağı ve defoliant etkilerinin daha önemli hale geleceği düşünülmektedir. Çalışmamızda normal ekimin geç ekimlere göre avantaj sağladığı pamuk yetiştiriciliğinde vejetasyon süresinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca defoliant uygulamalarından Finish Pro 765 (720 g l⁻¹ Ethephon + 45 gr l⁻¹ Cyclanilide) uygulaması kütlü pamuk verimini artırdığı, koza açtırma ve yaprak dökücü özelliklerinin iyi performans göstermesi sebebiyle çiftçilere tavsiye edilebileceği düşünülmektedir.

Ekler

Çalışma HÜBAP tarafından desteklenmiştir (Proje No: 20112). Bu makale Abdulkadir MELİK'in Yüksek Lisans Tez çalışmasının bir kısmından oluşturulmuştur.

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

Yazar Katkısı: Vedat BEYYAVAŞ ve Abdulkadir MELİK çalışmayı tasarlayarak denemeleri kurmuş, çalışmayı birlikte yürütmüştür. Suat CUN ise makale ile ilgili literatür taraması yaparak makaleyi yazmışlardır.

KAYNAKÇA

- Ataş, E. (2008). Farklı zamanlarda ekilen pamukta değişik defoliant uygulama zamanının verim ve kaliteye etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, (Yüksek lisans tezi), Adana, 64s.
- Awan, H. U., Awan, I. U., Mansoor, M., Khakvani, A. A., Khan, M. A., Ghazanfarullah, & Khattak B. (2012). Effect of defoliant application at different stages of boll maturity and doses of sulfur on yield and quality of upland cotton. *Sarhad Journal. Agric.* 28(2):245-247s.
- Bachubhai, A., Monpara, D., & Vaghasia, R. (2018). Optimizing sowing time and row spacing for summer sesame growing in semi-arid environments of India. *Int. J. Curr. Res. Acad Rev*, (4): 122-131s.
- Baran ve Kaynak, (2015). İkinci Ürün Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) Bazı Koza ve Lif Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 12(1): 1-8s.
- Beyyavaş, V., (2019). The effect of different harvest aiding chemicals on yield and yield components of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Applied Ecology and Environmental Research*, 17 (2): 2733-2743.
- Bondada B. R., & Oosterhuis D. M. (2001). Conopy photosynthesis, specific leaf weight and yield components of cotton under varying nitrogen supply. *Journal of Plant Nitrition*, 24:469-477.
- Cathey, G. W. (1985). Conditioning Cotton For Increased Response To Defoliant Chemicals, *Field Crops Research* (No.10, pp. 347-353). Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. [<http://naldc.nal.usda.gov/download/35588/PDF>], Erişim Tarihi:26.04.2015
- Cathey, G. W., & Meredith, W. R. (1988). Cotton response to planting date and mepiquat chloride. *Agron. J.* 80: 463-466.
- Çopur, O., Demirel, U., Polat, R., & Gür, M. A., (2010). Effect

of different defoliant and application times on the yield and quality components of cotton in semiarid conditions. *African Journal of Biotechnology*, 9 (14): 2095.

- EDMİSTEN, K. L. (1998). The Cotton Plant. In: 1998 Cotton Information. *North Carolina Cooperative Extension Service*, Pub. AG-417.
- Görmüş, O., & Yücel, C. (2002). Different planting date and potassium fertility effects on cotton yield and fiber properties in the Çukurova region, Turkey. *Field Crops Research* Volume 78, Issues 2–3, November 2002, Pages 141-149.
- Görmüş, Ö. (2014). Fiber Plants (Cotton). – Çukurova University, *Department of Field Crops*. First Edition. Adana, Turkey.
- Görmüş, Ö., Kurt, F., & El Sabagh, A. (2017). Impact of defoliation timings and leaf pubescence on yield and fiber quality of cotton. *Journal Agr. Sci.Tech.* (2017) Vol. 19:903-915.
- Haliloğlu, H., Beyyavaş, V., & Cevheri, C. İ., (2020). The Effect of Defoliant Application on Yield and Yield Components of Some Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Cultivars at Timely and Late Sowing. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 4(2): 157-164.
- Huang, J. (2015). Effects of Meteorological Parameters Created by Different Sowing Dates on Drip Irrigated Cotton Yield and Yield Components in Arid Regions in China. *J Horticulture* 2: 163. doi:10.4172/2376-0354.1000163
- Hussain, S., Ali, H., & Hussain, G. S. (2020). Growth, Productivity and Net Returns of Advanced Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Cultivars as Influenced by Sowing Time under the Agroclimatic conditions of Southern Punjab, *Pakistan Applied Ecology and Environmental Research* 18(6):7843-7852.
- Kerby, T. A., Supak, J., Banks, J. C., & Snipes, C. (1992). Timing defoliant using nodes above cracked boll. *Proc. Beltwide Cotton Conf.* 155-156.
- Kıllı, F., & Bölek, Y. (2005). Timing of planting is crucial for cotton yield. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science.* 56(2):155-160.
- Kıllı, F. (2005). Effect of early, normal and late planting dates on yield components of two cotton cultivars under irrigated conditions of Turkey. *Innovative Scientific Information&Services Network Bioscience Research*, 2(1):38-42.
- MGM, (2020). Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İklim Veri Değerleri, Şanlıurfa.
- Ming-Wei, D. U., Xiao-Ming, R., Xiao-Li, T., Liu-Sheng, D., Ming-Cai, Z., Wei-Ming, T., & Zhao-Hu, L. (2013). Evaluation of harvest aid chemicals for the cotton-winter wheat double cropping system. *Journal of Integrative Agriculture.* 12 (2): 273-282.
- Mrunalini, K. M., Sree, R., & Murthy, V. R. K. (2018). Effectiveness of harvest – aid defoliant and environmental conditions in high density cotton. *Int.J.Curr. Microbiol. App. Sci.*7(02):2312-2316.
- Muharam, F. M., Bronson, K. F., Maas, S. J., & Ritchie, G. L. (2014). Inter-relationships of cotton plant height canopy width, ground cover and plant nitrogen status indicators. – *Field Crops Res.* 169: 58-69.
- Qamar, R., Ur-Rehman, A., Javeed, H. M. R., Saqib, M.,

- Shoaib, M., Ali, A., & Mazhar Ali, M. (2016). Influence of sowing time on cotton growth, yield and fiber quality. *International Journal of Biology and Biotechnology*, 13(1):59-67.
- Raghavendra ve Reddy, (2020). Raghavendra, T., & Reddy, Y. R. 2020. Efficacy of defoliants on yield and fibre quality of American cotton in semi-arid conditions. *Indian Journal of Agricultural Research*, 54(3), 404-407.
- Silverthoot, J. C. (2001). Crop management for optimum fiber quality and yield. The University of Arizona. Cooperative Extension. [http://cals.arizona.edu/pubs/crops/az1219.pdf], Erişim Tarihi: 11.12.2010
- Singh, K., Rathore, P. (2015). Effect of different defoliants and their rate and time of application on American cotton cultivars under semi-arid conditions of North-Western India. *Research on crops* 16(2): 258-263 (2015). Prinred on India.
- Suttle, J. C., (1988). Distruption of the polar Auxin transport system in cotton seedlings following treatment with the defoliant Thidiazuron, *Plant Physiology*, 86, 241-245.
- Tariq, M., Afzal, M. N., Muhammad, D., Ahmad, S., Shahzad, A. N, Kiran, A., & Wakeel, A. (2018). Relationship of tissue potassium content with yield and fiber quality components of Bt cotton as influenced by potassium application methods. *Field Crop Res* 229:37–43
- Tashaev, (2016). Effect of defoliants and fertilizers on yield and quality of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *J. Cotton Res. Develop.* 29:57–60.
- TÜİK, (2021). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249> Erişim Tarihi: 28.12.2021.
- Wei, H. U., Chen, M. L., Zhao, W. Q., Chen, B. L., Wang, Y. H., Wang, S. S., & Zhao, Z. G. (2017). The effects of sowing date on cottonseed properties at different fruiting-branch positions. – *J. Integr. Agric.* 16: 1322-1330.
- Worley, S. J. R., Harmon, H. R., Harrel, D. C., & Culp, T.W. (1976). Ontogenetic Model of Coton Yield. *Crop Science*, 16: 30-34.
- Zhao, W., Wang, Y., Shu, H., Li, J., & Zhou, Z. (2012). Sowing date and boll position affected boll weight, fiber quality and fiber physiological parameters in two cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars. *African Journal of Agricultural Research*, 7(45), 6073-6081.



Effects of post-flowering drought on nitrogen mobilization and growth of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) using stable ^{15}N isotope

Ekmeklik buğdayda (Triticum aestivum L.) ^{15}N izotopu kullanılarak çiçeklenme sonrası kuraklığın azot mobilizasyonu ve gelişimine etkileri

Ali ERKUL¹ , Ali YİĞİT^{2*} , Yakup Onur KOCA³ , Osman EREKUL⁴ 

¹Aydın Adnan Menderes University, Vocational College of Sultanhisar, 09470, Aydın-Turkey

^{2,3,4}Aydın Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Aydın-Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0001-9211-7369>; ²<https://orcid.org/0000-0003-3303-5122>

³<https://orcid.org/0000-0002-0753-0077>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-0276-4843>

To cite this article:

Erkul, A., Yiğit, A., Koca, Y.O. & Erekul, O. (2022). effects of post-flowering drought on nitrogen mobilization and growth of bread wheat (*triticum aestivum* L.) using stable ^{15}N isotope. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 458-469.
DOI:10.29050/harranziraat.1152932

*Address for Correspondence:

Ali YİĞİT

e-mail:

ali.yigit@adu.edu.tr

Received Date:

02.08.2022

Accepted Date:

16.11.2022

ABSTRACT

Water and nitrogen shortage are one of the main limiting factors of crop productivity such as wheat and cereals. Increased variation and changes in climate conditions are expected to dominate yield potential of wheat. Nitrogen isotope technique widely used in recent years provides useful information about mobilization and nitrogen use efficiency under environmental constraints. This study aimed to determine the effects of drought conditions applied during different growing periods on nitrogen uptake by using stable ^{15}N isotope, yield and quality properties and stomatal conductivity of bread wheat. Environmental variation was obtained by designing 4 artificial practices (irrigated condition, rainfed condition, early drought (flowering-harvest) and late drought (grain filling-harvest) by rainout shelter with covering progress about drought in different growing periods. Number of grains per spike, 1000 grain weight, single spike yield, spike numbers per square meter, plant height, grain yield, biomass yield, stomatal conductance, protein, ash content and stem $\delta^{15}\text{N}$ (‰), flag leaf $\delta^{15}\text{N}$ (‰), grain $\delta^{15}\text{N}$ (‰) values were determined. The drought period from the beginning of flowering till harvest of plants had adverse impact on grain yield and yield components. The results clearly indicated the practices that may cause drought stress in the generative period should be avoided. In addition, nitrogen use efficiency of bread wheat was disrupted with the decrease in the amount and efficiency of plant water use during drought periods. The results also revealed that contribution of nitrogen to crop yield decreased due to less consumption of nitrogen in plant metabolic activities during drought periods. Based on the results additional water supply decreased $\delta^{15}\text{N}$ content in mature grains from 13420 ‰ to 9278 ‰. Nitrogen applied in stem elongation period had greater contribution to grain $\delta^{15}\text{N}$ content (15269 ‰) compared to tillering growth stage (8975 ‰). Nitrogenous fertilizer application time suggested not to be delayed to improve nitrogen contribution in metabolic activities and to prevent postponing the tillering and stem elongation periods. The application of nitrogen improved mobilization and efficiency of nitrogen contribution to different plant parts during generative development stages of bread wheat.

Key Words: *Triticum aestivum* L., drought, nitrogen isotope ^{15}N , yield, quality

ÖZ

Su ve azot eksikliği buğday ve diğer tahıllar gibi bitkilerin ürün verimliliğini etkileyen ana faktörlerden birisidir. İklim koşullarındaki artan değişiklikler nedeniyle buğday bitkisinin verim potansiyelinin açığa çıkması engellenmektedir. Son yıllarda kullanımı artan azot izotop tekniği sayesinde olumsuz çevre koşulları altında azot taşınımı ve azot kullanım verimliliği hakkında önemli bilgiler sağlanmaktadır. Bu çalışmada ekmeklik buğdayda ^{15}N izotopu kullanılarak farklı gelişme dönemlerinde uygulanan kuraklık koşullarının azot taşınımı, verim ve kalite özellikleri

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



ile stoma iletkenliği üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Farklı gelişme dönemlerinde (sulu ve kuru koşul, erken kuraklık (çiçeklenme-hasat) ve geç kuraklık (tane dolum dönemi-hasat)) yağmur korunağı kullanılarak uygulanan yapay kuraklık koşulları ile çevresel varyasyon elde edilmiştir. Çalışmada; başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı, tek başak verimi, metrekaide başak sayısı, bitki boyu, tane verimi, biyomas verimi, stoma iletkenliği, tane protein ve kül oranı, sap $\delta^{15}\text{N}$ (‰), bayrak yaprak $\delta^{15}\text{N}$ (‰) ve tane $\delta^{15}\text{N}$ (‰) içerikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; verim ve verim öğeleri generatif dönem boyunca uygulanan kuraklık uygulamalarından olumsuz yönde etkilenmiştir ve bu nedenle ekmeclik buğday üretiminde generatif dönem kuraklık stresine neden olabilecek uygulamalardan kaçınılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca azot kullanım etkinliğinin bitki su kullanımının kısıtlanması ile azaldığı ve kuraklık dönemi boyunca su kullanım etkinliğinin azaldığı anlaşılmıştır. Tüm bunlara ek olarak kuraklık dönemi boyunca bitki metabolik aktivitelerinin azalması sonucu azot tüketiminin kısıtlanmasına bağlı olarak azotun verim potansiyeline katkısının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Sulu koşulda tane $\delta^{15}\text{N}$ içeriğinin sulama ile kuru koşula göre 13420 ‰ değerinden 9278 ‰ değerine azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca sapa kalkma döneminde uygulanan azotun tane $\delta^{15}\text{N}$ değerinin (15269 ‰) kardeşlenme döneminde uygulanan $\delta^{15}\text{N}$ içeriğine (8975 ‰) oranla daha yüksek azot içeriğine ulaşılmasını sağlamıştır. Azotun metabolik faaliyetlere etkin bir şekilde katılması için kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde azotlu gübrelemenin uygun zamanda uygulanması ve özellikle sapa kalkma döneminde uygulanan azotun generatif dönem boyunca buğday bitkisinin farklı kısımlarında daha etkin azot taşınımına ve azot kullanımına neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Triticum aestivum* L., kuraklık, azot izotopu ^{15}N , verim, kalite

Introduction

Drought in wheat cultivation is one of the major abiotic stress factors and limits wheat yield potential. Inadequate precipitation and irregular distribution of rainfall during the year cause limited water conditions and drought. Although drought periods are observed in different development stages due to inadequate and irregular distribution of precipitation, drought stress generally starts in the period of flowering and increases its effect during the grain filling period (Öztürk, 1999). Depending on the duration and severity of drought stress, wheat plants may react differently during different development stages. Drought stress in the stem elongation period caused a decrease in the number of spikelets and the number of grain per spike, the drought in the anthesis and grain filling period also decreased the number of fertile spikelets and dry matter transport to the grain resulting in reduced yield values (Tonk et al., 2011). Besides grain yield and components affected by drought grain quality is also influenced by environmental modifications including temperature fluctuations (heat stress and heat shock) and distribution of precipitation. Heat stress and drought in grain filling period cause reductions in protein functionality (starch deposition, bread quality and end-use quality) whilst grain protein content increases in heat stress (Erekul and Köhn 2006; Farooq et al. 2011).

Nitrogen is an important and basically necessary plant nutrient to obtain optimum growth and maximize grain yield. In addition to plant growth nitrogen fertilizer is also one of the most important key factor to obtain high quality (related to protein) products (Borghini, 1999). The wheat plant takes up nitrogen from the soil in ammonium (NH_4^+) and nitrate (NO_3^-) forms. The absorbed nitrate (NO_3) can be reduced to ammonium (NH_4) directly in the roots, or preferably in the shoots catalyzed by the nitrate and nitrate reductase enzymes. These converted forms of nitrogen are reduced to the amine (NH_2) form in the plant tissues. The reduced nitrogen form combines with fatty acids to constitute amino acids. Proteins are formed by the incorporation of amino acids. With drought stress, NO_3 nitrogen is prevented from transforming into useful form for plants. Reduction of nitrate reduction activity is achieved by decreasing nitrate reduction enzyme activity (Kutlu, 2010). On the other hand, Rubisco (ribulose-1,5-bisphosphate carboxy/oxygenase), which plays a role in carbon assimilation, is significantly affected by nitrogen deficiency (Seemann et al., 1987).

Nitrogen isotope analysis as a nuclear technique to determine genotypic differences in drought resistance has been applied by several researchers (Kiss et al., 1990; Bort et al., 1998; Lopes and Araus, 2006; Fraser et al., 2011; del Pozo et al., 2014; Liu et al., 2015; Luo et al., 2015).

^{15}N and ^{14}N , which are stable isotopes of nitrogen, are found in nature at levels 0.366% and 99.634% respectively (Halitligil, 1996). Nitrogen isotopes have been considered as a tool to study nitrogen plant dynamics and understand the pathway of nitrogen sources in plant tissues. Water availability and nitrogen source affect the natural abundance of N isotopes (Sanchez-Bragado et al., 2017). Nitrogen isotope analysis determines differences between genotypes in terms of nitrogen uptake and nitrogen utilization efficiency. Nitrogen use efficiency in bread wheat has been reported to have a positive and significant correlation with plant water use, water use efficiency and grain carbon isotope discrimination (Dalal et al., 2013; Quemada and Gabriel, 2016). In addition, nitrogen isotope composition values of wheat can be used to separate the total nitrogen obtained from nitrogenous fertilization and the nitrogen taken from the soil (Dalal et al., 2013). This study aimed to determine the effects of different drought periods on nitrogen uptake and assess the performance and relative contribution of nitrogen N content associated with ^{15}N isotope to yield and quality parameters.

Material and Method

Ceyhan 99 spring bread wheat cultivar was chosen as genetic material in the study. A field experiment was carried out at Aydin Adnan Menderes University located about 33 m ($37^{\circ}45'22''\text{N}$ $27^{\circ}45'36''\text{E}$) above sea level with typical Mediterranean climate conditions during 2015/16 growing season (sowed in 24th of November 2015 and harvested in 03rd of June 2016). The experiment was set up according to the Randomized Block Design with three replications. The plots were 3x5 m in dimensions and 20 cm in rows. Four artificial drought periods were applied in the plots:

1. Irrigated conditions: Surface irrigation method was applied to plots in the flowering period (about 40% of the available water in the soil has been consumed from the sowing to

flowering period). The gravimetric method was used to measure soil moisture (Black, 1965).

2. Rainfed conditions: The plants were grown under natural conditions (without additional water supply), irrigation and covering were not applied.

3. Early drought: The plots were covered from the beginning of the flowering stage (ZGS 61) until the maturity stage (ZGS 99). The covers were placed 1.5 m high from the soil surface and 2 m out of the plot edges.

4. Late drought: The plots were covered from the beginning of the grain filling stage (ZGS 71) to the maturity stage (ZGS 99). The covering process was carried out as mentioned in the early drought. 95% light-permeable polyethylene rainout shelter was used for covering plots for artificial drought (Öztürk, 1999).

Deficit rainfall (4.0 mm) and low temperature (6.2°C) were observed in December compared to the long-term climate values in the early growth stages of plants. In general, the weather conditions were favorable during vegetative and generative growth periods while the flowering period in April obtained low rainfall value (21.8 mm) compared to long-term precipitation value (48.2 mm). In general terms, 2015/16 growing season sufficient rainfall and favorable temperature conditions have been observed in flowering and grain filling periods (Table 1).

Table 1. Climate data for 2015/16 growing season in Aydin

Months	Prec (mm)	LT Pre (mm)	MT ($^{\circ}\text{C}$)	LTMT ($^{\circ}\text{C}$)
November	85.2	83.3	13.3	13.4
December	4.0	121.7	6.2	9.5
January	139.0	116.5	7.3	8.1
February	37.4	93.8	12.0	9.4
March	100.8	71.1	12.0	11.8
April	21.8	48.2	17.6	15.9
May	35.2	35.7	19.7	20.9
June	13.4	13.9	26.8	25.8

Prec: Precipitation; LT Pre: Long Term Precipitation; MT: Mean Temperature; LTMT: Long Term Mean Temperature

The experiment field had sandy-loam texture with alkaline reaction (pH: 8.05) and the organic matter content was low (%1.02). In the trial, 180 kg ha⁻¹ nitrogen and 80 kg ha⁻¹ phosphorus and

potassium were applied to all plots. In addition, 0.25 m² micropilots were formed in each plot and 3 g of ¹⁵N isotopes (¹⁵NH₄NO₃ 96.4 atom%, Chemotrade, Leipzig, Germany) mixed with 300 ml of water were applied to the micro plots during tillering and stem elongation periods (Kiss et al., 1990). Stem, leaf and grain samples collected from micro plots at the time of harvest and milled in 0.5 mm thickness (UDY Corporation Cyclone Sample mill). The nitrogen isotope ratios of the samples were analyzed at the TÜBİTAK UME (The Scientific and Technological Research Council of Turkey National Metrology Institute).

Test method and procedure

Nitrogen isotope analysis was carried out according to TLM-05-G3OK-04-64 "Experiment Instruction of Carbon and Nitrogen Isotope ratios of Solid Samples at Isoprime IRMS EA Device". For the determination of $\delta^{15}\text{N}$ air isotope ratios in wheat samples, 0.1 μg , 1000-5000 μg of sample and 1000 μg of reference material (USGS32) were weighed separately in 3.5x4 mm tin capsules. The capsules were folded and placed in the oven auto-sampler neck connected to the Elemental Analyzer. The experiment was started in the Elemental Analyzer device connected to the Isoprime IRMS EA device. The formed gases were transported with IRMS gas with 99.999% purity He gas and $\delta^{15}\text{N}_{\text{air}}$ values were determined according to Nair scale.

$\delta^{15}\text{N}$ (‰): According to the formula used by Bort et al., (1998), Fraser et al., (2011) and Liu et al. (2015);

$$\delta^{15}\text{N} (\text{‰}) = [(R_{\text{sample}} / R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000.$$

Here;

$\delta^{15}\text{N}$ (‰): N isotope composition of plant sample,

R: represents the ¹⁵N / ¹⁴N ratio.

According to IAEA (International Atomic Energy Agency) standards, N₁ ($\delta^{15}\text{N}_{\text{air}} = 0.4\text{‰}$) and ($\delta^{14}\text{N}_{\text{air}} = 8.44 \text{‰}$), N-2 ($\delta^{15}\text{N}_{\text{air}} = 20.3\text{‰}$).

Grain yield (GY) was determined in 4.8 m² of each plot. Plant height (PH), number of spike per square meter (S/m²), 1000 grain weight (TGW),

number of grains per spike (G/S), single spike yield (SSY), and biomass yield (BY) were also measured. Whole milled wheat samples were scanned for crude protein and ash (%) ratio by using Near Infrared Reflected Spectroscopy (NIRS) method with Bruker MPA device (Germany) (Oliveira and Franca, 2011).

Stomatal conductance, SC (mmol m⁻²s⁻¹)

Stomatal conductivity (SC) was determined by the portable photosynthesis system Decagon SC-1 porometer device (Decagon, Inc., Pullman, WA). This device measures the time the air passes through the leaf. If the number of stomata in the leaf and the number of open stomata are low, the air transfer rate is slow. If the number of stomata and the number of open stomata are high, air passes faster. The higher the permeability of the leaf, the faster the air passage (Rebetzke et al., 2001). The measurements were replicated in ZGS 55 (SC1) and ZGS 65 (SC2) periods between 11:00 am and 4:00 pm during the day. (Reynolds et al., 1998). Statistical analyses were performed using SPSS 19 statistical software (SPSS Inc. Chicago, USA). The effects of drought treatments on parameters determined were assessed by variance analysis (ANOVA). When the ANOVA indicated a significant difference between treatments, the mean values for each trait were grouped using least significant difference (LSD) test.

Results and Discussion

Agronomic and physiological parameters

Agronomic and physiological characteristics examined under drought and rainfed conditions are presented in Table 2. The effects of drought treatments on number of spikes per square meter, thousand grain weight, spike yield, grain yield, biological yield, stomatal conductance in flowering period were statistically significant (SC 2), protein and ash content. Drought applications had no significant effect on plant height, number of grains per spike, harvest index and stomatal conductance in ear emergence period (SC 1) parameters.

Table 2. Variance analysis of agronomic and physiological characters

Mean Square						
	Plant Height (cm)	Number of spike (spike/m ²)	Number of grains per spike	Thousand kernel weight (g)	Spike yield (g)	Grain Yield (kg/ha)
Replication	16.368	7687.600	35.668	5.368	0.101	5982.658
Drought	163.841	18820.222*	23.328	442.619**	0.967**	45995.586**
Error	50.734	6122.089	25.882	16.390	0.083	3255.890
Total	58.016	8118.696	27.676	69.589	0.202	9423.408
	Biological Yield (kg/ha)	Stomatal conductance (ZGS 55)	Stomatal conductance (ZGS 65)	Crude Protein (%)	Crude Ash (%)	
Replication	59428.400	795.245	2113.126	0.063	0.113	
Drought	360306.444**	603.280	3211.479*	3.820*	0.441**	
Error	11492.044	1279.906	898.540	1.198	0.080	
Total	67410.522	1086.289	1464.268	1.294	0.134	

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$

The drought conditions in generative growth periods did not affect plant height due to drought treatments. The average plant height was higher (94.23 cm) in rainfed condition, and early drought period had lower value (84.22 cm) compared to

other treatments (Table 3). Some researchers had similar results; Ayrancı (2012) and Öztürk (1999) indicated that plant height had higher value in irrigated conditions compared to early drought and late drought periods.

Table 3. Mean values of Ceyhan 99 bread wheat cultivar for investigated characters

	Plant Height (cm)	Number of spike (spike/m ²)	Number of grains per spike	Thousand kernel weight (g)	Spike yield (g)	Grain Yield (kg/ha)
Irrigated	92.58±3.13	693±56 A	32.10±2.17	45.55±0.63 A	1.73±0.11 A	4452.5±43.8 A
Rainfed	94.23±3.84	643±27 AB	28.08±3.14	35.08±1.48 B	1.05±0.14 B	3504.2±515.3 B
Early drought	84.22±0.95	599±36 AB	30.98±0.67	25.95±1.10 C	0.88±0.04 B	2572.9±141.1 C
Late drought	84.66±1.72	563±38 B	28.37±1.44	29.32±1.74 C	0.89±0.04 B	2666.5±170.6 C
LSD	ns	96.34	ns	4.985	0.355	702.57
	Biological Yield (kg/ha)	Stomatal conductance (ZGS 55)	Stomatal conductance (ZGS 65)	Crude Protein (%)	Crude Ash (%)	
Irrigated	14350±467 A	119.49±10.01	156.88±18.73 A	15.77±0.75 AB	1.26±0.09 AB	
Rainfed	12540±608 B	110.22±3.21	150.02±8.05 A	14.59±0.09 B	1.40±0.11 A	
Early drought	9120±238 C	131.59±22.03	108.31±3.25 B	16.52±0.29 A	0.78±0.14 C	
Late drought	9730±193 C	110.65±20.80	121.13±17.52 AB	15.77±0.18 AB	1.05±0.05 BC	
LSD	1319.93	ns	36.908	1.348	0.348	

*: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$

The number of spikes per square meter was significantly ($p < 0.01$) different among the drought treatments (Table 3). Drought conditions during the grain filling period had the lowest value (563) compared to flowering period drought condition (599), rainfed condition (643) and irrigated condition (693) (Table 3). Ayrancı (2012) stated that the number of spike per square meter was 1002 in irrigated conditions, 846 in early drought

and 924 in late drought periods. Öztürk (1999) reported that the number of spike per square meter as 528.3 in irrigated conditions, 448.3 in dry conditions, 415.8 in early drought period and 511.7 in late drought period.

Number of grains per spike is one of the main contributor component to grain yield and it is determined during earlier stages of wheat growth. Therefore, drought treatments during the

grain filling stage didn't significantly affect the number of grains per spike (Tatar et al., 2020). In our study, related to number of grains per spike already formed in early developments it is found that there was no statistically significant changes belong to number of grains per spike under different drought treatments. Irrigated conditions had higher number of grains per spike (32.10) value while dry conditions had lower number of grains per spike (28.08) value (Table 3). Although there was no statistically significant difference, the number of grains per spike showed a tendency to increase by surface irrigation in the flowering period. Our data in arrangement with several findings as given above higher number of grains per spike could be attributed to irrigation and sufficient soil moisture that may cause higher fertility during early generative stages of growth. Mirbahar et al. (2009) reported that water stress throughout in vegetative and reproductive growth stages caused a significant reduction in number of grains per spike in wheat.

Thousand grain weight significantly decreased (43.0%) under grain filling drought condition compared to irrigation condition. In similar, in the previous study the effect of drought and well-watered regimes on 1000 grain weight was displayed as in drought stressed environment reduced 21.7% decrease of 1000 grain weight (Kılıç ve Yağbasanlar, 2010). Surface irrigation in flowering period mainly contributed to grain development with higher grain size. The average of highest 1000 grain weight was 45.55 g in irrigated condition, whereas the lowest 1000 grain weight was 25.95 g in early drought period (Table 3). Irrigation at generative growth periods contributes grain development with effective grain filling and so irrigation at anthesis and grain filling periods causes higher seed weight than non-irrigated and rainfed treatments. Xue et al. (2006) reported that 1000 grain weight had the highest value (33.7 g) in irrigated condition (supplemental irrigation in booting and grain filling stages), and rainfed condition had the lowest 1000 grain weight value (29.2 g).

The highest single spike yield was significantly

affected and recorded (1.73 g) in irrigated condition and followed by rainfed condition. The lowest single spike yield (0.88 g, 0.89 g and 1.05 g) was obtained from the early and late drought periods but rainfed condition had also the same statistical group (Table 3). Irrigation in flowering period caused a statistically significant increase in single spike yield as well as 1000 grain weight contributed to higher yield values. Spike productivity becomes most important for yield followed by the size and number of grains per spike under drought conditions that occur in crucial growth stages of wheat (Petrova and Penchev, 2014). As it obtained in the study, single spike yield and 1000 grain weight in rainfed condition had greater impact on grain yield than drought conditions.

Analysis of variance showed that higher grain yield ($p < 0.01$) value was obtained from irrigated condition. Post flowering drought conditions had the lowest yield values, whereas 2572.9 kg ha⁻¹ in early drought and 2666.5 kg ha⁻¹ in late drought condition (Table 3). Grain yield values almost decreased approximately two-fold (42.2% early and 59.88% late drought condition) in drought conditions compared to irrigated conditions. Grain yield was greater in well-watered conditions than in the drought conditions as a consequence of obtained more number of spike per square meter values, heavier grains, and longer grain filling period (Kılıç and Yağbasanlar, 2010). Results in the study related to the decrease in grain yield during early drought period are consistent with the findings of Ayrancı (2012) and Öztürk (1999). Achieving higher yields in irrigated conditions can be explained by the role of additional water other than precipitation with the combination of transport nitrogen and plant nutrients from roots to the grain.

Achieving high 1000 grain weight values in irrigated conditions led to get higher grain yield values. Yield loss was observed in both drought periods due to the generative period stress caused by less precipitation due to the covering processes applied from the beginning of flowering period to harvest in early drought and from the

beginning of grain filling period to harvest in late drought.

The relative decline in the mean biological yield under drought stress was 36.44% (early drought) and 32.19% (late drought), and irrigation in flowering period had greater contribution to biomass development of wheat than rainfed conditions. Statistically significant differences in biological yield were found among tested environmental conditions (Table 3). While the highest biological yield (14350 kg ha⁻¹) was obtained from irrigated condition, the lowest biological yield value (9120 kg ha⁻¹) was achieved in early drought condition (Table 3). Ayrancı (2012) observed the biological yield values as 21110 kg ha⁻¹ in irrigated conditions, 15760 kg ha⁻¹ in early drought period and 17780 kg ha⁻¹ in late drought period. On the other hand, Öztürk (1999) reported 12468 kg ha⁻¹ in irrigated conditions, 9713 kg ha⁻¹ in dry conditions 9155 kg ha⁻¹ in the early drought period and 11004 kg ha⁻¹ in the late drought period. The inclination of biomass related to photosynthetic organs above the ground and biomass production is directly proportional to photosynthesis but leaf senescence is hastened in water stress conditions (Khatiwada et al. 2020). The decrease in the biological yield in the early drought period is supported by the findings of previous studies.

Stomatal conductance

Stomatal conductance mean values decreased with elevated drought conditions were 156.88 mmol m⁻²s⁻¹ in irrigated treatments and 108.31 mmol m⁻²s⁻¹ in early drought conditions. Stomatal conductance decreased more in early drought condition than late drought treatment and more increased with irrigated treatment and rainfed condition (Table 3). Stomatal conductance in early drought condition (SC1) was not affected significantly compared to irrigated condition and drought treatments in heading period (ZGS 55).

Drought conditions may cause to reduction in leaf water potential that results with lowering turgor, closing stomata, and thereby reducing stomatal conductance, photosynthesis and finally

lessening plant growth and yield potential of wheat. Root-shoot relationship is important to develop drought-tolerant wheat varieties. In water scarcity conditions lessened stomatal conductance may appear where shoot moisture content remains the same. Root-sourced signals assist plants to detect water deficit in roots and are expressed as a change of stomatal conductance in leaves (Ahmad et al., 2018). We found decreased stomatal conductance values between two generative phenological stages and stomatal conductance reduced in flowering period compared to heading.

Stomatal closure limits water loss through transpiration and helps plants to conserve water during stress but as a result of low transpiration stomatal closure may also reduce uptake of water from the soil reducing grain yield (Wasaya et al., 2021). Ayrancı (2012) reported stomatal conductivity values obtained during the heading period as 96.83 mmol m⁻²s⁻¹ in irrigated conditions, 37.51 mmol m⁻²s⁻¹ in the early drought period, and 46.86 mmol m⁻²s⁻¹ in the late drought period.

Protein content

The lowest grain protein content (14.59%) was obtained in rainfed condition while the highest value (16.52%) was recorded in the early drought treatment. With irrigated and rainfed conditions, reductions in the protein content were expected and this may be explained by dilution effect as a result of higher grain yield values (Erekul et al., 2009). Quality characters of wheat are affected by genotypes, environmental conditions and their interactions.

Adverse climatic conditions during the anthesis and grain filling period have been a major restriction to wheat quality. Shortening grain filling period caused by drought conditions may result in changes for protein composition of the grains and distribution of starch, ash and fiber granules (Barutçular et al., 2016). Protein content is significantly influenced by applied drought treatments.

Ash content

Ash content which refers to mineral content of grain depends on agronomic practices, variety, fertilization and irrigation conditions. The results indicated after post-anthesis growth period drought caused an increase in grain ash content and wheat grain ash content was greatly affected by soil water conditions (Zhao et al. 2009). However, drought treatments had an adverse effect on grain ash content in our study. The highest ash content was observed in rainfed condition with 1.40% value and lowest value was obtained from early drought condition with the value of 0.78% (Table 3).

Nitrogen mobilization stem to grain with δ^{15} isotope

In wheat advances in management and cultivation practices, such as sowing time adjustment and flowering phenology as drought escape mechanisms may probably have contributed more to improving cereal growth in water scarcity conditions than genetic gain (Onyemaobi et al., 2021). Nitrogen management

also contributes to controlling phenology and lack of nitrogen limits the productivity of wheat and other cereals. Available nitrogen in soil defines as a major contributor to grain yield per unit area for maximum yield. However, the cost of nitrogen fertilizers and increasing environmental constraints are expected to limit N fertilization and utilization in the future (Serret et al., 2008). Few studies consider natural abundance and mobilization of $\delta^{15}\text{N}$ from stem to grain under drought treatments after post-anthesis. Our study reported here assessed nitrogen mobilization soil to grain under drought and irrigated conditions by applying in different phenological stages. Variance analysis of $\delta^{15}\text{N}$ (‰) stem, $\delta^{15}\text{N}$ (‰) leaves and $\delta^{15}\text{N}$ (‰) grain characters are given in Table 3. According to the results stem ($p<0.01$), leaf ($p<0.01$) and grain ($p<0.05$) $\delta^{15}\text{N}$ (‰) content changed statistically significant by drought applications. Nitrogen application time affected the amount of $\delta^{15}\text{N}$ (‰) in stem and grain except in flag leaf. Drought and $\delta^{15}\text{N}$ application time interaction had statistically significant affect on stem $\delta^{15}\text{N}$ (‰) content (Table 4).

Table 4. Variance analysis of $\delta^{15}\text{N}$ (‰) stem, $\delta^{15}\text{N}$ (‰) leaf and $\delta^{15}\text{N}$ (‰) grain characters

	Mean square			
	df	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) Stem	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) Leaf	$\delta^{15}\text{N}$ (‰) Grain
Replication	2	2694168	617152	5652641
Drought	3	39070569**	25001836**	21977348*
Error-1	6	514458	2198310	2744390
^{15}N app. time	1	127946308**	1702935	237648853**
Drought x ^{15}N app. time	3	13769529**	2309568	6872223
Error	8	458481	896320	7374260
Total	23	12983023	4575298	17867968

*: $P<0.05$; **: $P<0.01$

The drought treatment significantly affected the stem $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{15}\text{N}$ application time and drought x $\delta^{15}\text{N}$ application time interaction (Table 4). The stem $\delta^{15}\text{N}$ values of the Ceyhan 99 bread wheat cultivar are given in Table 5. The highest stem $\delta^{15}\text{N}$ value (15165 ‰) was obtained under rainfed condition and the lowest stem $\delta^{15}\text{N}$ value (9619 ‰) was determined in irrigated and post-anthesis drought conditions. On the other hand, applied $\delta^{15}\text{N}$ in the stem elongation period had the highest stem nitrogen content (13684 ‰) while tillering period had the lowest mean stem $\delta^{15}\text{N}$

value (9066 ‰) (Table 5). Nitrogen mobilization from soil to stem increased by application of nitrogen isotope in the stem elongation period. Besides, rainfed condition had the highest $\delta^{15}\text{N}$ value in both tillering and stem elongation $\delta^{15}\text{N}$ application times. Post-anthesis drought treatments caused a markedly decline in stem $\delta^{15}\text{N}$ value so it can be assumed that without additional water and rainfall resulted in less nitrogen mobilization to stem of wheat. Stem is an important vegetative part of plant that is one of the main sources of nitrogen grain. The current

nitrogen uptake, excess of stem nitrogen and nitrogen released by leaf senescence are the main sources that supply wheat grain nitrogen (Götz et al., 2008). As our findings, application of nitrogen in stem elongation period was the period of rapid N accumulation under rainfed condition. Before flag leaf just visible third application of nitrogen promotes protein buildup in the ears. In modern wheat cultivars, protein content is required to be 12% dry matter and more which needs to synthesize high amounts of amino acids in vegetative tissues and transported to developing grain (Zörb et al., 2018). Otherwise, obtaining higher nitrogen levels applied in the stem elongation period contributes to get higher protein values in grain.

Table 5. Stem $\delta^{15}\text{N}$ value (‰) under drought and application time treatments

Drought Treatments	$\delta^{15}\text{N}$ application time		
	Tillering	Stem Elongation	Mean
Irrigated	7138 f	12099 b	9619 B
Rainfed	10803 cd	19527 a	15165 A
Early drought	8954 ef	11924 bc	10439 B
Late drought	9368 e	11184 bcd	10276 B
Mean	9066 B	13684 A	
Lsd Drought: 1013.85; Lsd $\delta^{15}\text{N}$ application time: 637.72; Lsd Drought x $\delta^{15}\text{N}$ application time: 1275.45			

Flag leaf $\delta^{15}\text{N}$ value

Flag leaves contribute the majority of assimilates for grains during post-anthesis stages and increased N supply results in increased leaf area, leaf nitrogen and chlorophyll content in wheat flag leaves (Tamang et al. 2017). Flag leaf senescence and photosynthesis performance are highly regulated by N supply which plays a vital role in the grain-filling process and alters dry matter accumulation (Ma et al. 2022). Although flag leaf $\delta^{15}\text{N}$ results showed that flag leaf nitrogen increased to comparably extents under drought conditions. Stomatal conductance decreased markedly in the flowering period in drought conditions compared to irrigation condition (Table 4). However, there is a possible explanation for this result as decreased stomatal conductance and photosynthetic parameters result in limited nitrogen mobilization from flag

leaf to grain and so increased flag leaf nitrogen content results were obtained in irrigated condition but further studies are needed to explain this situation. According to statistical analysis results of the flag leaf $\delta^{15}\text{N}$ value of Ceyhan 99 cultivar were examined, drought factor was statistically significant but ^{15}N application time and drought x ^{15}N application time was not affected flag leaf $\delta^{15}\text{N}$ content (Table 3). Leaf $\delta^{15}\text{N}$ values of Ceyhan 99 bread wheat varieties are given in Table 6. The highest flag leaf $\delta^{15}\text{N}$ value (15378 ‰) was obtained in the early drought period and the lowest flag leaf $\delta^{15}\text{N}$ value (10867 ‰) was obtained in irrigated conditions. It can be seen from the same table that the mean flag leaf $\delta^{15}\text{N}$ value (14113 ‰) was obtained higher than the ^{15}N application in the tillering period but the difference was not significant when compared with the stem elongation period (Table 6).

Table 6. Flag leaf $\delta^{15}\text{N}$ value (‰) under drought and application time treatments

Drought Treatments	$\delta^{15}\text{N}$ application time		
	Tillering	Stem Elongation	Mean
Irrigated	11147	10587	10867 B
Rainfed	15547	14273	14910 A
Early drought	16139	14617	15378 A
Late drought	13618	14843	14231 A
Mean	14113	13580	
Lsd Drought: 2095.75, Lsd $\delta^{15}\text{N}$ application time: ns			

Grain $\delta^{15}\text{N}$ value

According to the statistical analysis results obtained for the grain $\delta^{15}\text{N}$ value of Ceyhan 99 cultivar, drought factor and ^{15}N application time were significant, drought x ^{15}N application time was insignificant (Table 4). The grain $\delta^{15}\text{N}$ values of the Ceyhan 99 bread wheat varieties are given in Table 7. The highest grain $\delta^{15}\text{N}$ value (13420 ‰) was obtained in dry conditions, while the lowest grain $\delta^{15}\text{N}$ value (9278 ‰) was determined in irrigated conditions. Götz et al. (2017) also reported the same result that ^{15}N content decreased slightly in mature grains with additional water supply. On the other hand, the mean grain $\delta^{15}\text{N}$ value obtained in the tillering period was determined as 8975 ‰, while the

mean grain $\delta^{15}\text{N}$ value measured in the stem elongation period was 15269 ‰ (Table 7). Nitrogen applied in the stem elongation growth stage had greater contribution to grain nitrogen content.

Table 7. Grain $\delta^{15}\text{N}$ values (‰)

Drought Treatments	$\delta^{15}\text{N}$ application time		
	Tillering	Stem Elongation	Mean
Irrigated	7077	11479	9278 B
Rainfed	8833	18008	13420 A
Early drought	10510	15481	12996 A
Late drought	9481	16108	12794 A
Mean	8975 B	15269 A	
Lsd Drought: 2341.65, Lsd $\delta^{15}\text{N}$ application time: 2557.60			

In the study, stem, leaf and grain $\delta^{15}\text{N}$ values obtained in irrigated conditions were found to be significantly lower than the artificial drought periods. This can be explained by the fact that the nitrogen taken by the plant from the soil is used more in the metabolic activities of the plant in irrigated conditions, whereas absorbed nitrogen is consumed less in drought periods. Dalal et al. (2013) reported that nitrogen use efficiency in bread wheat has a positive and significant correlation with plant water use, water use efficiency and grain carbon isotope discrimination. Therefore, obtaining high nitrogen efficiency in irrigated conditions can be related to the high use of nitrogen. On the other hand, stem and grain $\delta^{15}\text{N}$ values were significantly lower applied in the tillering period compared to the stem elongation period. The reason for this can be explained as since the time from tillering to harvest is longer, the nitrogen taken into the plant is spent more by participating in metabolic activities.

Conclusions

Yield and its components were negatively affected as a result of exposure to drought during the generative period from the beginning of flowering to harvest and this period was found to be more severe results than other drought

periods. It might be explained that additional water except for rainfall which is effective in transporting nitrogen and other nutrients from the soil to plants allows for obtaining higher yield values under irrigated conditions. Therefore, it can be emphasized that it is necessary to avoid practices that may cause drought stress in the plant in the generative period, especially in bread wheat production. Furthermore, it can be said that nitrogen use efficiency is disrupted due to the decrease in plant water use and water usage efficiency during drought periods. In addition, it can be stated that nitrogen's contribution to yield potential decreases due to less consumption of nitrogen in plant metabolic activities during drought periods. In order to unlimit the time to participate of nitrogen in metabolic activities, it can be concluded that nitrogenous fertilizer application should not be delayed in the period of tillering and it is suggested that stem elongation nitrogen application appears to be effective for nitrogen mobilization and contribution of different plant parts to grain.

Acknowledgements

This research was funded by a project (Grant No: SUMYO-16003) in Aydın Adnan Menderes University.

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

Author contributions: AE, AY, YOK and OE designed the study. AE and AY set up the trials and conducted the study. AE and AY analyzed the data and wrote the manuscript. YOK and OE edited the manuscript.

References

- Ahmad, Z., Waraich, E. A., Akhtar, S., Anjum, S., Ahmad, T., Manboob, W., Hafeez, O. B. A., Tapera, T., Labuschagne, M., & Rizwan, M. (2018). Physiological responses of wheat to drought stress and its mitigation approaches. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40 (80).
- Ayrancı, R. (2012). Farklı kuraklık tiplerinde ekmeçlik buğday

- genotiplerinin fizyolojik, morfolojik, verim ve kalite özellikleri yönüyle ıslahta kullanılabilecek uygun parametrelerin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, PhD thesis.
- Barutçular, C., Yıldırım, M., Koç, M., Dizlek, H., Akıncı, C., El Sabagh, A., Saneoka, H., Ueda, A., Islam, M. S., Toptaş, İ., Albayrak, Ö. & Tanrikulu, A. (2016). Quality Traits Performance of Bread Wheat Genotypes Under Drought and Heat Stress Conditions. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25 (12a): 6159-6165.
- Black, C. A. (1965). *Methods of soil analysis: Part I Physical and mineralogical properties*. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Borghì, B. (1999). Nitrogen as determinant of wheat growth and yield. In: *Wheat: Ecology and physiology of yield determination*. Editors: Satorre E.H and Slafer G.A, Food Products Press, New York, 67-84.
- Bort, J., Araus J. L., Hazzam H., Grando S., & Ceccarelli, S. (1998). Relationships between early vigour, grain yield, leaf structure and stable isotope composition in field grown barley. *Plant Physiol. Biochem.*, 36 (12), 889-897.
- Dalal, R. C., Strong, W. M., Cooper, J. E., & King, A. J. (2013). Relationship between water use and nitrogen use efficiency discerned by ^{13}C discrimination and ^{15}N isotope ratio in bread wheat grown under no-till. *Soil & Tillage Research* 128:110-118.
- del Pozo, A., Matus, I., Serret M. D., & Araus, J. L. (2014). Agronomic and physiological traits associated with breeding advances of wheat under high-productive Mediterranean conditions. The case of Chile. *Environmental ve Experimental Botany* 103:180-189.
- Ereku, O., & Köhn, W. (2006). Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in North-East Germany. *J. Agronomy & Crop Science*, 192: 452-462.
- Ereku, O., Kautz, T., Ellmer, F., & Turgut, İ. (2009). Yield and bread-making quality of different wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown in Western Turkey. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 55 (2): 169-182.
- Farooq, M., Bramley, H., Palta, J. A. & Siddique, H. M. (2011). Heat Stress in Wheat During Reproductive and Grain-Filling Phases. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30: 1-17.
- Fraser, R. A., Bogaard A., Heaton, T., Charles, M., Jones, G., Christensen, B. T., Halstead, P., Merbach, I., Poulton, P. R., Sparkes, D., & Styring, A. K. (2011). Manuring and stable nitrogen isotope ratios in cereals and pulses: towards a new archaeobotanical approach to the inference of land use and dietary practices. *Journal of Archaeological Science* 38:2790-2804.
- Götz, K. P., Herzog, H., & Ereku, O. (2008). Effects of N-application on utilization of ^{15}N and ^{13}C and quality in two wheat cultivars. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 44 (2): 209-217.
- Götz, K. P., Ereku, O., Wutzke, K. D., Koca, Y. O., & Aksu, T. (2017). ^{15}N allocation into wheat grains (*Triticum aestivum* L.) influenced by sowing rate and water supply at flowering under a Mediterranean climate, *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 53 (3): 275-285.
- Halitgil, M. B. (1996). Bitkisel üretimde nükleer tekniklerin kullanımı ve Türkiye'deki gelişimi. IV. Ulusal Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi, 25-27 Eylül, Uludağ Üniv., Bursa, Tarım Sözlü Bildirileri, 1-6.
- Khatiwada, A., Neupane, I., Sharma, B., Bhetwal, N., & Pandey, B. (2020). Effects of drought stress on yield and yield attributing characters of wheat: A review. *Agriways*, 8 (2): 115-121.
- Kılıç, H., & Yağbasanlar, T. (2010). The effect of drought stress on grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (1): 164-170.
- Kiss, E., Depreczeni, K., Heltai, G., & Balint, A. (1990). Genotypic differences in N uptake and use by several winter wheat varieties. *Stable Isotopes in Plant Nutrition, Soil Fertility and Environmental Studies, Proceedings of An International Symposium Held In Vienna, 1-5 October 1990*. pp. 387-393.
- Kutlu, İ. (2010). Tahıllarda kuraklık stresi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 3(1):35-41, ISSN:1308-0040.
- Liu, H., Guo, B., Wei, Y., Wei, S., Ma, Y., & Zhang, W. (2015). Effects of region, genotype, harvest year and their interactions on $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ and δD in wheat kernels. *Food Chemistry* 171:56-61.
- Lopes, M. S., & Araus, J. L. (2006). Nitrogen source and water regime effects on durum wheat photosynthesis and stable carbon and nitrogen isotope composition. *Physiologia Plantarum* 126:435-445, ISSN 0031-9317.
- Luo D., Dong, H., Luo, H., Xian, Y., Wan, J., Guo, X., & Wu, Y. (2015). The application of stable isotope ratio analysis to determine the geographical origin of wheat. *Food Chemistry* 174:197-204.
- Ma, Q., Sun, Q., Zhang, X., Li, F., Ding, Y., Tao, R., Zhu, M., Ding, J., Li, C., Guo, W., & Zhu, X. (2022). Controlled-release nitrogen fertilizer management influences grain yield in winter wheat by regulating flag leaf senescence post-anthesis and grain filling. *Food and Energy Security*, 11, e361.
- Mirbahar A. A., Markhand G. S., Mahar A. R., Abro S. A., & Kanhar, N. A. (2009). Effect of water stress on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Pak. J. Bot.*, 41 (3): 1303-1310.
- Oliveira, L. S., & Franca, A. S. (2011). Applications of near infrared spectroscopy (NIRS) in food quality evaluation. In: *Food Quality: Control, Analysis and Consumer Concerns (Chapter 3)*. Editors: Daniel A. Medina and Amanda M Laine, Nova Science Publishers Inc.
- Onyemaobi, O., Sangma, H., Garg, G., Wallace, X., Kleven, S., Suwanchaikasem, P., Roessner, U., & Dolferus, R. (2021). Reproductive stage drought tolerance in wheat: Importance of stomatal conductance and plant growth regulators. *Genes*, 12, 1742. <https://doi.org/10.3390/genes12111742>.
- Öztürk, A. (1999). Kuraklığın kışlık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. *Turkish J. of Agriculture and Forestry*, 23:531-540. TÜBİTAK.
- Petrova, T., & Penchev, E. (2014). Effect of drought on the yield components of common winter wheat cultivars. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*,

- 1 (Special issue): 641-646.
- Quemada, M., & Gabriel, J. L. (2016). Approaches for increasing nitrogen and water use efficiency simultaneously. *Global Food Security* 9 (2016) 29–35.
- Rebetzke, G. J., Condon, A. G., Richards, R. A., & Read, J. J. (2001). Phenotypic variation and sampling for leaf conductance in wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding populations. *Euphytica*, 121: 335-341.
- Reynolds, M.P., Singh, R. P., İbrahim, A., Ageeb, O. A. A., Lague-Saavedra, A., & Quick, J. S. (1998). Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. *Euphytica* 100:85-94.
- Sanchez-Bragado R, Serret M. D., & Araus J. L. (2017). The Nitrogen Contribution of Different Plant Parts to Wheat Grains: Exploring Genotype, Water, and Nitrogen Effects. *Front. Plant Sci.* 7:1986: 1-14.
- Seemann, J. R., Sharkey, T. D., Wang, J. T., & Osmond, C. B. (1987). Environmental effects on photosynthesis, nitrogen use efficiency, and metabolite pools in leaves of sun and shade plants. *Plant Physiol.* 84, 796-802.
- Serret, M. D., Ortiz-Monasterio, I., Pardo, A., & Araus, J. L. (2008). The effects of urea fertilisation and genotype on yield, nitrogen use efficiency, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ in wheat. *Annals of Applied Biology*, 153: 243-257.
- Tamang, B. G., Brasier, K. G., Thomason, W. E., Griffey, C. A., & Fukao, T. (2017). Differential responses of grain yield, grain protein, and their associated traits to nitrogen supply in soft red winter wheat. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 180: 316-325.
- Tatar, Ö., Çakaloğulları, U., Tonk, F. A., İstipliler, D., & Karakoç, R. (2020). Effect of drought stress on yield and quality traits of common wheat during grain filling stage. *Turkish Journal of Field Crops*, 25 (1): 236-244.
- Tonk, F. A., İlker, E., Tatar, Ö., Reçber, A., & Tosun, M. (2011). Farklı yağış miktarı ve dağılımlarının ekmeklik buğday verimi üzerine etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 48(2):127-132, ISSN: 1018-8851.
- Wasaya, A., Manzoor, S., Yasir, T. A., Sarwar, N., Mubeen, K., İsmail, İ. A., Raza, A., Rehman, A., Hossain, A., & El Sabagh, A. (2021). Evaluation of Fourteen Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes by Observing Gas Exchange Parameters, Relative Water and Chlorophyll Content, and Yield Attributes under Drought Stress. *Sustainability*, 13, 4799:1-15.
- Xue, O., Zhu, Z., Musick, J.T., Stewart, B. A., & Dusek, D. A. (2006). Physiological mechanisms contributing to the increased water-use efficiency in winter wheat under deficit irrigation. *Journal of Plant Physiology*, 163: 154-164.
- Zhao, C. X., He, M. R., Wang, Z. L., Wang, Y. F., & Lin, Q. (2009). Effects of different water availability at post-anthesis stage on grain nutrition and quality in strong-gluten winter wheat. *Comptes Rendus Biologies*, 332 (8): 759-764.
- Zörb, C., Ludewig, U., & Hawkesford, M. J. (2018). Perspective on Wheat Yield and Quality with Reduced Nitrogen Supply. *Trends in Plant Science*, 23 (11): 1029-1037.



Geleneksel ve iyi tarım uygulanan narenciye bahçelerinin (Karataş-Adana) verimlilik durumlarının karşılaştırılması

Comparison of soil fertility status of citrus orchards (Karataş-Adana) managed with conventional and good agricultural practices

Ayfer ALKAN TORUN^{1*}, Funda KELEŞ², Ebru DUYMUŞ³, M. Bülent TORUN⁴

^{1,2,4}Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adana-Türkiye

³Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana-Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-8493-5828>; ²<https://orcid.org/0000-0002-0000-3127>;

³<https://orcid.org/0000-0002-6463-6812>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-7701-8298>

To cite this article:

Alkan Torun, A., Keleş, F., Duymuş, E. & Torun, M.B. (2022). Geleneksel ve iyi tarım uygulanan narenciye bahçelerinin (Karataş-Adana) verimlilik durumlarının karşılaştırılması. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(3): 470-479.
DOI:10.29050/harranziraat.1139525

*Address for Correspondence:

Ayfer ALKAN TORUN
e-mail:
atorun@cu.edu.tr

Received Date:

01.07.2022

Accepted Date:

05.12.2022

© 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

Çevre kirliliğini azaltmak ve sürdürülebilirliğin sağlanması açısından geleneksel tarım uygulamasına alternatif olarak son dönemlerde iyi tarım uygulamaları kavramı geliştirilmiştir. Bu araştırma, bu tercihin boyutunu belirlemek ve Çukurova bölgesinde geleneksel ve iyi tarım uygulamaları yapılan bahçelerin verimlilik ve beslenme durumunu ortaya koymak ve karşılaştırmak amacı ile yapılmıştır. Bu amaçla, Türkiye’de önemli turunçgil üretim alanlarına sahip Adana’nın Karataş ilçesinde iyi tarım uygulamaları (İTU) ve geleneksel tarım uygulamaları (GTU) yapılan 80 farklı turunçgil (portakal, limon ve mandarin) bahçesinden iki farklı derinlikten (0-30 cm ve 30-60 cm) toprak örnekleri alınmış ve bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmadan elde edilen verilere göre, hem İTU hem de GTU yapılan turunçgil bahçe topraklarının pH değerinin 7’den büyük, organik madde değerinin genel olarak % 1’den düşük, kireç içeriğinin yüksek ve tekstür sınıfının siltli olduğu görülmüştür. Çalışma yapılan turunçgil bahçe topraklarının EC değeri 0.14-1.73 dS m⁻¹ aralığında olup bitki gelişimini olumsuz etkileyecek ciddi bir tuzluluk problemine rastlanmamıştır. Söz konusu toprak örneklerinde her iki derinlikte belirlenen besin elementlerinden potasyum (K) konsantrasyonunun İTU altında 48-432 mg kg⁻¹, GTU yapılan bahçelerde 23-490 mg kg⁻¹ aralığında değiştiği saptanmıştır. Fosfor (P) konsantrasyonunun İTU bahçelerinde 0.4-32.7 mg kg⁻¹ ve GTU bahçelerinde 0.5-40.3 mg kg⁻¹ aralığında olduğu görülmüştür. Kalsiyum (Ca) konsantrasyonunun İTU yapılan bahçelerde 924-2494 mg kg⁻¹ aralığında değişirken GTU bahçelerinde 1042-2534 mg kg⁻¹ arasında değiştiği, magnezyum (Mg)’un ise İTU 217-2467 mg kg⁻¹ arasında değişirken GTU yapılan bahçelerde 164-3807 mg kg⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır. Kalsiyum ve Mg konsantrasyonunun hem İTU hem de GTU yapılan turunçgil bahçe topraklarında yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Mikro elementler açısından ise İTU ve GTU yapılan bahçelerde demir (Fe), bakır (Cu), ve mangan (Mn) kritik konsantrasyon sınır değerlerine göre yeterli düzeyde olduğu buna karşılık çinko (Zn) konsantrasyonunun ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta, karşılaştırması yapılan geleneksel ve iyi tarım uygulamaları altındaki turunçgil bahçe topraklarının hem bitki besin elementleri düzeyi hem de incelenen bazı temel toprak özelliklerinin (pH, organik madde, tuzluluk, kireç, tekstür) yakın değerlere sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İyi tarım, Geleneksel tarım, Besin elementi, Toprak, Turunçgil, Karşılaştırma

ABSTRACT

Good agricultural practices are adapted to eliminate negative effects of conventional agriculture on environment and human health. The comparison of both methods is important to determine the extent of the preference. For this purpose, soil samples from

two different depths (0-30 and 30-60 cm) were collected from 80 different citrus (orange, lemon and mandarin) orchards where good agricultural practices (GAP) and conventional agricultural practices (CAP) are applied in the Karataş district of Adana that is an important citrus production area of Turkey. Some physical and chemical properties of soil samples were determined to compare mineral nutritions. Soil pH value of GAP and CAP citrus orchards in was higher than 7.0, and organic matter content was lower than 1 %. Lime content was high and soils were mostly moderate or heavy textures. Electrical conductivity of soils was between 0.14 and 1.73 dS m⁻¹ which indicated no salinity problem that would adversely affect plant growth. Potassium (K) concentration in GAP orchards, varied between 48 and 432 mg kg⁻¹ and between 23 and 490 mg kg⁻¹ in CAP orchards. Phosphorus (P) concentration was between 0.4 and 32.7 mg kg⁻¹ in GAP orchards and 0.5-40.3 mg kg⁻¹ in CAP orchards. Calcium (Ca) concentration varied between 924 and 2494 mg kg⁻¹ in GAP orchards, and between 1042-2534 mg kg⁻¹ in CAP orchards. Magnesium (Mg) concentration ranged between 217 and 2467 mg kg⁻¹ GAP orchard, and varied between 164 and 3807 mg kg⁻¹ in CAP orchards Calcium and Mg concentrations were sufficient in both GAP and CAP orchards. Iron (Fe), copper (Cu), and manganese (Mn) concentrations were sufficient compared to the critical concentration values for citrus orchards, whereas zinc (Zn) concentration was low. As a result, it has been seen that the citrus orchard soils under the traditional and good agricultural practices, which were compared, had close values for both the level of plant nutrients and some basic soil properties (pH, organic matter, salinity, lime, texture).

Key Words: Good agriculture, Conventional agriculture, Nutrient, Soil, Citrus, Orchard, Comparison

Giriş

Dünya nüfusunun 2050'de tahminlere göre 9.5 milyarı geçmesi öngörülmektedir (UN, 2015). Dünya Gıda ve Tarım Örgütü'nün (FAO) tahminlerine göre 2050 yılında dünya nüfusunu besleyebilmek için tarımsal üretimde %70'lik bir artışın gerçekleşmesi gerekmektedir (Odegard ve Van der Voet, 2014). Üretimi arttırmak için, var olan ekilebilir alanları artırmak pek mümkün değildir. Bu nedenle, artan nüfus ile besin üretim dengesinin sağlanabilmesi için üretim alanlarını artırma çabası yerine ekilmekte olan alanlardan elde edilen ürün miktarı artırılmalıdır (Çetiner, 2005). Birim alandan daha fazla verim elde etme arzusu, geleneksel tarım uygulamaları (GTU) olarak adlandırılan sistemin yayılımını hızlandırmış, bu durum tarımsal alanlarda kullanılan girdi miktarının hızla artışını da beraberinde getirmiştir. Tarımsal üretimde işgücü maliyetinde yarar sağlamış olsa da uzun vadede, GTU önemli çevresel sorunlara neden olmuştur (Eryılmaz ve Kılıç, 2018). Geleneksel tarım uygulamalarının neden olduğu çevresel maliyetler, çevreyi koruyan, doğal kaynakların yok olmasını engelleyen ve doğadaki canlılarla dost sistemler geliştiren tarımda sürdürülebilirliği esas alan anlayışın gelişmesini sağlamıştır. Sürdürülebilir tarım olarak nitelendirilen bu sistem, tarım uygulamalarında doğa ile dengeli bir ilişkinin var edilmesini ve kaynakların gelecek nesiller için de kullanılabilir olması gerekliliğini esas almaktadır (Dişbudak, 2008). Bitkisel üretimde yalnızca verim artışını

hedeflemek bitkideki kalite parametrelerinin azalmasına veya bozulmasına neden olabilmektedir. Kalite ve verimi bir arada iyileştirme süreci ancak dengeli besleme programı ile mümkündür. Dolayısıyla gübre kullanımı arttıkça, bitkilerde dengeli besleme ve besin elementleri arasındaki etkileşimin önemi daha da artmaktadır (Gezgin ve Hamurcu, 2006).

İyi tarım, doğal kaynakları koruyarak, tarımın sürdürülebilir olmasını ve ürünlerin daha güvenilir şekilde yetiştirilmesini destekler. Aynı zamanda su tasarrufu sağlamak için özel sulama teknikleri, ürünlerin ekiminden önce toprak analizleri ve bitki gereksinimi dikkate alınarak gübreleme yapılması gibi uygulamaları da kapsamaktadır. Geleneksel tarımda olduğu gibi mineral gübre ve kimyasal ilaç kullanımlarına izin verilir, ancak tüm bu işlemlerin, insan sağlığına ve çevreye zararı dokunmayacak şekilde yapılması istenir. Ancak, İTU'nun verim üzerinde etkili olmadığı, sadece izlenebilirlik ve sürdürülebilirliği sağladığı belirlenmiştir (Aktürk ve ark., 2014). Yürütülen başka bir çalışmada, İTU'na geçen işletmelerin %53'ünde gübre kullanımı miktarında değişim olmadığı, %38'inde gübre kullanım miktarının azaldığı, %9'unda gübre kullanım miktarının arttığı belirlenmiştir. İlaç kullanım miktarının ise işletmelerin %45'inde azaldığı, %44'ünde değişmediği, %11'inde ise arttığı gözlenmiştir (Aktürk ve ark., 2014). Ülkemiz için ticari olarak ekonomik getirisi yüksek olan ayrıca insan sağlığında oldukça önemli bir yeri olan turuncgillerin mineral elementlerce beslenmesinde birçok sorun olduğu yapılan

literatür çalışmalarında ortaya konmuştur (Torun ve ark., 2005; Sönmez ve ark., 2014). Turunçgil tür ve çeşitlerinin verim ve kalite özellikleri üzerine farklı bölgelerin ekolojik koşullarının çok farklı etkilerinin olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmektedir (Tsakelidouetal, 2002; Georgiou, 2004; Smith ve ark., 2004; Filho ve ark., 2007; Auler ve ark., 2008; Yıldız ve ark., 2013). Tarımsal üretimin yoğun olduğu Çukurova Bölgesi'nde özellikle turunçgil yetiştiriciliği yapılan alanlarda son yıllarda İTU'da önemli bir artış olduğu görülmektedir. Tarım Orman Bakanlığının verilerine göre Adana ilinde İTU yapılan alan miktarı; 2016 yılında 372.321 da iken 2017 yılında 455.229 da ve 2018 yılında 536.514 da olarak belirlenmiştir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018). Turunçgil üretimi yapılan alanlardaki GTU'na alternatif İTU'nın da hayata geçirilmesiyle birlikte turunçgillerde kalite, ekonomi ve çevre ilişkilerinin toplamı değerlendirildiğinde; doğru bitki besleme uygulamaları, daha çok/önemle üzerinde durulması gereken konuların başında gelmektedir. Turunçgil üretiminde önemli olan Doğu Akdeniz bölgesinde, çevresel ve ekonomik ihtiyaçlar doğrultusunda GTU ve İTU yapılan bahçelerde besin elementlerinin durumunu karşılaştırmalı olarak ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle, bölgede %28'lik payla turunçgil üretiminde 2. sırada yer alan Adana ili, Karataş ilçesinde GTU ve İTU gerçekleştirilen 80 farklı narenciye (portakal, limon ve mandarin) bahçesinden alınan toprakların verimlilik (pH, organik madde, tuzluluk, kireç, tekstür) ve beslenme durumunu ortaya koymak ve karşılaştırmak amacı ile yapılmıştır. Çalışmada örnekleme yapılan bahçelerin Karataş ilçesini temsil edebilir düzeyde olmasına ayrıca İTU ve GTU yapılan bahçelerinde bu lokasyonlarda dengeli bir şekilde belirlenmesine önem verilmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırma materyalini Karataş-Adana'da bulunan narenciye bahçeleri oluşturmaktadır. Çalışmada farklı turunçgil türlerinden portakal, limon ve mandarin yetiştiriciliği yapılan 80

bahçeden (40 tanesi İTU – 40 tanesi GTU) bahçeyi temsil edecek şekilde ağaçların taç iz düşümünden, yüzey (0-30 cm) ve yüzey altı (30-60 cm) karma toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri polietilen torbalarda laboratuvara getirilmiş, hava kurusu hale getirilen ve 2 mm'lik elekten elenen toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Toprakların pH değerleri McLean (1982), elektriksel İletkenlik (EC) Dellavalle (1992), tekstür Bouyoucos (1951)'a göre kireç (CaCO₃) Çağlar (1949), organik madde Jackson (1962), DTPA ile ekstrakte edilebilir Zn, Fe, Mn ve Cu analizi Lindsay ve Norvell (1978), alınabilir P Olsen ve ark. (1954) ve alınabilir K, Ca ve Mg Carson (1980) yöntemlerine göre yapılmıştır.

İstatistiksel analiz

Farklı tarım sistemleri (İyi tarım ve geleneksel) uygulanan bahçelere ilişkin sonuçların karşılaştırılması t testi ile p<0.05 önem seviyesine göre yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS (versiyon 20) paket programı kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Genel toprak özellikleri bakımından geleneksel (GTU) ve iyi tarım uygulaması (İTU) yapılan bahçelerin karşılaştırılması

Turunçgil bahçelerinin toprak pH değerleri 7.08 ile 8.61 arasında değişmektedir (Çizelge 1). İyi tarım ve geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı bahçelerin 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinde farklı sistemler arasında toprak pH'sı açısından istatistiksel olarak önemli değildir. İTU yapılan bahçelerde pH değerleri 0-30 cm'de 7.25 ve 7.95 arasında, 30-60 cm derinlikte ise 7.11 ve 7.95 arasında değiştiği ve GTU bahçelerde ise 7.08-7.61 ve 7.13-8.57 olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1 ve 2). Narenciye bahçeleri, İTU ve GTU yapılan bahçelerde pH açısından 0-30 cm derinlikte sırasıyla nötr (%47.5 ve %55.0) ve hafif alkalin (%52.5 ve %45.0) dağılım gösterdikleri ve bu dağılımın 30-60 cm derinlikte ise %25 ve %40 nötr ve %75 ve %60 hafif alkalin olduğu belirlenmiştir.

Turunçgiller için ideal toprak pH'sının nötr ve nötre yakın olduğu çok sayıda araştırmacı tarafından

rapor edilmektedir (Özbek ve ark., 1977; Tuzcu ve ark., 1981; Alva ve ark., 2006; Obreza ve Morgan, 2011). Alva ve ark. (2006), optimum toprak pH'sı olarak 6.0'yı bildirirken, Obreza ve Morgan (2011) ise 8.5 pH değerine sahip topraklarda da üretimin yapılabileceğini bildirmiştir. Araştırma sonuçlarının ülkemizde bu yönde yapılan çalışma sonuçları (Eyüpoğlu, 1999) ile uyumlu olduğu görülmektedir. Özbek ve ark. (1977) ve Tuzcu ve ark. (1981), turunçgil yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı

Akdeniz Bölgesinde toprak pH değerinin alkalın (7.9-8.4) olduğunu bildirmiştir. Batı Akdeniz Bölgesini kapsayan diğer çalışmalarda ise Antalya'da turunçgil bahçelerindeki pH'ların 7.8-8.3 (Arı ve ark., 1997), Kumluca ve Finike yöresi narenciye bahçelerinin pH'larının 6.51-8.61 (Sönmez ve ark., 2014) arasında değiştiği bildirilmiştir. Buna göre Karataş-Adana bölgesi narenciye topraklarının pH açısından turunçgil tarımı için genelde uygundur.

Çizelge 1. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri
Table 1. Some of physical and chemical properties of soil samples

Toprak özellikleri	Derinlik (cm)		pH	EC (dS m ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	Organik Madde (%)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)
Soil properties	Depth					Organic matter	Sand	Silt	Clay
İyi Tarım Good Agriculture	0-30	Min.	7.25	0.14	3.3	0.21	3.3	7.5	6.1
		Max.	7.95	1.12	24	0.57	80.2	71.9	55.3
		Ort.	7.53	0.35	16.8	0.39	22.7	47.8	29.5
	30-60	Min.	7.11	0.14	2.6	0.16	2.6	11.6	10.7
		Max.	7.95	1.73	31.5	0.53	66.8	78.5	57.5
		Ort.	7.58	0.38	18	0.35	22.2	45.3	32.3
Geleneksel Tarım Conventional Agriculture	0-30	Min.	7.08	0.12	6.6	0.27	1.9	24	4.5
		Max.	8.61	1.66	27.1	0.58	54.1	87	74.1
		Ort.	7.48	0.52	16.8	0.42	18	53.7	28.4
	30-60	Min.	7.13	0.12	5	0.14	1	8.7	5
		Max.	8.57	1.46	27	0.52	45.1	85.3	73.8
		Ort.	7.56	0.44	17	0.38	16.9	50.3	32.8
T testi önem düzeyi (P)	0-30		0.34	0.01	0.98	0.03			
T test significance (P)	30-60		0.69	0.38	0.35	0.09			

Toprakların elektriksel iletkenlik (EC) değerleri 0.12-173 dS m⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 1). EC değeri, İTU yapılan bahçelerin 0-30 cm derinliğinde 0.14-1.12 dS m⁻¹ arasında ve 30-60 cm'de ise 0.14-1.73 dS m⁻¹ arasında değişmektedir. Geleneksel tarım uygulamaları altındaki bahçelerin EC değeri 0-30 cm'de 0.12-1.66 dS m⁻¹ arasında ve 30-60 cm'de ise 0.12-1.46 dS m⁻¹ arasında değişmiştir (Çizelge 1). Elektriksel iletkenlik bakımından uygulamalar arasında (İTU ve GTU) istatistiksel olarak 30-60 cm derinlikte anlamlı bir fark bulunmaz iken, yüzey toprağında (0-30 cm) farklılık önemlidir (p<0.05). Turunçgillerin tuzluluğa karşı toleranslıdır. Çalışılan narenciye bahçelerinin 0-30 cm derinliğindeki toprakları tuzsuz (%70 ve %45), hafif tuzlu (%25 ve %42.5), orta tuzlu (%5 ve %5), tuzlu (%0 ve %5) ile yüksek tuzlu (%0 ve %2.5) sınıfında yer almaktadır. Örneklenen alanlarda, EC değerleri Dellavalle

(1992)'a göre sınıflandırıldığında (0-0.40 dS m⁻¹-tuzsuz) bitki gelişimine olumsuz etki edecek bir tuzluluk problemi olmadığı saptanmıştır.

Farklı uygulama yöntemlerinin karşılaştırıldığı turunçgil bahçelerinin kireç içeriklerinin %3.3 ile %31.5 arasında değişmektedir. Bu bağlamda İTU yapılan bahçelerinde 0-30 cm'de kireç içeriği, %3.3 ile %24 arasında, 30-60 cm derinlikte ise %2.6 ve %31.5 arasında değiştiği ve bu değişimin GTU yapılan bahçelerde %6.6 ve %27.1 arasında, 30-60 cm derinlikte ise aynı değer %5 ve %27 arasında değişmektedir (Çizelge 1). İTU ve GTU yapılan bahçelerin 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinde kireç içeriği açısından istatistiksel olarak bir fark bulunmamaktadır. İTU ve GTU narenciye bahçelerinin, 0-30 cm derinlikteki kireç içerikleri sırasıyla %2.5 ve %0 (kireçli), (%25 ve %20.5 (orta kireçli)), %72.5 ve %77 (fazla kireçli) ve %0 ve %2.5 (çok fazla kireçli) şeklinde dağılım gösterdikleri

tespit edilmiştir. Yüzey altı toprağında ise (30-60 cm), bahçelerin %7.5 ve %2.5 kireçli, %7.5 ve %23 orta kireçli, %82.5 ve %72 çok kireçli ve %2.5 ve %2.5 çok fazla kireçli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Toprak örneklerinin kireç içerikleri Hızalan ve Ünal (1966)'a göre hem GTU hem de İTU yapılan bahçelerin %21.9'u kireçli ve orta kireçli düzeyde olduğu (<%15) ve %77.8'inin fazla ve çok fazla kireçli (>%15) sınıfında yer aldığı saptanmıştır (Çizelge 2). Karataş bölgesi toprak haritalarını oluşturulması kapsamında Dinç ve ark. (1995)'nin yürüttükleri çalışmada bölge topraklarının yüksek kireç içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir.

Narenciye bahçelerinin organik madde içerikleri, %0.14 ile %0.58 arasında değişmektedir

(Çizelge 1). Bu bağlamda İTU yapılan bahçelerin 0-30 cm'de organik madde içeriği %0.21 ve %0.57 arasında, 30-60 cm derinlikte ise %0.16 ve %0.53 arasında değişmektedir. İTU ve GTU yapılan bahçelerin yüzey topraklarının organik madde içerikleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p<0.05$) farklıdır. Geleneksel tarım uygulanan bahçelerde ise organik madde içeriği %0.27 ve %0.58 arasında, 30-60 cm derinlikte ise %0.14 ve %0.52 arasında değişmektedir. İyi tarım ve geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı bahçelerin 30-60 cm derinlikte toprakların organik madde içerikleri arasında önemli bir fark olmadığı ve tamamının organik maddece yetersiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1 ve 2).

Çizelge 2. Toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçlarının kritik sınır değerlerine göre sınıflandırılması

Table 2. Classification of physical and chemical analysis results of soil samples according to critical limit values

Toprak Özellikleri Soil Properties	Sınıflandırma Classification	Değerlendirme Evaluation	İyi Tarım Good Agriculture				Geleneksel Tarım Conventional agriculture				Genel Toplam Total	
			0-30 cm		30-60 cm		0-30 cm		30-60 cm		N	%
			N	%	N	%	N	%	N	%		
pH1:2.5 (Eyüboğlu, 1992)	6.5-7.5	Nötr	19	47.5	10	25	22	55	16	40	67	42
	7.6-8.5	Hafif alkali	21	52.5	30	75	18	45	24	60	93	58
EC, dS m ⁻¹ (Dellavalle, 1992)	<0.40	Tuzsuz	28	70	28	70	18	45	21	52.5	95	59
	0.40-0.80	Hafif tuzlu	10	25	9	22.5	17	42.5	13	32.5	49	31
	0.81-1.20	Orta tuzlu	2	5	2	5	2	5	5	12.5	11	7
	1.21-1.60	Tuzlu	-	-	1	2.5	2	5	1	2.5	4	3
CaCO ₃ , % (Hızalan ve Ünal, 1966)	1.61-3.20	Yüksek tuzlu	-	-	-	-	1	2.5	-	-	-	-
	<1	Az Kireçli	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1-5	Kireçli	1	2.5	3	7.5	-	-	1	2.5	5	3.1
	5-15	Orta kireçli	10	25	3	7.5	8	20.5	9	23	30	19
	15-25	Fazla kireçli	29	72.5	33	82.5	30	77	29	72	121	76
Tektür Sınıfı	>25	Çok fazla kireçli	-	-	1	2.5	1	2.5	1	2.5	3	1.9
	Killi (C)		3	7.5	2	5	7	17.5	9	22.5	21	13.1
	Killi tın (CL)		8	20	7	17.5	5	12.5	4	10	24	15
	Tın (L)		3	7.5	1	2.5	1	2.5	2	5	7	4.4
	Kumlu tın (SL)		1	2.5	1	2.5	-	-	-	-	2	1.3
	Kumlu killi tın (SCL)		-	-	1	2.5	1	2.5	-	-	2	1.3
	Kumlu Kil (SC)		2	5	2	5	-	-	-	-	4	2.5
	Silt (Si)		-	-	-	-	3	7.5	2	5	5	3.1
	Siltli Kil (SiC)		5	12.5	6	15	2	5	2	5	15	9.4
	Siltli Tın (SiL)		6	15	5	12.5	13	32.5	11	27.5	35	21.9
Siltli Killi Tın (SiCL)		12	30	15	37.5	8	20	10	25	45	28	
Organik Madde, % (Anonim, 1985)	0-1	Çok az	40	100	40	100	40	100	40	100	160	100
	1-2	Az	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2-3	Orta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3-4	İyi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	>4	Yüksek	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bahçelerin tamamı, organik madde içeriği bakımından çok düşük (<%1) sınıfında yer almaktadır (Anonim 1985). Sonuçlar, Batı Akdeniz Bölgesinde turunçgil yetiştiriciliği yapılan alanlarda yürütülen çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermiştir (Pınar ve Arslan, 2007; Sönmez ve ark., 2014). Ülke topraklarının genel olarak organik maddece yetersiz olduğu, ortalama %64'ünün çok az ya da az miktarda organik madde içerdiği bildirilmiştir (Güçdemir, 2006). Toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine toprak organik maddesinin önemli etkisinin olmasının yanı sıra verimli olarak kabul edilen bahçe topraklarının çoğunlukla %2-5 arasında organik madde içermesi gerektiği bildirilmiştir (Güzel, 1989).

Karataş ilçesinde, İTU ve GTU yapılan turunçgil bahçelerinin tekstür sınıfı, orta-ağır ve ağırdır (Çizelge 1). Örnekleme yapılan lokasyonlarda toprak serileri ve buna bağlı olarak da toprak tekstürü de değişkenlik göstermiştir.

İTU ve GTU yapılan bahçelerim makro ve mikro element konsantrasyonlarını karşılaştırılması

İyi tarım ve geleneksel tarım uygulanan bahçelerin minimum, maksimum ve ortalama

makro ve mikro besin elementi konsantrasyonları Çizelge 3'de, toprakların kritik sınır değerlerine göre % olarak dağılımı ise Çizelge 4'de verilmiştir. Narenciye bahçelerinin toprak K değerleri 23-490 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir (Çizelge 3). İTU yapılan bahçelerde 0-30 cm'de K konsantrasyonunun 48 ve 338 mg kg⁻¹ arasında, 30-60 cm derinlikte ise 53 ve 432 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve bu değişimin GTU yapılan bahçelerde 23 ve 490 mg kg⁻¹ ile 28 ve 390 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. İTU ve GTU yapılan bahçelerin 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinde farklı sistemler arasında K konsantrasyonu açısından istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı saptanmıştır.

İTU yapılan bahçe topraklarının %22'sinin K konsantrasyonunun kritik K sınır değerinden (100 mg kg⁻¹) daha düşükken, %64'ünde yeterli, %15'inde K konsantrasyonunun kritik K sınır değerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Geleneksel tarım yapılan bahçelerden örneklenen alanların %11'inin K konsantrasyonu, kritik K sınır değerinden (100 mg kg⁻¹) daha düşükken, %73'ünde yeterli ve %16'ında yeterli kritik K sınır değerinden daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 3. Toprak örneklerinin makro ve mikro besin elementi konsantrasyonları

Table 3. Macro and micro nutrient concentrations of the soil samples

	Derinlik (cm) Depth	Besin Elementleri (mg kg ⁻¹)								
		K	P	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	
İyi Tarım Good Agriculture	0-30	Min.	48	0.4	924	223	0.91	0.32	5.22	3.7
		Max.	338	32.7	2494	2467	7.16	4.78	20.84	8.27
		Ort.	203±97	8.8±5.7	1834±272	761±389	2.53±1.4	1.00±0.75	12.28±3.1	6.13±1.1
	30-60	Min.	53	1.6	929	217	0.53	0.16	4.46	3.35
		Max.	432	20.6	2444	1829	4.91	1.9	18.74	8
		Ort.	166±80	5.1±23	1803±302	859±502	2.1±0.70	0.58±0.3	12.6±2.9	5.77±1.2
Geleneksel Tarım Conventional Agriculture	0-30	Min.	23	0.7	1042	213	0.45	0.19	3.83	3.46
		Max.	490	32.4	2534	3807	5.58	4.21	17.56	10.39
		Ort.	234±99	11.2±7.4	1804±276	1045±781	2.27±0.8	1.03±0.7	11.77±2.9	6.21±1.5
	30-60	Min.	28	0.5	1293	164	0.18	0.16	3.06	3.66
		Max.	390	40.3	2474	3126	3.26	4.47	19.42	12.04
		Ort.	185±79	6.20±6.2	1819±263	1141±746	2.13±0.5	0.67±0.3	12.46±3.3	6.10±1.5
T testi önem düzeyi (P)	0-30	0.16	0.07	0.63	0.04	0.33	0.86	0.46	0.79	
T test significance (P)	30-60	0.29	0.53	0.81	0.06	0.85	0.23	0.84	0.30	

Her iki uygulama altındaki toprak örneklerinin kritik K sınır değerinden daha düşük değere sahip olan örnek yüzdesi az olup, söz konusu çalışma alanındaki turunçgil bahçelerinde K yönünden genellikle problem olmadığı belirlenmiştir.

Turunçgil yetiştiriciliği yapılan alanlarda toprakların kritik K düzeylerine dair farklılıklara değinen literatürler mevcuttur. Örneğin, Doğu Akdeniz bölgesini kapsayan alanlarda yürütülen bir çalışmada Hatay Bölgesi'nde yüzey ve yüzey altı

toprak örneklerinde ortalama K konsantrasyonunun topraktaki kritik K sınır değerinden daha düşük olduğu, buna karşılık Adana ve İçel bölgelerindeki toprakların ortalama K konsantrasyonunun kritik sınır değerinden oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir (Torun ve ark., 2005).

Bahçelerin toprak P değerlerinin 0.4-40.3 mg kg⁻¹ arasında değiştiği izlenmiştir (Çizelge 3). Bu açıdan İTU yapılan bahçelerde NaHCO₃ ekstrakte edilebilir P konsantrasyonunun 0-30 cm'de 0.4 ve 32.7 mg kg⁻¹ arasında, 30-60 cm derinlikte ise 1.6 ve 20.6 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve bu değişimin geleneksel tarım uygulanan bahçelerde iki farklı derinlikte sırasıyla 0.7 ve 32.4 mg kg⁻¹ ile 0.5 ve 40.3 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. İyi tarım uygulamaları yapılan bahçelerde ortalama P konsantrasyonu derinliklere göre farklılık göstermiş (8.8 ve 5.1 mg kg⁻¹ yüzey ve yüzey altı), benzer şekilde GTU yapılan bahçelerinin yüzey ve yüzey altı derinlikteki ortalama P konsantrasyonu sırasıyla 11.2 mg kg⁻¹ ve 6.2 mg kg⁻¹ olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). İyi tarım uygulaması ve GTU yapılan bahçelerin yüzey topraklarının (0-30 cm) P konsantrasyonları arasında fark çıkmamıştır (p>0.05).

Çalışma alanında ortalama P konsantrasyonu örneklerin %67'sinin yeter düzeyin (<8 mg kg⁻¹) altında iken İTU yapılan bahçelerde bu oran %72 ve GTU yapılan bahçelerde ise %63 düzeyindedir (Çizelge 4). İyi tarım uygulaması yapılan bahçe topraklarının %32'sinin P konsantrasyonunun kritik P sınır değerinden (8 mg kg⁻¹) daha düşükken, %40'inde orta ve %24 yeterli ve %5'inde de belirlenen P konsantrasyonunun kritik P sınır değerinden daha yüksek (fazla/çok fazla) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

İyi tarım uygulaması ve GTU yapılan bahçelerin yüzey topraklarının (0-30 cm) P konsantrasyonları arasında önemli düzeyde fark bulunmamıştır. Elde edilen sonuçların aksine Mersin, Adana ve Hatay illerindeki turuncgil bahçelerinin beslenme durumlarının belirlenmesi amacıyla yürütülen bir çalışmada toprak örneklerinin %36'sının yeterli ve %48'inin ise yüksek düzeyde alınabilir P içerdiği bildirilmiştir (Pınar ve Aslan, 2007). Benzer şekilde

Batı Akdeniz bölgesinde yürütülen çalışmada 0-30 ve 30-60 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde her iki derinlikte de yüksek olduğu bildirilmiştir (Sönmez ve ark., 2014).

Bahçe topraklarının alınabilir Ca konsantrasyonu 924-2534 mg kg⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir (Çizelge 3). İyi tarım uygulamaları yapılan bahçelerde amonyum asetatta ekstrakte edilebilir Ca konsantrasyonu 0-30 cm'de 924 ve 2494 mg kg⁻¹ arasında, 30-60 cm derinlikte ise 929 ve 2444 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve bu değişimin geleneksel tarım uygulanan bahçelerde sırasıyla 1042 ve 2534 mg kg⁻¹ ile 1293 ve 2474 mg kg⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir. İyi tarım ve geleneksel tarım uygulamalarının yapıldığı bahçelerin 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerinde farklı sistemler arasında Ca konsantrasyonu açısından önemli bir fark yoktur.

İTU yapılan bahçe topraklarının %2.5'inin Ca konsantrasyonu yeterli Ca sınır değerinden (1150-3500 mg kg⁻¹) daha düşükken, %98'inde yeterli konsantrasyondadır (Çizelge 4). Geleneksel tarım yapılan bahçelerden örneklenen alanların %1'inin düşük ve %99'unda yeterli olduğu ve her iki sistemde tarım yapılan narenciye bahçelerinin yeterli düzeyde Ca konsantrasyonuna sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

Narenciye bahçelerinin toprak Mg değerlerinin 164-3807 mg kg⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 3). Magnezyum açısından İTU yapılan bahçelerde alınabilir Mg konsantrasyonunun 0-30 cm'de 223 ve 2467 mg kg⁻¹ arasında, 30-60 cm derinlikte ise 217 ve 1829 mg kg⁻¹ arasında değiştiği ve bu değişimin geleneksel tarım uygulanan bahçelerde 0-30 ve 30-60 cm derinliklerde Ca konsantrasyonu sırası ile 213 ve 3807 mg kg⁻¹ ile 164 ve 3126 mg kg⁻¹ arasında değişmektedir. İTU ve GTU yapılan bahçelerin 0-30 cm derinliklerinde farklı sistemler arasında Mg konsantrasyonu açısından istatistiksel olarak önemli düzeyde fark varken (p<0.05) ve 30-60 cm derinliklerinde önemli bir fark yoktur (p>0.05).

İTU yapılan bahçelerin Mg konsantrasyonunun %18'inde yeterli, %70'inde fazla ve %12'inde çok yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Geleneksel tarım yapılan bahçelerden örneklenen

alanların %22'sinin Mg konsantrasyonunun yeterli, %53'ünde fazla ve %27'inde çok yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4). Belirlenen Ca ve Mg konsantrasyonlarının Çakmak ve ark. (2003) tarafından, Çukurova bölgesinde turuncgil üretim alanlarının beslenme düzeyini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmadan elde edilen Ca ve Mg konsantrasyonlarıyla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Aynı şekilde, yürütülen bu çalışmada toprak örneklerinde belirlenen Ca ve Mg konsantrasyonlarının Ertarğın (2014)'ın Çukurova bölgesinde portakal ağaçlarının meyveyle kaldırdıkları bitki besin elementi miktarlarının belirlenmesi için yaptığı çalışmada elde ettiği Ca ve Mg konsantrasyon değerleriyle de uyumlu olduğu görülmüştür.

Karataş ilçesinde farklı uygulama yöntemleri altında narenciye üretim alanlarından alınan toprak örneklerinin DTPA'da ekstrakte edilebilir mikro element konsantrasyonu değerlendirildiğinde; tüm örneklerin alınabilir Fe, Cu ve Mn değerlerinin kritik sınır değerlerinden yeterli/yüksek konsantrasyona sahip olduğu saptanmıştır. Buna karşılık toprakların alınabilir Zn konsantrasyonunun sınır değerlerinden belirgin düzeyde düşüktür (Çizelge 4). Bu sonuçlar Eyüpoğlu ve ark. (1999) tarafından gerçekleştirilen çalışmada bildirildiği üzere Türkiye tarım topraklarının %49.8'inin alınabilir Zn'ca yetersiz %25'inin alınabilir Fe'ce yetersiz, alınabilir Mn ve Cu için ise yeterli olduğu literatür bilgisiyle uyumludur.

Çizelge 4. Toprak örneklerinin makro ve mikro besin elementi konsantrasyonlarının kritik sınır değerlerine göre sınıflandırılması

Table 4. Classification of macro and micro nutrient concentrations of soil samples according to critical limit values

Toprak Özellikleri Soil Properties	Eşik Değer Threshold values	Yeterlik Sufficiency	İTU GAP				GTU CAP				Toplam Total	
			0-30cm		30-60 cm		0-30cm		30-60 cm		N	%
			N	%	N	%	N	%	N	%		
K, mg kg ⁻¹ (FAO, 1990)	<50	Çok az	-	-	1	2.5	1	2.5	2	5	4	2.5
	50-100	Az	7	18	9	23	3	7.5	3	7.5	22	14
	100-300	Yeterli	25	63	26	65	26	65	32	80	109	68
	300-1000	Fazla	8	20	4	10	10	25	3	7.5	25	16
	>1000	Çok fazla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P, mg kg ⁻¹ (Olsen ve ark., 1954)	<4	Az	6	15	19	48	6	15	11	28	42	26
	4-8	Orta	16	40	16	40	12	30	21	53	65	41
	8-16	Yeterli	16	40	3	7.5	12	30	6	15	37	23
	16-24	Fazla	1	2.5	1	2.5	7	18	-	-	9	5.6
	>24	Çok fazla	1	2.5	1	2.5	3	18	2	5	7	4.3
Ca, mg kg ⁻¹ (FAO, 1990)	<380	Çok az	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	380-1150	Az	1	2.5	1	2.5	1	2.5	-	-	3	2
	1150-3500	Yeterli	39	98	39	98	39	98	40	100	157	98
	3500-10000	Fazla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	>10000	Çok fazla	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg, mg kg ⁻¹ (FAO, 1990)	<50	Çok az	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50-160	Az	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	160-480	Yeterli	9	23	5	13	10	25	7	18	31	19
	480-1500	Fazla	28	70	28	70	22	55	20	50	98	61
	>1500	Çok fazla	3	7.5	7	17	8	20	13	33	31	19
Fe, mg kg ⁻¹ (Lindsay ve Norvell, 1978)	<2.5	Noksan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.5-4.5	Noksanlık görülebilir	-	-	-	-	1	2.5	1	2.5	2	1.2
	>4.5	İyi	40	100	40	100	39	98	39	98	158	99
Cu, mg kg ⁻¹ (Lindsay ve Norvell, 1978)	<0.2	Az	-	-	-	-	-	-	1	2.5	1	0.6
	>0.2	Yeterli	40	100	40	100	40	100	39	98	159	99
Zn, mg kg ⁻¹ (FAO, 1990)	>0.2	Çok az	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.2-0.7	Az	13	33	29	73	16	40	23	58	81	51
	0.7-2.4	Yeterli	26	65	11	28	22	55	17	43	76	48
	>2.4	Fazla	1	2.5	-	-	2	5	-	-	3	1.8
Mn, mg kg ⁻¹ (FAO, 1990)	<0.2	Çok az	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.2-0.7	Az	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.7-5.0	Yeterli	6	15	12	30	9	23	7	17	37	23
	>5	Fazla	34	85	28	70	31	78	33	84	126	79

İTU yapılan bahçelerin 0-30 cm derinlikte ortalama Fe konsantrasyonu 12.28 mg kg⁻¹ iken, 30-60 cm derinlikte 12.60 mg kg⁻¹ ve ortalamanın ise 12.30 mg kg⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Söz konusu değerlerin Cu, Zn ve Mn için sırasıyla 2.53, 2.10 ve 2.30; 1.0, 0.58 ve 0.82 ve 6.13, 5.77 ve 6.10 mg kg⁻¹ olmuştur (Çizelge 3). İyi tarım ve geleneksel uygulanan bahçelerin söz konusu mikro elementler açısından benzerlik göstermektedir. Her iki derinlikten alınan toprak örneklerine ait ortalama mikro element konsantrasyonunun her iki uygulamada da belirgin bir fark olmadığı saptanmıştır.

Sonuçlar

Karataş-Adana'da geleneksel ve iyi tarım uygulanan narenciye bahçelerinin verimlilik durumlarını karşılaştırmak üzere yürütülen bu çalışmada, bitki besin elementleri açısından uygulamalar arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Her iki uygulamada da toprakta eksikliği tespit edilen Zn gibi besin elementlerinin alımını artırmak için topraktan veya yapraktan uygulama yapılabileceği gibi, toprakta besin elementi alımını muhtemelen olumsuz etkileyecek (yüksek pH, yüksek kireç, düşük organik madde vb.) faktörlerin düzeltilmesi ile başarılı sonuçların elde edilebileceği düşünülmektedir. Çalışmanın toprak örnekleri yanı sıra yaprak ve meyvede besin kalitesinin de araştırılması bütüncül bir değerlendirme için önemli olacaktır. Toprakta besin element girdisi ve çıktısının takibini öngören İTU gibi tarımsal üretim sistemlerinde doğru uygulama ve bu üretim sisteminin içinde yer alan kontrol mekanizmalarının doğru çalışması/işletilmesi oldukça önemlidir. Gübre uygulaması yapılacak alanların analizlere dayalı toprak özellikleri bilinerek/belirlenerek; gübre dozları ve formlarının her bölge için ayrı ayrı belirlenmesi ve toprak organik madde içeriğinin artırılmasını hedefleyen uygulamalar gerekmektedir.

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

Yazar Katkısı: Ayfer Alkan Torun; metodoloji, araştırma, yazma, inceleme, düzenleme, Funda Keleş; metodoloji, araştırma, yazma, inceleme, düzenleme, Ebru Duymuş; yazma, inceleme, düzenleme, M. Bülent Torun; yazma, inceleme, düzenleme. Tüm yazarlar, metnin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

Kaynaklar

- Aktürk, D., Savran, F., & Niyaz, Ö.C. (2014). Tarımda konvansiyonel üretim ile iyi tarım uygulamalarının karşılaştırılması: Çanakkale ilinde şeftali ve kiraz örneği. XI. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 3(5), 748-755.
- Alva, A.K., Paramasivam, S., Fares, A., Obreza, T.A. & Schumann, A.W. (2006). Nitrogen best management practice for citrus trees II. Nitrogen fate, transport and components of N budget. *Scientia Horticulture*, 109, 223-233.
- Anonim (1985). *Agricultural Analysis Handbook*. Hach Com. 22546-08, p.2/65, 2/69.
- Arı, N., Arpacioğlu, A., Polat, T.V. & Özkan, C.F. (1997) Antalya Bölgesi Washington portakalı yapraklarındaki mineral besin maddelerinin mevsimsel değişiminin incelenmesi. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Sonuç Raporu. TAGEM-IY-93-06-03-017.
- Auler, P.A.M., Fiori-Tutida A.C.G. & Tazima Z.H. (2008). Behavior of 'Valencia' orange tree on six rootstocks in the northwest of Parana state. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(1), 229-234.
- Bouyoucos, G.D. (1951). A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of the Soil. *Agronomy Journal*, 43, 434-438.
- Carson, P.L. (1980). Recommended Potassium Test. in: Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. Rev.Ed. North Central Region Publication No: 221. North Dakota Agric.Exp. Stn. North Dakota State University, Fargo, USA.
- Çağlar, K.O. (1949). *Toprak Bilgisi*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 10, Ankara.
- Çakmak, İ., Çınar, A., Önelge, N., Derici, R. & Torun, B. (2003). Çukurova bölgesinde turuncgil bahçelerinin mineral beslenme düzeyinin toprak ve yaprak analizleriyle irdelenmesi. TUBITAK TOGTAG-1 numaralı Araştırma Projesi Final Raporu. S. 1-108.
- Çetiner, S. (2005). Türkiye ve Dünyada Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvencesi: Sorunlar ve Öneriler. https://www.inovasyon.org/images/makaleler/sizdenBize/S_Cetiner.Inovasyon.org.pdf. Erişim tarihi: 18.08.2022.
- Dellavalle, N.B. (1992). Determination of specific conductance in supernatant 1:2 soil water solution in handbook on reference methods for soil analysis. *Soil and Plant Analysis Council*, Inc. Athens, GA.
- Dinç, U., Sarı, M., Şenol, S., Kapur, S., Sayın, M., Derici, M. & Schlichting, E. (1995). *Çukurova Bölgesi Toprakları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders

- Kitabı, (26).
- Dişbudak, K. (2008). *Avrupa Birliği'nde tarım-çevre ilişkisi ve Türkiye'nin uyumu*. AB T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve AB Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, Uzmanlık Tezi, 79 s.
- Ertarğın, E. (2014). *Çukurova bölgesinde portakal ağaçlarının meyveyle kaldırdıkları bitki besin elementi miktarlarının belirlenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Eryılmaz, G.A. & Kılıç, O. (2018). İyi tarım uygulamalarına geçen işletmelerin gelirlerindeki değişimin ve iyi tarım desteğinin yeterlilik düzeyinin belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(2), 123-127.
- Eyüpoğlu, F. (1999). *Türkiye topraklarının verimlilik durumu*. KHGM Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayını Teknik Yayın No: T-67, Genel Yayın No: 220 Ankara.
- Filho, F.A.A.M., Espinoza-Nunez, E., Stuchi, E.S., & Ortega, E.M.M. (2007). Plant growth, yield, and fruit quality of 'Fallglo' and 'Sunburst' mandarins on four rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 114, 45-49.
- Georgiou, A. (2004). Evaluation of rootstocks for 'Valencia' orange. *Agricultura Mediterranea*, 134, 193-200.
- Gezgin, S. & Hamurcu, M. (2006). Bitki beslemede besin elementleri arasındaki etkileşimin önemi ve bor ile diğer besin elementleri arasındaki etkileşimler. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 20(39), 24-31.
- Güçdemir, İ.H. (2006). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Güncelleştirilmiş ve Genişletilmiş 5. Baskı. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları.
- Güzel, N. (1989). *Süs Bitkilerinin Gübrenmesi*. Ç.Ü. Zir. Fak. Ders Kitabı. No: 113, Adana.
- Hızalan, E. & Ünal, H. (1966). *Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 278, Ankara.
- Jackson, M. L., (1962). *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall Inc. Eng. Cliffs. N. I., USA.
- Lindsay, W.L. & Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42, 421-428.
- McLean, E.O. (1982). Soil pH and Lime Requirement. Methods of Soil Analysis Part2. Chemical and Microbiological Properties Second Edition. Agronomy. No: 9 Part 2. Edition pp.199-224.
- Obreza, T.A. & Morgan, K.T. (2011). *Nutrition of Florida Citrus Trees*. 2nd Ed SI 253 Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Odegard, I.Y.R., & Van der Voet, E. (2014). The future of food-scenarios and the effect on natural resource use in agriculture in 2050. *Ecological Economics*, 97, 51-59.
- Olsen, S.N., Cole, C.V., Watanabe, F.S., & Dean, L.A. (1954). Estimation of Available Phosphorus in Soils By Extraction With Sodiumbicarbonate. USDA, Circ. 939 P.
- Özbek, N., Özsan, M. & Danışman, S. (1977). *Akdeniz bölgesinde yetiştirilen önemli limon çeşitlerinde görülen mikro besin maddeleri noksanlıklarının teşhisi ve giderilmesi*. TÜBİTAK.TOAG. Seri No: 58, Ankara.
- Pınar, H. & Arslan, R. (2007). Mersin, Adana ve Hatay illerindeki turunçgil bahçelerinin beslenme durumlarının incelenmesi. *Türkiye 5. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 4-7 Eylül 2007, 329- 333, Erzurum.
- Smith, M.W., Shaw, R.G., Chapman, J.C., OwenTurner, J., Lee, L.S., McRae, K.B., Jorgensen, K.R., & Mungomery, W.V. (2004). Long-term performance of 'Ellendale' mandarin on seven commercial rootstocks in subtropical Australia. *Scientia Horticulturae*, 102, 75-89.
- Soil Survey Staff (1951). Soil Survey Manuel. Agricultural Research Administration, U.S Dept. Agriculture, Handbook No:18.
- Sönmez, S., Orman, Ş., Çıtak, S., Oğuz, İ. K., Kalkan, H., Uras, D. S. & Kaplan, M. (2014). Kumluca ve Finike yöreleri turunçgil bahçelerinin beslenme durumlarının belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1), 51-59.
- Tarım ve Orman Bakanlığı; 2017-2021 yılları üretim verileri.
- Torun, B., Çakmak, İ., Eker, S., Yazıcı, A., Özkutlu, F., Erdem, H., Tolay, İ., Alkan Torun, A., Öztürk, L., Karanlık Duran, S., Toz, S., & Tek, A. (2005). Çukurova Bölgesi'ndeki turunçgil bahçelerinin potasyum ve diğer mineral elementler bakımından beslenme durumu. *Tarımda Potasyumun Yeri ve Önemi Çalıştayı*, 3-4 Ekim 2005. Eskişehir 62-73.
- Tsakelidou, K., Papanikolaou, X., & Protopapadakis, E. (2002). Rootstock effects on the yields, tree and fruit characteristics of the mandarin cultivar 'Clementine' on the Island of Rhodes. *Experimental Agriculture*, 38, 351-358.
- Tuzcu, Ö., Özsan, M., Gezerel, Ö. & Kaplankıran, M. (1981). Akdeniz Bölgesi turunçgil bahçelerinin bitki besin maddeleri bakımından genel durumları. I. Doğu Akdeniz Bölgesi. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*. 12(L-4), 58-69. 86.
- UN (2015). World population prospects: the 2015 revision, key findings and advance tables. United Nations Department of Economic and Social Affairs and Population Division, Working Paper NoESA/P/WP. 241.
- Yıldız, E., Demirkeser, T.H., & Kaplankıran, M. (2013). Growth, yield, and fruit quality of 'Rhode Red Valencia' and 'Valencia Late' sweet oranges grown on three rootstocks in eastern Mediterranean. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 73(2), 142-146.



Sclerotinia minor Jagger üzerine potansiyel biyokontrol ajanlarının değerlendirilmesi

Evaluation of potential biocontrol agents on Sclerotinia minor Jagger

Raziye KOÇAK^{1*}, Özden SALMAN², Nuh BOYRAZ³

¹Selçuk Üniversitesi, Çumra MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Konya

^{2,3}Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya

¹<https://orcid.org/0000-0002-8221-0452>; ²<https://orcid.org/0000-0002-7871-4105>; ³<https://orcid.org/0000-0001-6822-9360>

To cite this article:

Koçak, R., Salman, Ö. & Boyraz, N. (2022). *Sclerotinia minor* Jagger üzerine potansiyel biyokontrol ajanlarının değerlendirilmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 480-490.
DOI: 10.29050/harranziraat.1198298

*Address for Correspondence:
Raziye KOÇAK
e-mail:
rkocak@selcuk.edu.tr

Received Date:

02.11.2022

Accepted Date:

07.12.2022

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



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

ÖZ

Bu çalışma farklı bitkilerin rizosferik toprak bölgesinden izole edilen 38 bakteri izolatının ayçiçeğinde beyaz çürüklük etmenlerinden biri olan *Sclerotinia minor* Jagger'e karşı antagonistik etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. *In vitro* koşullarda test edilen bakterilerin yaklaşık %37'si orta ya da yüksek düzeyde patojenin misel gelişimini baskılamıştır. *In vitro* koşullarda patojeni yüksek düzeyde (%80-100) engelleyen bakteriler (*Pseudomonas chlororaphis* IDV5, *Bacillus amyloliquefaciens* IEB1, *Bacillus cereus* IPT3, *Stenotrophomonas* sp. IGL1, henüz teşhis edilememiş 2 bakteri izolatu (IFG1 ve IFG2)) daha sonra iklim odası koşullarında saksı çalışmaları ile test edilmiştir. Araştırma sonuçlarımıza göre saksı denemelerinde *Pseudomonas chlororaphis* dışında tüm bakteriler %100 etkili olmuştur. Ayrıca *in vitro*'da *S. minor*'e karşı etkisiz olmasına rağmen, daha önce yaptığımız farklı çalışmalarda *in vivo* koşullarda başarılı olduğunu tespit ettiğimiz *Pseudomonas korensis* (IFG4)'de denemeye dahil edilmiş ve *in vivo*'da etkili bulunmuştur. Bu sonuç bazı rizosferik bakterilerin patojenin baskılanmasında rol oynayan bazı engelleyici özelliklerinin bitki ile bir araya geldiğinde ortaya çıktığını göstermektedir. Sonuç olarak çalışmamız biyolojik mücadelenin ayçiçeğinde toprak patojenlerini kontrol etmenin alternatiflerinden biri olduğunu ve bu antagonistik bakterilerin diğer özellikleri yönünden de araştırıldıktan sonra bioajan olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Sclerotinia minor*, Antagonist etki, Biokontrol, *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp.

ABSTRACT

This study was carried out to determine the antagonistic effects of 38 bacterial isolates isolated from the rhizospheric soil region of different plants against *Sclerotinia minor* Jagger, which is one of the causative agents of white rot in sunflower. Approximately 37% of the bacteria tested *in vitro* suppressed mycelial growth of the pathogen at moderate or high levels. Bacteria that inhibit pathogens at a high level (80-100%) *in vitro* (*Pseudomonas chlororaphis* IDV5, *Bacillus amyloliquefaciens* IEB1, *Bacillus cereus* IPT3, *Stenotrophomonas* sp. IGL1, 2 unidentified bacterial isolates (IFG1 and IFG2)) were potted under climatic chamber conditions tested by work. According to our research results, all bacteria except *Pseudomonas chlororaphis* were 100% effective in pot experiments. In addition, although it is ineffective against *S. minor* *in vitro*, *Pseudomonas korensis* (IFG4), which we have found to be successful *in vivo* conditions in different studies we have done before, was included in the trial and was found effective in this study as well. This result shows that some inhibitory properties of some rhizospheric bacteria, which play a role in suppressing the pathogen, appear when they come together with the plant. In conclusion, our study reveals that biological control is one of the alternatives to control soil pathogens in sunflower and can be used as a bioagent after investigating other properties of these antagonistic bacteria.

Key Words: *Sclerotinia minor*, Antagonist effect, Biocontrol, *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp.

Giriş

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), bitkisel yağ üretimi için dünya çapında önemli bir yağlı tohum bitkisidir. Toprak kaynaklı patojenlerden olan *Sclerotinia* türleri ayçiçeğinde önemli kayıplar oluşturmaktadır. *Sclerotinia* hastalıkları pamuklu çürüklük, beyaz çürüklük, sulu yumuşak çürüklük, gövde çürüklüğü ve tabla çürüklüğü gibi değişik isimlerle tanımlanmaktadır. *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Bary 405'den fazla, *Sclerotinia minor* Jagger ise 94'dan fazla bitki türünde hastalık oluşturan önemli bitki patojenleridir (Wu ve Subbarao, 2008; Baniyadi ve ark., 2009). Bu patojenler genel olarak ayçiçeğinde çıkış öncesi ve sonrası tohum çürümelerine, boğaz bölgesinde çürüklüğe, kök üzerinde koyu kahverengi lekelere, 2-4 yapraklı fidelerde nekroza, yanıklığa, kloroz ve solgunluğa neden olmaktadır. *Sclerotinia* türlerinin neden olduğu simptomlar, konukçuya, konukçunun enfekteli kısmına ve çevre şartlarına bağlı olarak değişmektedir (Lamey ve ark., 2000; Koçak ve Boyraz, 2021). Avrupa ve Amerika'da ayçiçeği üretiminde ortalama %10 ila %20 verim düşüşüne hatta tüm ürünün kaybına neden olmaktadır (Van Becelaere ve Miller 2004; Bolton ve ark., 2006). Türkiye'de ise *Sclerotinia* kök çürüklüğü hastalık oranının 2001 yılında %4,5, 2002 yılında %7,3 olduğu belirlenmiştir (Tozlu ve Demirci, 2008).

S. minor ve *S. sclerotiorum* çok benzer simptomlara neden olduklarından bunları ayırt etmek oldukça zordur. Fakat sklerotlar makroskobik özellikleri bakımından değerlendirildiğinde kolay tanımlanabilmekte ve *S. minor*'ün daha küçük sklerotlar oluşturduğu görülmektedir (Hao ve ark., 2000).

Bu patojenlerle mücadele oldukça zordur çünkü geniş bir konukçu yelpazesine sahip olup, toprakta uzun yıllar sklerot olarak yaşamlarını sürdürmektedirler. Kültürel uygulamalar (ürün rotasyonu, toprak işleme ve yüzey altı damla sulama kullanımı, sanitasyon), toprak fümigasyonu ve koruyucu kimyasallar dahil olmak üzere tek başına değerlendirilen mücadele yöntemlerinin çoğu *S. minor* ve *S. sclerotiorum* neden olduğu

hastalıkları etkili bir şekilde kontrolünü sağlamamıştır (Bardin ve Huang, 2001; Koike ve ark., 2003). Bu nedenle ayçiçeği üretiminde bu hastalıklar için yeni kontrol seçenekleri geliştirmek gerekmektedir.

Sclerotinia türlerinin sürdürülebilir kontrolünü sağlamak için antagonist toprak bakterileri kullanılabilir. *Bacillus* ve *Pseudomonas* gibi bakteri cinsleri bu patojenlerin kontrollerinde kullanılmıştır ve ürettikleri pyoluteorin, pirolnitrin, fenazinler, sideroforlar, siyanür, 2,4-diasetilfloroglusinol ve fungal hücreleri parçalayabilen enzimler, yani selüloz, kitinaz, proteazlar ve beta-glukanaz sayesinde antimikrobiyal özellik taşırlar (Compant ve ark., 2005; Hernandez-Leon ve ark., 2015). *Bacillus cereus* ve *Bacillus subtilis*'in ayçiçeğinde sklerotinia kök çürüklüğü hastalığı oranını en aza indirdiği ve hif gelişimini azalttığı görülmüştür (Zizzerini 1987). *Pseudomonas chlororaphis* ve *Bacillus amyloliquefaciens*'in tarla koşullarında *S. sclerotiorum*'un neden olduğu kök çürüklüğünü önemli ölçüde azalttığı görülmüştür (Fernando ve ark. 2007). *Pseudomonas* spp. ve *Bacillus* spp. tarla koşullarında domateste *Sclerotinia minor* ve birçok bitki patojeninin gelişimini engellemiştir (Aşkın ve Ozan, 2013) *Pseudomonas mediterranea* bakterisi kullanılarak *in vitro* denemelerde başarılı sonuçlar alınmıştır (Cattara ve ark., 2002).

Çeşitli bitki türlerinin rizosferinden ve çevresel atıklardan elde edilebilen *Stenotrophomonas* cinsi bakterilerinde biyokontrolde kullanılabileceği pek çok çalışma ile tespit edilmiştir (Zhang ve ark., 2001; Yang ve ark., 2006; Idris ve ark., 2007; Kim ve ark., 2009; Ünal ve ark., 2019). Yapılan bir çalışmada *Stenotrophomonas* sp. SS_RD24 izolatının gövdelerde *Sclerotinia* kök çürüklüğü oranını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Schmidt ve ark., 2021). Bitki hastalıklarını bastırmak için kompost kullanımı biyolojik kontrol uygulamaları arasında büyük bir potansiyele sahiptir ve bu özelliğin kompostların içeriğinde bulunan spesifik antagonistik mikroorganizmaların varlığından kaynaklandığı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Noble ve Coventry, 2005; Martin ve Brathwaite, 2012; Ventorino ve ark.,

2013). Elde edilen sonuçlar kompostlardan elde edilen *Azotobacter*, *Pseudomonas*, *Stenotrophomonas*, *Bacillus*, *Flavobacterium* ve *Streptomyces* gibi biyoajanların *Sclerotinia minor*'e karşı %70 oranında etkili olduklarını ortaya koymuştur (Ventorino ve ark., 2016). Biyolojik mücadelede potansiyeli yüksek olabilecek pek çok biyoajan tespit edilmiş ve bunların bir kısmı ticari ürün haline getirilmiştir. Ruhsatlı olanlardan Intercept WG, Contans WG, Trichodex, Koni ve Rhizo-Plus isimli biyopreparatların *S. sclerotiorum* ve *S. minor*'e karşı etki ettiği belirtilmektedir (Yiğit, 2005).

Yapılan çalışmalar mikrobiyal antagonistler tarafından toprak kaynaklı bitki patojenlerinin kontrolünde bir dizi biyolojik kontrol mekanizmasının rol oynayabileceği göstermektedir. Bunlara enfeksiyon bölgeleri için rekabet, antibiyosis ve parazitizm de dahildir (Lorito ve ark., 2006).

Bu çalışma, ayçiçeğinde beyaz çürüklüğe neden olan *Sclerotinia minor*'e karşı bazı faydalı toprak

mikroorganizmalarının laboratuvar ve iklim odası koşullarında etkililiklerini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Çalışmamızda elde edilen bakterilerin antagonistik etkilerini belirlemek için daha önceden patojenisite denemesi ve teşhisi yapılmış olan *Sclerotinia minor* izolatu patojen, İnegöl Alası ayçiçeği çeşidi de konukçu bitki olarak kullanılmıştır.

Denemelerde kullandığımız bakteriler ise 2021 yılında İzmir'in Urla İlçesindeki bazı tarlalardan sağlıklı bitkilerin rizosferik toprak bölgesinden izole edilmiş ve biyokontrol ajanı olup olmadıkları belirlenmiştir. Çizelge 1' de çalışmamızda kullandığımız toprak örneğinin alındığı bitki ve bakterilerin türleri verilmiştir. Ayrıca ek olarak bezelye ve bakla bitkilerinin rizosferinden de örnekler alınmıştır.

Çizelge 1. Farklı bitkilerden izole edilen ve antifungal etkileri olan bakteriler
Table 1. Bacteria isolated from different plants and having antifungal effects

İzole edildikleri bitkiler <i>Plants from which they are isolated</i>	Bakteri türleri <i>Bacteria species</i>
<i>Carlina marianum</i> (Devedikeni)	<i>Pseudomonas chlororaphis</i> (IDV5)
<i>Malva sylvestris</i> (Ebegümeçi)	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> (IEB1)
<i>Glebionis corona</i> (Ala Gömeç)	<i>Bacillus cereus</i> (IPT3)
<i>Papaver rhoeas</i> (Gelincik)	<i>Stenotrophomonas sp.</i> (IGL1)
<i>Vicia sativa</i> (Fiğ)	Teşhis edilemedi (IFG1)
<i>Vicia sativa</i>	Teşhis edilemedi (IFG2)
<i>Vicia sativa</i>	<i>Pseudomonas koreensis</i> (IFG4)

Patojenin izolasyonu ve surveyi

Laboratuvarımızda (Selçuk Üniversitesi Mikoloji Laboratuvarı) daha önce ayçiçeğinden izole edilerek teşhisi ve patojenisite denemeleri yapılmış olan *S. minor* izolatu kullanılmıştır. İzolasyonun yapıldığı bitki materyali ve patojenisitedeki görünümü Şekil 1'de gösterilmiştir. *Sclerotinia minor* eğik agar ortamında +4°C'de uzun süreli olarak muhafaza edilmiştir.

Biyoajan bakterilerin izolasyonu

Farklı bitkilerin rizosfer bölgesinden alınan toprak örneklerinden bakteri izolasyonları Saygılı 2006'ya göre yapılmıştır. Elde edilen bakteriler 27°C'de 24-48 saat boyunca inkübe edilmiştir. Saflaştırılan bakteri izolatları %30'luk gliserol içerisinde -20°C'de saklanmıştır. Bu çalışmada kullanılan 5 antagonistik bakteri izolatının tanımlaması MALDIDOF MS' de belirlenmiştir (Çizelge 1).



Şekil 1. *Sclerotinia minor*'ün a) ayçiçeği gövdesinde görünümü, b) ayçiçeği gövdesinde görünümü, c) petrideki görünümü

Figure 1. *Sclerotinia minor* in A) view on sunflower stem, B) view on sunflower stem, C) view on petri dish

Biyoajan bakterilerin in vitro koşullarda antagonistik etkilerinin belirlenmesi

Bakterilerin antagonistik etkilerini belirlemek amacıyla *S. minor*'ün 7 gün boyunca gelişim gösteren kültürlerinden 5 mm'lik bir agar diski kesilmiş antibiyotiksiz PDA ortamın içeren petri kutularının merkezine yerleştirilmiştir. Yaklaşık 24-48 saat gelişim gösteren bakteriler, patojene 1,5 cm uzaklıkta çember oluşturacak şekilde çizilmiştir. Kontrol petrisine ise bakteri inoküle edilmemiştir. 25±1 °C'de 1 hafta inkübe edilen petrilere *S. minor*'ün koloni gelişimi ölçülerek aşağıda belirtilen formüle göre değerlendirme yapılmıştır.

$\% \text{inhibisyon} = \frac{A1-A2}{A1} \times 100$ (A1=Kontrol petrisindeki miseliyal gelişim; A2=Bakteri uygulanan petrideki miseliyal gelişim) (Tozlu, 2003).

Elde Edilen Bakterilerin Biyokimyasal Karakterizasyonu

Siderofor üretimi

Sideroforlar demiri (Fe) şelatlayarak fitopatogen fungusların gelişimini engellemektedir. Bakterilerin bu özelliğinin belirlenmesinde Chrome Azurol S (CAS) ortamı kullanılmıştır (Alexander ve Zuberer, 1991). 4 günlük inkübasyon süresi sonunda bakteri kolonilerinin etrafında meydana

gelen sarımsı-turuncu renkli zon siderofor üretiminin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Fosfat çözme yeteneği

Elde edilen bakteri izolatlarının çözünmeyen fosfatı çözünebilir forma getirebilme kabiliyeti Pikovskaya besiyeri kullanılarak test edilmiştir. Bu besiyerinde şeffaf renkli zon oluşturan izolatlar pozitif olarak kabul edilmiştir (Pikovskaya, 1948).

ACC deaminaz aktivitesi

1 aminosiklopropan-1- karboksilik asit (ACC) deaminaz aktivitesi Penrose ve Glick (2003) yöntemine göre yapılmıştır. Steril edilen ACC çözültüsü Dworkin-Foster (1958) minimal besiyerini içeren petrilere yayılmış ve kurumaları beklenmiştir. Negatif kontrol grubuna ise ACC eklenmemiştir. Buna göre negatif kontrole göre daha iyi gelişim gösteren ya da negatif kontrolde gelişim göstermeyip ACC içeren DF besiyerinde gelişen bakteriler pozitif olarak değerlendirilmiştir.

HCN belirlenme

Antagonistik etkileri yüksek olan rizobakteriler hidrojen siyanid üretimi bakımından Bakker ve Shippers (1987)'in yöntemi izlenerek belirlenmiştir. Bakteriler Triptik Soya Agara çizilmiştir. Petrinin kapak kısmına özel bir

solusyona daldırılan (%0,5 pikrik asit ve %2 sodyum karbonat) 1 nolu Whatman kâğıdı yerleştirilerek etrafı parafilm ile kapatılmıştır. 28 °C'de inkübe edilen petripler 3-4 gün sonra değerlendirilmiş ve kâğıdın turuncu-kırmızı renge dönüşmesi pozitif olarak kaydedilmiştir.

İndol-3-asetik asit (IAA) üretimi

Denemede kullanılan bakteri izolatları triptofan içeren (1 g/l) LB besiyerine inokule edilmiştir. 30 °C'de ve 3 günlük inkübasyon süresi sonunda elde edilen süspansiyonun 1 ml'si 10.000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Ardından süpernatant kısmı tüpe aktarılmış, 2-3 damla ortofosforik asit ve 4 ml Salkowski ayırıcı eklenmiştir. 30 dakika oda sıcaklığında karanlık ortamda bekletilen tüplerde meydana gelen pembe renk IAA üretimi bakımından pozitif olarak değerlendirilmiş ve 535 nm'de spektrofotometrede yapılan ölçümler elde edilen standart eğriye (1, 5 ,10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 ppm IAA dozları) göre değerlendirilerek miktar olarak bakterilerin ne kadar IAA ürettiği belirlenmiştir (Ambrosini ve Passaglia, 2017; Kaya Özdoğan, 2020).

Biyojan bakteri izolatlarının in vivo da etkinliklerinin belirlenmesi

In vitro şartları takiben etkili bulunan 5 bakteri izolatının *S. minor*'ün üzerinde test edilmesi amacıyla deneme kurulmuş ve bitkiler çiçeklenmenin başlangıcı olan R2 safhasına geldiği zaman uygulama yapılmıştır. Patojen PDA'da 25°C'de bir hafta geliştirilmiş, bakteriler ise nutrient agar besiyerine çizgi ekim yapılmış ve 28°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen bakteri kolonileri üzerine bir miktar steril su dökülmüş ve cam bagetle karıştırılmıştır. Elde edilen bakteriyel süspansiyon spektrofotometre (600nm) ile 10⁸ hücre/ml'ye ayarlanmıştır.

İnokulasyon öncesi bitki gövdesinde toprak sathından 4 cm yukarıda, 5 mm çapında açılan yaraya bakteri süspansiyonu uygulandıktan (Nelson ve ark., 1988) sonra, *S. minor* 'ün 4 mm çapındaki misel diski acılan yaraya yerleştirilmiş ve inokulasyon noktası parafilm ile sarılmıştır.

Kontrol bitkilerine uygulama ise su sprey edildikten sonra, patojenin 4 mm çapındaki misel diski yerleştirilerek inkübasyon süresi sonunda gövde üzerinde oluşan lezyonlara göre etkili olup olmadığı değerlendirilmiştir.

Saksı denemelerinde elde edilen veriler MINITAB ver. 16 programı kullanılarak Tukey çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Bakteriyel izolatlar

Bu çalışmada kullanılan beş antagonistik yerli bakterinin *Pseudomonas chlororaphis*, (IDV5), *Bacillus amyloliquefaciens* (IEB1), *Bacillus cereus* (IPT3), *Stenotrophomonas sp.* (IGL1) ve *Pseudomonas koreensis* (IFG4) olarak teşhisleri yapılırken 2 izolatın (IFG1 ve IFG2) teşhisleri yapılamamıştır.

İkili kültürde izolatların antagonistik aktiviteleri

Laboratuvarda yapılan izolasyon çalışmaları sonucunda elde edilen 38 bakteriden %37'sinin orta ya da yüksek düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. 7 bakteri yüksek düzeyde (%83-100) etki göstermiş, bu bakterilerden de 4'ü patojen gelişimini tamamen engellemiştir. Kalan bakterilerin ise orta düzeyde etkili (%50-65) olduğu gözlenmiştir (Çizelge 2).

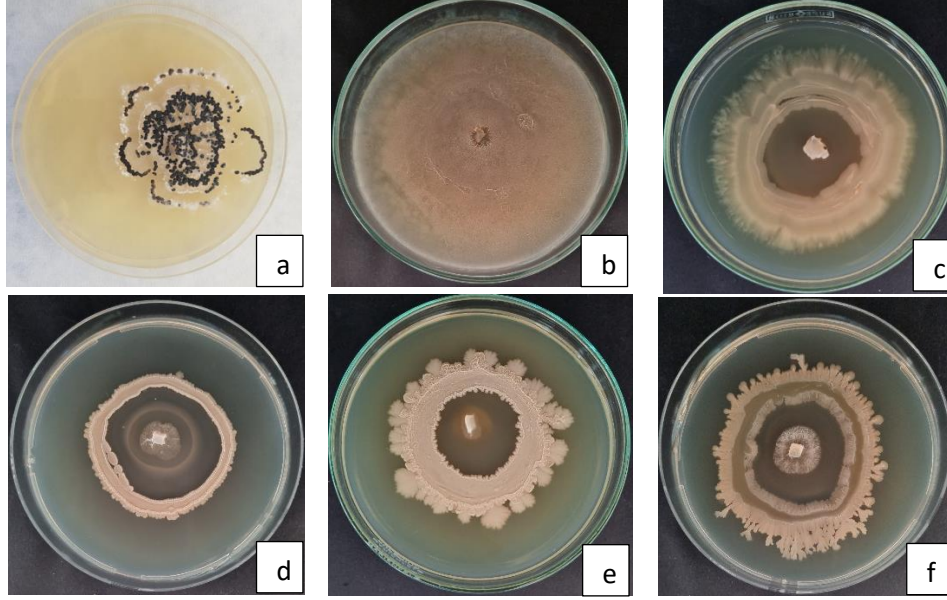
Çizelge 2. *In vitro* da antagonistik izolatların patojene karşı % engelleme oranları

Table 2. % Inhibition rates of antagonistic isolates against pathogen in vitro

İzolatın Kodu Isolate Code	Patojene Karşı % Etkisi % Effect Against Pathogen
IPT2	53
IPT3	100
IPT4	53
IFG1	83
IFG2	100
IDV2	50
IDV5	100
IEB1	100
INH1	62
INH2	53
INH3	82
IBK2	65
IBK3	65
IGL1	83

In vitro tarama sonucu yüksek düzeyde etkili olan 6 bakteri izolatu (*Pseudomonas chlororaphis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus cereus*, *Stenotrophomonas sp.*, IFG1 ve IFG2) değerlendirmeye alınmış ve Şekil 2’de *S. minor*’ün etrafında bakteriyel gelişim bölgeleri kaydedilerek

inhibe etme potansiyelleri gösterilmiştir. Seçilen bakteriler güçlü antagonistik özellikleri nedeni ile antibiyosis etki göstererek biyoajan olarak ön plana çıkmış ve bakterilerin tümü antibiyotik oluşturma özellikleri ile *S. minor*’e karşı etkili bulunmuştur.



Şekil 2. *In vitro* ve *in vivo* koşullarda etkili olan bakteri izolatlarının petride *S. minor*’ün misel gelişimini baskılaması. a) Kontrol, b) EB1, c) IPT3, d) IFG1, e) IFG2, f) IGL1.

Figure 2. Suppression of mycelial growth of *S. minor* in petri dishes by bacterial isolates that are effective *in vitro* and *in vivo*. a) Control, b) EB1, c) IPT3, d) IFG1, e) IFG2, f) IGL1.

Bakteriyel izolatların biyokimyasal aktivitesinin belirlenmesi

In vivo denemeler için seçilmiş olan 7 bakteriye

farklı biyokimyasal testler uygulanmıştır. Bakterilere ait test sonuçları Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. İzolatların genel biyokimyasal test sonuçları
Table 3. General biochemical test results of isolates

Biyokimyasal testler Biochemical tests	IAA	Fosforu Çözme Phosphorus Dissolving	HCN HCN	Siderofor Siderofor	ACC ACC
IDV5	+	-	-	-	-
IEB1	+	+	+	+	-
IPT3	+	-	-	-	-
IGL1	-	-	-	+	-
IFG1	+	-	-	+	-
IFG2	+	-	-	+	-
IFG4	+	+	+	+	-

Sadece iki bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* ve *Pseudomonas koreensis* nokta inokülasyonu çevresinde berrak haleler oluşturmuş ve fosfatı çözümlendiklerini kanıtlandığı gibi benzer bakteriler (IEB1 ve IFG4) filtre kağıdının renginin sarıdan kırmızımsı kahverengiye değişmesiyle HCN üretmişlerdir. Taranan izolatlar arasında ACC deaminaz üretimi gösteren bakteri olmamıştır

(Çizelge 3).

İzolatların tamamı IAA üretimi gösterirken, IGL1 izolatu negatif olarak test edilmiştir. Maksimum IAA üretimi *Pseudomonas koreensis* IFG4 (17,8 ppm) izolatında gözlenirken, 2. sırayı *Pseudomonas chlororaphis* IDV5 (8,6 ppm) izolatu almıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. İzolatların İndol-3-asetik asit (IAA) üretimi

Table 4. Indole-3-acetic acid (IAA) production from isolates

Tür adı/İzolat Adı Species name/Isolate Name	IAA Üretim Miktarları (ppm) IAA Production Quantities (ppm)
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> IDV5	8,6
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> IEB1	6,8
<i>Bacillus cereus</i> IPT3	7,1
<i>Stenotrophomonas sp.</i> IGL1	-
Teşhis edilemedi IFG1	6,9
Teşhis edilemedi IFG2	4
<i>Pseudomonas koreensis</i> IFG4	17,8

IAA, rhizobakter-bitki etkileşiminde önemli bir rol oynamaktadır. *Streptomyces sp.*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas syringae*, *Pseudomonas fluorescens*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Alcaligenes faecalis*, *Azotobacter tumefaciens* ve *Bacillus megaterium* gibi bakteriler IAA üreten bazı bakterilerdir (Yousef, 2018).

Pseudomonas chlororaphis ve *Bacillus cereus* hariç diğer izolatlar CAS agar besiyeri üzerindeki noktalarının çevresinde turuncu halelerin oluşmasıyla siderofor üretmişlerdir. *Pseudomonas koreensis* (IFG4)'in maksimum miktarı (16 mm) ürettiği belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. İzolatların Siderofor üretimi

Table 5. Siderophore production of isolates

Tür adı/İzolat Adı Species name/Isolate Name	Siderofor Üretim Miktarları (mm) Siderofor Production Quantities (mm)
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> IDV5	-
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> IEB1	12
<i>Bacillus cereus</i> IPT3	-
<i>Stenotrophomonas sp.</i> IGL1	4
Teşhis edilemedi IFG1	4
Teşhis edilemedi IFG2	12
<i>Pseudomonas koreensis</i> IFG4	16

In vivo da biyokontrol testlerin değerlendirilmesi

In vitro denemelerde yüksek düzeyde etkili olan 5 bakteri *in vivo* çalışmalarda kullanılmıştır. Ayrıca *in vitro* deneme sonuçları başarılı olmadığı halde daha önce başka patojenlere *in vivo* etkililik deneme sonuçları başarılı olan *Pseudomonas koreensis* IFG4'de dahil edilmiştir. *In vitro* da %83'ün üzerinde engelleme oranı gösterirken saksı şartlarında ise *S. minor*'ün gelişmesine (enfeksiyonuna) tamamen (%100) engel olmuşlardır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Bakterilerin patojene karşı % etkisi

Table 6. % Effect of bacteria against pathogen

Tür adı/İzolat Adı Species name/Isolate Name	Patojene Karşı % Etkisi Effect against Pathogen
Pozitif Kontrol	0b
<i>Pseudomonas chlororaphis</i> IDV5	0b
<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> IEB1	100a
<i>Bacillus cereus</i> IPT3	100a
<i>Stenotrophomonas sp.</i> IGL1	100a
Teşhis edilemedi IFG1	100a
Teşhis edilemedi IFG2	100a
<i>Pseudomonas koreensis</i> IFG4	100a

Saksı deneylerinde en düşük etki, kontrole kıyasla *Pseudomonas chlororaphis* IDV5 izolatında elde edilmiştir. En yüksek koruma etkisi ise IEB1 (*Bacillus amyloliquefaciens*), IPT3 (*Bacillus cereus*), IGL1 (*Stenotrophomonas sp.*), IFG2 ve IFG4 (*Pseudomonas koreensis*) izolatları ile %100 oranında etkili olarak hastalığı engelledikleri gözlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Saksı denemelerinde ayçiçeğinde *S. minor*'e karşı etkili olan bakteriler a) IEB1, b) IGL1, c) IPT3, d) IFG4, e) IFG2
 Figure 3. Effective Bacteria against *S. minor* in sunflower in pot experiments a) IEB1, b) IGL1, c) IPT3, d) IFG4, e) IFG2

Fitopatogenler içerisinde sklerot oluşturan hastalıkları kontrol altına almak oldukça zordur. Ayçiçeğinde *S. minor*'ün neden olduğu kök çürüklüğü de bunlardan biri olup bu çalışmada antagonistik bakterilerle *S. minor*'e karşı mücadele olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda bazı bakteriyel biyoajanlar kök çürüklüğü hastalığına karşı tanımlanmıştır (Isnaini ve Keane 2007; Chitrampalam ve diğerleri, 2008). Yaptığımız çalışmada yüksek etki gösteren 7 izolattan ikisi *Bacillus* sp. ve *Pseudomonas* sp., birisi *Stenotrophomonas* sp. olarak tanımlanırken, diğerleri ise tanımlanamamıştır. *Bacillus* ve *Pseudomonas* cinsleri fitopatogenlere karşı potansiyel biyokontrol ajanları olarak kullanılmaktadır (Ngalimat ve ark., 2021).

Bu bakteriler biyopestisit olmalarının yanında bitki köklerinde kolonize olarak bitki gelişimini teşvik edici etkilere sahiptirler. Aslında kök

bakterilerinin biyokontrol ajanı olarak potansiyelleri, bitki gelişimini nasıl teşvik ettikleriyle ve doğrudan veya dolaylı mekanizmalarla bitki patojenlerini nasıl bastırdıklarıyla bağlantılıdır (Tabassum ve ark., 2017; Kashyap ve ark., 2019). Biyoajan bakteriler bitkinin rizosferini kolonize ederek antimikrobiyal metabolitler ile antibiyosis ve besin rekabeti etkileşimi sayesinde fitopatogenlerin gelişmesini baskırlar. Bütün bu özellikler bakımından *in vitro*'da etkinliği yüksek bulunan bakteriler ile *S. minor*'e %83-100 oranında antagonistik etki göstermişlerdir. Benzer ajanların kullanıldığı pek çok çalışmada örneğin *Bacillus amyloliquefaciens*'in *Sclerotinia* türlerine karşı biyokontrol ajanı olarak değerlendirilmesi pek çok çalışmada bildirilmiştir (Abdullah ve ark., 2008; Ji ve ark., 2013).

Biyoajan bakteriler ayrıca bazı bitki gelişimini teşvik eden kimyasallar salgılayarak bitkinin

dayanıklılık metabolizmasını indükler ve böylece bitkinin adaptasyon yeteğini arttırıcı yönde etki gösterirler. Yani bakteriler, bitkilerin ihtiyacı olan azot, fosfat ve demir gibi besin elementlerinin alınımını kolaylaştırmaktadırlar (Goswami ve ark., 2016). Bunların arasında *Bacillus* türleri büyüme hormonları gibi çok çeşitli bileşikler sentezleyerek bitki büyümesine ve iyileştirmesine yardımcı olan besinleri çözündürmektedirler (Gopalakrishnan ve ark., 2011). *Pseudomonas koreensis* (IFG4), *Bacillus amyloliquefaciens* (IEB1), IFG2, *Stenotrophomonas sp.* (IGL1) ve IFG1'in sırasıyla yüksek siderefor üretimi sağlayarak bitki büyümesini teşvik edici aktivitelere sahip olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca *Pseudomonas koreensis* (IFG4) ve *Bacillus amyloliquefaciens* (IEB1) izolatlarının fosfat çözünürlüğü ile birlikte HCN üretme yetenekleri de pozitif olarak gözlenmiştir. İndol-3-asetik asit (IAA) bitkilerde hem hızlı hücre büyümesi hem de hücre bölünmesinde rol oynayan ve bakteriler tarafından üretilen oksin grubu bir fitohormondur (Aeron ve ark., 2011; Amara ve ark., 2015). *Pseudomonas koreensis* (IFG4) 17,8 ppm'lik IAA üretimi ile yüksek aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. *In vivo* çalışmalarda antifungal aktiviteye sahip izolatlar (*Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus cereus*, *Stenotrophomonas sp.*, *Pseudomonas koreensis* ve IFG2 izolatları ile) %100 oranında yüksek etki göstermişlerdir.

Belirli bileşiklerin sentezlenmesi bitkilerin besin maddelerinin topraktan alınmasını kolaylaştırılması açısından önemlidir ve buda bitkilerin hastalıklardan korunması veya hastalıkların azaltılmasında önemli rol oynar. Bunlar, bakterilerin antagonistik ve bitki büyümesini teşvik edici aktivitelerin belirlenmesinde oldukça önemlidir (Kumar ve ark., 2020).

Sonuçlar

Yeni biyoajanların belirlenmesi tarımsal üretimde bitki koruma uygulamalarına katkı sağlayacaktır. Biyolojik mücadele, kimyasal gübreler ve pestisitlere alternatif olabilecek aynı zamanda fitopatogenleri kontrol etmek için umut

verici bir strateji olmasının yanında doğal kaynakları tüketmeden sürdürülebilir tarımı sağlamak için güçlü ve gelecek vadeden bir yöntemdir. Çalışmamızda elde edilen bakteriler *in vitro* da gösterdikleri başarıyı *in vivo* koşullara da taşımışlardır. Bu veriler ışığında, ayçiçeği yetiştiriciliği giderek artmakta ve bunun sonucunda hastalık etmeni de bu artışa paralel olarak bölgelerde yoğunluk göstereceğinden bu durumun şimdiden belirlenmesi geleceğe yönelik bu hastalıkların engellenmesi için önemlidir. Yaptığımız çalışma bu alanda önemli sonuçları göstermektedir. Fakat pratiğe aktarılması için üzerinde durulması gereken pek çok noktanın olduğu unutulmamalıdır.

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

Yazar Katkısı: Arazi ve laboratuvar çalışmaları Raziye KOÇAK ve Özden SALMAN tarafından yürütülmüştür. Makalenin yazımı Nuh BOYRAZ, Özden SALMAN ve Raziye KOÇAK katkısı ile gerçekleştirilmiş olup, makalenin son hali yazarlar tarafından okunarak onaylanmıştır.

Kaynaklar

- Aeron, A., Kumar, S., Pandey, P., Maheshwari, D.K. (2011). Emerging role of plant growth promoting rhizobacteria in agrobiolgy. In *Bacteria in Agrobiolgy: Crop Ecosystems*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 1–36.
- Abdullah, M., Ali, N.Y., Suleman, P. (2008). Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary with *Trichoderma harzianum* and *Bacillus amyloliquefaciens*. *Crop Prot.* 27, 1354–1359.
- Alexander, D.B., Zuberer, D.A. (1991). Use of Chrome azurol S reagents to evaluate siderophore production by rhizosphere bacteria. *Biology and Fertility of soils*, 12(1), 39-45.
- Amara, U., Khalid, R., Hayat, R. (2015). Soil bacteria and phytohormones for sustainable crop production. In *Bacterial Metabolites in Sustainable Agroecosystem*; Springer: Chem, Switzerland, pp. 87–103.
- Ambrosini, A., Passaglia, L. M. (2017). Plant growth-promoting bacteria (PGPB): isolation and screening of PGP activities. *Current protocols in plant biology*, 2(3), 190-209.
- Aşkın, A. & Ozan, S. (2013) Orta Anadolu Bölgesinde örtü altı hiyar yetiştiriciliğinde mildiyö (*Pseudoperonospora*

- cubensis* Berk. And Curt.) mücadelesinde *Bacillus* spp. izolatlarının kullanım olanaklarının araştırılması. Bitki Koruma Ürünleri ve Makineleri Kongresi, 2-4 Nisan; Antalya, 57-68.
- Bakker, A.W. & Schippers, B. (1987). Microbial cyanide production in the rhizosphere in relation and *Pseudomonas* spp-mediated plant growth-stimulation. *Soil Biol.Biochem.* vol: (19), 451-457.
- Baniasadi, F., Shahidi Bonjar, G.H., Baghizadeh A., Nik, A.K. and Jorjandi, M. et al., (2009). Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum*, causal agent of sunflower head and stem rot disease, by use of soil borne actinomycetes isolates. *Am. J. Agric. Biol. Sci.*, 4: 146-151. DOI: 10.3844/ajabssp.2009.146.151.
- Bardin, S.D. and Huang, H.C. (2001). Research on biology and control of *Sclerotinia* diseases in Canada. *Can. J. Plant Pathol.*, 23: 88-9.
- Bolton, M.D., Thomma, B.P., Nelson, B.D. (2006) *Sclerotinia sclerotiorum* (lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Mol Plant Pathol* 7(1):1-16.
- Cattara, V., Sutra, L., Morineau, A., Achouak, W., Christen, R. and Gardan, L. (2002). Phenotypic and genomic evidence for the revision of *Pseudomonas corrugate* and proposal of *Pseudomonas mediterranea* sp.nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 52, 1749-1758.
- Chitrampalam, P., Figuli, P. J., Matheron, M. E., Subbarao, K. V., & Pryor, B. M. (2008). Biocontrol of lettuce drop caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. minor* in desert agroecosystems. *Plant Disease*, 92(12), 1625-1634.
- Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clement, C., Barka, E.A. (2005). Use of plant growth promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Appl Environ Microbiol* 71:4951-4959.
- Dworkin, M., Foster, J. (1958). Experiments with some microorganisms which utilize ethane and hydrogen. *J. Bacteriol* 75: 592-601.
- Fernando, W.G.D., Nakkeeran, S., Zhang, Y., Savchuk, S. (2007). Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary by *Pseudomonas* and *Bacillus* species on canola petals. *Crop Prot* 26:100-107.
- Goswami, D., Thakker, J.N., Dhandhukia, P.C. (2016). Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A review. *Cogent Food Agric.* 2, 1127500.
- Gopalakrishnan, S., Humayun, P. Kiran, B.K., Kannan, I.G.K., Vidya, M.S., Deepthi, K., Rupela, O. (2011). Evaluation of bacteria isolated from rice rhizosphere for biological control of charcoal rot of sorghum caused by *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 27, 1313-1321.
- Hao, J. J., Subbarao, K. V., Hubbard, J. C. and Koike, S. T. (2000). Effects of broccoli rotation on lettuce drop caused by *Sclerotinia minor* and sclerotia in soil. (Abstr.) *Phytopathology* 90: S34.
- Hernandez-Leon, R., Rojas-Solis, D., Contreras-Perez, M., Orozco-Mosqueda, M.C., Macias-Rodriguez L.L., Reyes-de la Cruz, H., Valencia-Cantero, E., Santoyo, G. (2015). Characterization of the antifungal and plant growth-promoting effects of diffusible and volatile organic compounds produced by *Pseudomonas fluorescens* strains. *Biol Control* 81:83-92.
- Idris, H.A., Labuschagne, N. and Korsten, L. (2007). Screening rhizobacteria for biological control of *Fusarium* root and crown rot of sorghum in Ethiopia. *J. Biocontrol.*, 40: 97-106.
- Isnaini, M. & Keane, P.J. (2007). Biocontrol and epidemiology of lettuce drop caused by *Sclerotinia minor* at Bacchus Marsh, Victoria. *Australasian Plant Pathology*, 36(3), 295-304.
- Ji, S.H., Paul, N.C., Deng, J.X., Kim, Y.S., Yun, B.S., Yu, S.H. (2013). Biocontrol Activity of *Bacillus amyloliquefaciens* CNU114001 against Fungal Plant Diseases. *Mycobiology.* 41, 234-242.
- Kashyap, B.K., Solanki, M.K., Pandey, A.K., Prabha, S., Kumar, P., Kumari, B. (2019). *Bacillus* as plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): A promising green agriculture technology. In *Plant Health under Biotic Stress*; Springer Nature Singapore Pte Ltd.: Singapore, pp. 219-236.
- Kaya Özdoğan, D. (2020). Ankara ili topraklarından bitki büyümesini teşvik edici bakterilerin izolasyonu, tanımlanması ve genetik çeşitliliklerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Kim, H.B., Srinivasan, S., Sathiyaraj, G., Quan, L.H., Kim, S.H., Bui, T.P., Liang, Z.Q., Kim, Y.J. and Yang, D.C. (2009). *Stenotrophomonas ginsengisoli* sp. nov., a bacterium isolated from a ginseng field. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* Doi:10.1099/ijs.0.014662-0.
- Koçak, R. & Boyraz, N. (2021). The Incidence Rate of White Rot (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) Disease in Sunflower Cultivation Areas in Konya and Aksaray Provinces and its Pathogenic Potential. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences* 35 (2), 101-107.
- Koike, S.T., Subbarao, K.V., Davis, R.M. and Turini, T.A. (2003). Vegetable Diseases caused by Soilborne Pathogens. Publication 8099, University of California.
- Kumar, V., Jain, L., Jain, S.K., Chaturvedi, S., Kaushal, P. (2020). Bacterial endophytes of rice (*Oryza sativa* L.) and their potential for plant growth promotion and antagonistic activities. *S. Afr. J. Bot.* 2020, 134, 50-63.
- Lamey, A., Knodel, J., Endres, G., Gregoire, T., Ashley, R. (2000). Sunflower disease and midge survey. NDSU, Extension Service, Fargo, ND. <http://www.ag.ndsu.nodak.edu>. Accessed on September 10, 2014.
- Lorito, M., Woo, S.L., Iaccarino, M., Scala, F. (2006). Microrganismi antagonisti. In: Iaccarino, M. (Ed.), *Microrganismi Benefici per le Piante*. Idelson-Gnocchi s.r.l., Napoli, Italia, pp. 146-175.
- Martin, C.C.G., Brathwaite, R.A.I. (2012). Compost and compost tea: principles and prospects as substrates and soil-borne disease management strategies in soil-less vegetable production *Biol. Agric. Hort.*, 28: pp. 1-33.
- Nelson, B., Duval, D., Wu, H., 1988. An in vitro technique for large-scale production of sclerotia of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Phytopathology*, 78:1470-1472.
- Ngalimat, M.S., Mohd Hata, E., Zulperi, D., Ismail, S.I., Ismail, M.R., Mohd Zainudin, N., Saidi, N.B., Yusof, M.T. (2021). Plant growth-promoting bacteria as an emerging tool to manage bacterial rice

- pathogens. *Microorganisms*. 9:682.
- Noble R. & Conventry E. (2005). Suppression of soil-borne plant diseases with composts: a review *Biocontrol. Sci. Technol.* 15: 3-20 pp.
- Penrose, D.M. & Glick, B.R. (2003). Methods for isolating and characterizing ACC deaminase-containing plant growth-promoting rhizobacteria. *Physiologia plantarum*, 118(1), 10-15.
- Pikovskaya, R.I. (1948). Mobilization of Phosphorus in Soil Connection with the Vital Activity of Some Microbial Species. *Microbiology*, 17, 362-370.
- Saygılı, H., Şahin, F., Aysan, A. (2006). Fitobakteriyoloji. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, Bornova, İzmir.
- Schmidt, C.S., Mrnka, L., Lovecká, P. et al. (2021). Bacterial and fungal endophyte communities in healthy and diseased oilseed rape and their potential for biocontrol of *Sclerotinia* and *Phoma* disease. *Sci Rep* 11, 3810 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81937-7>.
- Tabassum, B., Khan, A., Tariq, M., Ramzan, M., Iqbal Khan, M.S., Shahid, N., Aaliya, K. (2017). Bottlenecks in commercialisation and future prospects of PGPR. *Appl. Soil Ecol.* 121, 102–117.
- Tozlu, E. (2003). Pasinler Ovası'nda Ayçiçeğinde Gövde Çürüklüğü Hastalığını Oluşturan *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary ve *Sclerotinia minor* Jagger'ın Yayılışı, Tanılanması, Patojeniteleri ve Biyolojik Kontrolü. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi, 117, Erzurum.
- Tozlu, E., Demirci, E. (2008). Incidence and characterization of sunflower stem rot disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. minor* in Pasinler Plain of Erzurum, and reaction of some sunflower cultivars to the pathogens. *Plant Protection Bulletin*, 48 (4), 19-33. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/bitkorb/issue/3678/48807>.
- Ünal, F., Aşkın, A., Koca, E. et al. (2019). Mycelial compatibility groups, pathogenic diversity and biological control of *Sclerotium rolfsii* on turfgrass. *Egypt J Biol Pest Control* 29, 44 <https://doi.org/10.1186/s41938-019-0144-6>
- Van Becelaere, G., Miller, J.F. (2004) Combining ability for resistance to *Sclerotinia* head rot in sunflower. *Crop Sci* 44:1542–1545.
- Ventorino, V., Parillo, R., Testa, A., Aliberti, A., Pepe, O. (2013). Chestnut biomass biodegradation for sustainable agriculture Bioresources, 8, pp. 4647-4658.
- Ventorino, V., Parillo, R., Testa, A., Viscardi, S., Espresso, F., and Pepe, O. (2016). Chestnut green waste composting for sustainable forest management: microbiota dynamics and impact on plant disease control. *J. Environ. Manage.* 166: 168–177.
- Wu B.M., Subbarao K.V. (2008). Effects of soil temperature, moisture, and burial depths on carpogenic germination of *Sclerotinia sclerotiorum* and *S. minor*. *Phytopathology* 98:1144–1152.
- Yang, H.C., Im, W.T., Kang, M.S., Shin, D.Y. and Lee, S.T. (2006). *Stenotrophomonas koreensis* sp. nov., isolated from compost in South Korea. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 56, 81-84.
- Yiğit, F. (2005). Bitki patojenlerinin kontrolünde kullanılan biyokontrol ürünler ve özellikleri. *S.Ü. Ziraat Fak. Derg.*, 19 (36): 70-77.
- Yousef, N.M. (2018). Capability of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) for producing indole acetic acid (IAA) under extreme conditons. *European Journal of Biological Research*, 8(4), 174-182.
- Zizzerini, A. (1987). Antagonistic effect of *Bacillus* spp. on *Sclerotinia sclerotiorum* sclerotia. *Phytopathol Mediterr* 26:185–187.
- Zhang, Z., Yuen, G. Y., Sarath, G. & Penheiter, A. R. (2001). Chitinases from the plant disease biocontrol agent, *Stenotrophomonas maltophilia* C3. *Phytopathology* 91, 204–211.



Determination of quality properties of Kastamonu pastırma: A dry-cured meat product

Kastamonu pastırmasının kalite özelliklerinin belirlenmesi: Kuru küredilmiş bir et ürünü

Hüseyin GENÇCELEP¹, Barış İHTİYAR², Mustafa Onur YÜZER^{3*}

^{1,2}Department of Food Engineering, Engineering Faculty, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey

^{3*}Department of Food Processing, Aydıntepe Vocational School, Bayburt University, 69500, Bayburt, Turkey

¹<https://orcid.org/0000-0002-8689-7722>; ²<https://orcid.org/0000-0001-6717-9269>; ³<https://orcid.org/0000-0002-8192-2298>

To cite this article:

Gençcelep, H., İhtiyar, B. & Yüzer, M.O. (2022). determination of quality properties of kastamonu pastırma: a dry-cured meat product. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 490-499.
DOI:10.29050/harranziraat.1082192

*Address for Correspondence:

Mustafa Onur YÜZER

e-mail:

mustafaonuryuzer@gmail.com

Received Date:

03.03.2022

Accepted Date:

15.09.2022

© 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

Pastırma is a Turkish dried meat product that has been produced for centuries with its unique production technology. It is produced from whole muscle and/or muscles obtained from certain parts of beef and buffalo carcasses. This is the first study dealing with some physicochemical properties of Kastamonu pastırma produced mostly sırt and kuşgömü. Significant differences were determined among the pastırma types in all analyses ($P<0.05$). Pastırma type significantly affected moisture amount ($P<0.05$). The average moisture content in the kuşgömü pastırma was determined higher than the sırt pastırma. The total protein amount of all samples was determined over 30%, and it is more valuable in terms of nutrition. However, the salt amount (10% / dry matter) and pH (max. 6.0) in 50% of samples were above the maximum acceptable limit. Also, the water activity values of all samples were above 0.90. TBARS and FFA values of some samples were higher than the values previously determined.

Key Words: Pastırma, Dry-cured meat, Composition, NPN (non protein nitrogen)

ÖZ

Pastırma, kendine has üretim teknolojisi ile yüzyıllardır üretilen bir Türk kuru et ürünüdür. Sığır ve manda karkaslarının belirli kısımlarından elde edilen tüm kas ve/veya kaslardan üretilir. Bu çalışma, Kastamonu pastırma türlerinden en çok üretimi yapılan sırt ve kuşgömü türlerinin bazı fizikokimyasal özelliklerini inceleyen ilk çalışmadır. Tüm analizlerde pastırma türleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0.05$). Pastırma tipi nem miktarını önemli derecede etkilemiştir ($P<0.05$). Kuşgömü pastırmada ortalama nem içeriği sırt pastırmadan daha yüksek olarak belirlenmiştir. Tüm örneklerin toplam protein miktarı %30'un üzerinde belirlenmiş olup, beslenme açısından oldukça değerlidir. Ancak, numunelerin %50'sindeki tuz miktarı (%10 / kuru madde) ve pH (maks. 6.0) kabul edilebilir maksimum sınırın üzerindedir. Ayrıca tüm örneklerin su aktivite değerleri 0.90'ın üzerindedir. Bazı örneklerin TBARS ve FFA değerleri daha önce belirlenen değerlerden yüksek çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pastırma, Kuru et, Bileşim, NPN (proteinsiz nitrojen)

Introduction

Pastırma is a Turkish dried meat product that has been produced for centuries with its unique production technology. Pastırma is obtained by salting in one or two stages, pressing, drying, and

coating with fenugreek, that meat taken in large pieces from certain parts of buffalo and beef carcasses. Pastırma has different names depending on the parts where the raw material used is taken from the carcass. Kuşgömü, sırt, şekerpare, kürek and bohça pastırma varieties are

some of them. The textural, physicochemical and microbiological properties of pastırma may differ depending on the carcass from which the raw material is obtained. It is known that pastırma can be produced from 16 to 20 different muscles in the carcass (Gökalp et al., 2012).

In the Pastırma Standard, “sirt” and “kuşgömü” pastırma varieties are in the first class that the quality classification. For this reason, the production of sirt and kuşgömü pastırma varieties are more common than other types of pastırma because of their high-quality characteristics. These pastırma varieties, which are more tender than other varieties, have a more distinct fat distribution and the color varies from pink to red (Ceylan & Aksu, 2011). A large proportion of the mass of pastırma is moisture. It gives moisture, juiciness, crispiness to pastırma, and also has the property of enhancing the taste and flavor along associated with fat. But because high humidity increases microbiological development in pastırma, it also speeds up spoilage (Çakıcı, 2012). Using salt in pastırma production prevents the development of unwanted microorganisms, reduces water activity and also gives the product a characteristic aroma (Soyer et al., 2011). The ash content of pastırma varies depending on the composition of salt and mineral substances. The fat content is also important for the quality of pastırma. As the fat content increases, the product quality decreases.

The most important feature of pastırma is that no heat treatment and smoking are applied in production (Kaban, 2009). The most typical property of Kastamonu pastırma is that the production is traditionally carried out in completely natural conditions and no additives are used in the production. Kastamonu pastırma is a traditional flavour inherited from ancestors and has an ongoing tradition of being passed down from grandfather to grandson. The most intense period of production is the autumn season when the wind and natural weather are most favorable. The properties of the final product in pastırma may not be of a certain norm.

As a result, there are pastırma with different quality characteristics on the market. In order to overcome this problem, it is necessary to know very well the biochemical events that occur during the production of pastırma and the factors affecting production, and to produce consciously. In this context, it is necessary to determine the limits of physical, chemical and microbiological properties of pastırma and to carry out standard production. The aim of this study is to determine some physical and chemical properties, reveal their composition, determine the suitability of product quality and ensure its recognition of sirt and kuşgömü pastırma, which is the most widely produced pastırma varieties in Kastamonu by traditional and natural means.

Material and Method

Materials

A total of 12 pastırma samples of 6 kuşgömü and 6 sirt types were collected from the six different factories of Kastamonu city of Turkey. All pastırma samples taken as sliced (1–2 mm) were packed in the factories. The samples were transported to the laboratory in iceboxes to prevent changes during transportation, and stored at 4°C until use.

Moisture and ash amount

The moisture value was determined by taking about 5 g of samples into weighed dried containers that had been left in the drying oven for several hours and drying for 24 hours in the drying oven at 105 °C. The containers taken to the desiccator and cooled were weighed and the % moisture value was calculated from the difference between the two weighing. For determination of the ash amount, firstly the porcelain crucible was dried for 2 hours in a drying oven at 105 °C. Ground pastırma samples (approximately 3 g) were added in a porcelain crucible, and then burned in an ash furnace for 18 hours at 550 °C. Ash amount was determined as weight loss (%) (Gökalp et al., 2012).

Total fat content

The fat content of the samples was determined by Soxhlet method. The results were calculated as %. Petroleum ether was used as a solvent (AOAC, 2000).

Total protein content

The amount of protein in the samples was determined according to the Kjeldahl method. First, the % nitrogen amount of the samples was determined, then the % protein amount was calculated using the 6.25 protein factor (AOAC, 2000).

Salt amount

Salt amount of pastırma without çemen samples were determined method by Kirk and Sawyer (1991). For determination of the salt amount were used samples that burned for ash analysis. Results of salt were expressed as a percentage.

Water activity

The water activity (a_w) device (Aqualab, METEK Group, USA) was used in determining the water activity of the samples. The samples (approximately 5 g) were put in plastic sample containers for analysis, they were placed in the measuring cabinet of the device, and a_w value was determined at 25°C.

pH value

Ten g sample was weighed for analysis and homogenized with Ultra-Turrax (IKA T25, Germany) for 1 min by adding 100 ml of distilled water. The pH value was determined by the pH meter (Starter 2100, OHAUS) which was previously standardized with the appropriate buffer solutions (pH 4.00 and 7.00).

Instrumental color

For determination of the colour intensities, a Minolta (CR-400, Minolta Co, Osaka, Japan) colorimeter was used. L^* , a^* and b^* values were measured to the criteria given by the International Commission on Illumination CIELAB.

Accordingly, L^* ; $L^*=0$ indicates the color intensity of black, $L^*=100$ indicates the color intensity of white (darkness/ lightness), a^* ; $+a^*$ = indicates the color intensity of red, $-a^*$ = indicates the color intensity of green, and b^* ; $+b^*$ = indicates the color intensity of yellow and $-b^*$ = indicates the color intensity of blue (Akköse et al., 2018).

Thiobarbituric acid reactive substances value

Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) values of pastırma samples were determined according to the method developed by Lemon (1975). The measured absorbance values were multiplied by the coefficient of 7.2 and the TBARS number was determined as mg malonaldehyde (MA)/kg sample.

Non-protein nitrogenous substance content

Water-soluble proteins were obtained for non-protein nitrogen analysis. For this, about 10 g of samples were homogenized with 50 ml of pure water twice, then centrifuged at 5000 x g at 4 °C for 10 minutes (NF 1200R, Nuve, Ankara, Turkey). The pellet was re-homogenized and centrifuged as mentioned. The supernatant combination Whatman No. 1 filtered through filter paper and obtained water-soluble proteins.

25 ml of the obtained filtrate was taken and 25 ml of 20% trichloroacetic acid was added to it. It was kept at room temperature for 30 min, then centrifuged for 10 min at 4 °C at 5000 x g and Whatman filtered through filter paper. The nitrogen content was determined by the Kjeldahl method over 25 ml of filtrate. The results were expressed as NPN % of samples (Wang, 2001).

Free fatty acid content

Free fatty acid analysis was performed according to AOAC (2000) method. Accordingly, 5 g of the sample was weighed and added from the ethanol/dieter (1:1) mixture. The mixture was homogenized with Ultra-Turrax for 1 min and phenolphthalein was added as an indicator. Titration was performed with 0.1 N NaOH until a permanent pink color was formed. The amount of % free acid was calculated in terms of oleic acid

(Equation 1).

$$FFA (\%) = \frac{\text{The volume of NaOH used (mL)}}{\text{Weight of sample (g)}} \times 2.82 (\text{in \% oleic acid}) \quad (1)$$

Statistical analysis

The study was conducted in two repetitions and the results were given as mean \pm standard deviation. The differences between the averages were determined using the Analysis of Variance (ANOVA). The Duncan Multiple Comparison Test was used to determine the mean that had a different effect. The SPSS statistical package program (SPSS Statistics 26.0, IBM, New York, USA) was used for the analyses and comparisons were made at a significance level of $p < 0.05$.

Results and Discussion

Chemical analysis

The amounts of ash, moisture, total fat, total protein, salt, pH, aw, NPN (non protein nitrogen), FFA (free fatty acid), TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances) and color values (L^* , a^* and b^*) properties determined in sirt and kuşgömü pastırma types are shown in Table 1, 2 and 3. The highest moisture was determined in kuşgömü pastırma types in factory B ($p < 0.05$), whereas the lowest moisture was determined in sirt pastırma in factory C (Table 1). According to the notification of meat, prepared meat mixes and meat products of Turkish Food Codex, the maximum moisture amount of pastırma without çemen should be 50.0% (Anonymous, 2019). The moisture in 1 samples of the 6 sirt pastırma (16.6%), in 2 samples of the 6 kuşgömü pastırma (33.3%), were determined to be higher than the moisture limit (50.0%). The average moisture value of kuşgömü pastırma is higher than sirt pastırma and also higher than 50%. There are also differences in the amount of moisture between the same types of pastırma produced by the companies. The moisture content of both sirt and kuşgömü pastırma four companies' products is below 50%. Some results showed that the drying process was not applied as required. Similar

results were reported by Çakıcı et al. (2015). They determined the moisture values between 40.81-58.43% for sirt pastırma and between 35.13-49.73% for kuşgömü pastırma. Ceylan and Aksu (2011) obtained similar results and determined the average moisture amount for sirt and şekerpare pastırma types as mean values $47.17 \pm 5.00\%$ and $47.96 \pm 3.21\%$, respectively.

The amount of ash varies depending on the amount of salt that the muscles used in the production of bacon can take into their structure during dry curing. The average total ash content of pastırma samples was found to be 5.29% in sirt pastırma and 6.54% in kuşgömü pastırma ($p < 0.05$). In the samples where the amount of salt was high, the amount of ash was also high. While an average of 4.85% salt was detected in the sirt pastırma variety, an average of 6.12% salt was detected in the kuşgömü pastırma variety. As with other parameters, there are differences between samples of the same pastırma variety in terms of the amount of salt. These differences are largely due to the method of salting, the amount of salt, the type of salt, the time of soaking the meat in salt and the washing times. These results are consistent with the literature (Aksu, Erdemir, Turan, & Öz, 2022; Çakıcı et al., 2015; Erdemir, 2021; Michel, Mohamed, & Mohamed, 2020). Another factor affecting the amount of ash in pastırma is the amount of residual nitrite. However, since the pastırma produced in Kastamonu is entirely traditional and no additives are used, residual nitrite analysis has not been performed.

Table 1. Average moisture, ash, fat and protein values of pastırma taken from different factories

Factory	Moisture (%)		Ash (%)		Fat (%)		Protein (%)		Salt (%)	
	Sirt	Kuşgözü	Sirt	Kuşgözü	Sirt	Kuşgözü	Sirt	Kuşgözü	Sirt	Kuşgözü
A	40.49±0.07 ^c	47.59±0.91 ^b	5.35±0.04 ^{bc}	5.53±0.29 ^d	19.70±0.19 ^b	5.22±0.28 ^b	33.57±2.03 ^b	41.88±0.12 ^a	5.13±0.12 ^{ab}	5.01±0.08 ^d
B	51.36±2.60 ^a	55.63±1.43 ^a	6.91±0.15 ^a	8.22±0.28 ^a	8.21±0.03 ^d	5.45±0.15 ^b	30.14±0.70 ^b	32.86±0.84 ^b	6.11±0.28 ^a	7.74±0.31 ^a
C	32.08±0.97 ^d	48.79±2.63 ^b	6.22±0.59 ^{ab}	6.50±0.15 ^c	25.09±1.99 ^a	10.69±1.23 ^a	31.75±1.45 ^b	29.72±2.12 ^c	5.64±0.06 ^a	6.26±0.17 ^{bc}
D	44.36±1.17 ^b	53.96±0.91 ^a	4.34±0.95 ^{cd}	7.11±0.11 ^b	13.44±0.85 ^c	3.70±0.21 ^c	33.86±3.83 ^b	35.14±1.52 ^b	4.00±1.08 ^{bc}	6.61±0.05 ^b
E	48.39±2.39 ^a	43.03±0.75 ^c	3.65±0.31 ^d	5.61±0.25 ^d	15.52±0.76 ^c	6.22±0.49 ^b	32.78±3.14 ^b	42.25±1.60 ^a	3.31±0.18 ^c	5.25±0.04 ^d
F	39.17±0.19 ^c	48.27±1.70 ^b	5.28±0.29 ^{bc}	6.28±0.20 ^c	8.77±0.29 ^d	5.29±0.46 ^b	43.37±1.40 ^a	40.83±0.75 ^a	4.92±0.02 ^{ab}	5.86±0.18 ^c
Mean	44.44±6.36	50.14±4.18	5.29±1.18	6.54±0.98	15.12±6.24	6.09±2.33	34.91±5.33	37.69±5.16	4.85±1.05	6.12±0.96

Presented values are means ±SD; ^{a-d} Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$) in each column, SD: standard deviation

There were significant differences in total fat and total protein among pastırma types. The total amount of fat and protein in samples of sirt pastırma was determined as 15.12% and 34.91%, respectively. The mean amount of fat was determined as 6.09% and the amount of protein was determined as 37.69% in kuşgömü pastırma samples (Table 1). These differences between the samples are thought to be due to the anatomical location of the muscles used in pastırma production (Çakıcı et al., 2015). The muscles obtained from the loin section have a high fat content. The sirt pastırma type is produced from the muscles of the loin part, so the fat ratio is higher than other types. According to the results of the protein content, it is concluded that the pastırma obtained from Kastamonu is quite nutritious due to the high amounts of protein.

When meat with high pH values is used in pastırma production, it becomes difficult to remove the water and the a_w (water activity) value becomes higher. In addition, when using this type of raw materials, the curing mixture diffuses slowly into the meat and the production time is extended (Kaya & Kaban, 2010). According to the Turkish Food Codex, the pH value of pastırma should not exceed 6.0. The pH values of the samples from 5.74 to 6.52. In this study, pH values of 4 sirt and 2 kuşgömü pastırma samples were higher than 6.0.

Water activity refers to the water involved in biochemical (lipid oxidation, enzymatic browning, etc.) and microbial reactions occurring in meat and meat products. Pastırma is included in the class of medium-moist foods, and the values of its water activity usually range from 0.70 to 0.90. In the current study, the a_w value was determined between 0.895-0.940 for sirt pastırma samples and between 0.909-0.924 for kuşgömü pastırma samples. While there is some difference between different samples of the same pastırma variety in terms of a_w values in sirt pastırma, it is seen that the values are very close to each other in kuşgömü pastırma. Öz, Kaban, Barış, and Kaya (2017) found the a_w values of pastırma obtained from the market between 0.862-0.924. Kaban (2013) reported that pastırma can be stored 9 months without refrigeration for due to its low water activity.

The pH and a_w values of the products examined are generally not suitable for the characteristics of

pastırma. Pastırma is a cured meat product and its a_w should be less than 0.90. When the determined a_w values are examined, it is understood that these products are not completely dry. On the other hand, TBARS values are very high considering that the product is not dried. Based on these results, it would be more appropriate to state that the products are not sufficiently dried. It is thought that this may be due to the production method.

Non-protein nitrogenous substance content (NPN)

Proteolytic and lipolytic degradation products are reported to be highly effective in the development of sensory properties in meat products (Toldra', 1998). For the level of non-protein nitrogenous substances, the raw materials and processing conditions can also be effective is known (Kaban, 2009). The amount of nonprotein nitrogenous substance, which is an indicator of proteolysis, varied between 8.81-17.51% for all samples of pastırma (Table 2), and the type factor was effective on the amount of non-protein nitrogenous substance ($p < 0.05$). Akköse et al. (2018) reported the amount of nonprotein nitrogenous substance varied between 3.11-3.83 g/100 g for the pastırma produced from water buffalo meat. Kaban (2009) reported the average final value of nonprotein nitrogenous substance 3.83 g/100 g for the pastırma samples. However, the average final value of sirt pastırma (14.0%) and kuşgömü pastırma (14.37%) was higher than those observed by Akköse et al. (2018) and Kaban (2009). These differences may arise from process conditions and raw material.

Free fatty acid content

Free fatty acids are those that are not bound to the triglyceride structure and are in the free form. An increase in the acidity of free fats or a high presence of them in this fat means that the stability to oxidation decreases. The development of sensory and chemical properties of dry-cured meat products, intramuscular fats play an important role. During the processing of meat products of this type, intramuscular fats are degraded as a result of lipolysis and oxidation. Thus, an increase in the amount of free fatty acids may occur (Jin et al., 2010).

Table 2. Average salt, pH and aw values of pastırma taken from different factories

Factory	pH		a _w		NPN (%)		FFA (%)		TBARS (mg malonaldehit /kg)	
	Sırt	Kuşgözü	Sırt	Kuşgözü	Sırt	Kuşgözü	Sırt	Kuşgözü	Sırt	Kuşgözü
A	6.27±0.07 ^b	5.83±0.02 ^c	0.923±0.002 ^c	0.924±0.006 ^a	15.69±2.00 ^{ab}	12.35±0.60 ^d	6.91±2.17 ^a	7.10±2.32 ^a	1.12±0.91 ^d	2.06±0.23 ^{cd}
B	6.21±0.03 ^{bc}	6.52±0.04 ^a	0.909±0.003 ^d	0.913±0.001 ^b	8.81±0.40 ^c	11.69±0.50 ^d	6.03±1.83 ^{ab}	4.20±0.28 ^b	7.03±0.73 ^b	8.00±0.80 ^b
C	6.11±0.00 ^{bc}	5.85±0.03 ^c	0.895±0.004 ^e	0.909±0.009 ^b	14.49±0.71 ^{ab}	15.90±0.08 ^b	5.75±1.63 ^{ab}	5.27±1.25 ^{ab}	10.80±0.55 ^a	13.49±2.57 ^a
D	6.51±0.14 ^a	6.14±0.06 ^b	0.937±0.004 ^a	0.916±0.005 ^{ab}	13.86±0.18 ^b	13.99±0.00 ^c	3.94±0.41 ^b	5.52±1.28 ^{ab}	1.68±0.11 ^{cd}	2.05±0.60 ^{cd}
E	5.99±0.19 ^c	5.89±0.00 ^c	0.940±0.002 ^a	0.919±0.004 ^{ab}	14.90±0.28 ^{ab}	14.77±0.30 ^c	6.18±1.19 ^{ab}	3.87±0.70 ^b	1.85±0.37 ^c	1.37±0.14 ^d
F	5.75±0.24 ^d	5.74±0.01 ^d	0.930±0.002 ^b	0.912±0.008 ^b	16.25±0.41 ^a	17.51±0.01 ^a	4.65±0.98 ^{ab}	4.98±0.85 ^b	2.13±0.31 ^c	3.46±0.19 ^c
Mean	6.14±0.27	5.99±0.27	0.922±0.016	0.915±0.007	14.00±2.64	14.37±2.10	5.58±1.66	5.16±1.56	4.10±3.68	5.07±4.56

Presented values are means ±SD; ^{a-d} Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$) in each column, SD: standard deviation

In terms of % oleic acid, the average free fatty acidity was found to be 5.58% in sirt pastırma and 5.16% in kuşgömü pastırma ($p<0.05$) (Table 2). FFA values were close to each other in pastırma varieties. However, there are differences between the varieties themselves. During the production of dry cured horse meat by Lorenzo and Carballo (2015), changes in textural and physicochemical properties and volatile components were investigated. In the study, it was found that the total amount of free fatty acids increased during the production stages. In a study conducted by Xu, Xu, Zhou, Wang, and Li (2008), changes in the amount of intramuscular phospholipids and free fatty acids during the production of dry-cured duck meat were investigated. As a result of the analyzes, it was found that the total amount of phospholipids decreased during production, and the amount of free fatty acids increased.

Thiobarbituric acid reactive substances value

Thiobarbutyric acid reactive substances (TBARS) are considered a good indicator of lipid oxidation in meat and meat products, and they are emerging as secondary products of lipid oxidation. The mean value of TBARS was determined in sirt pastırma and kuşgömü pastırma 4.10 and 5.07 mg malonaldehyde/kg respectively ($p<0.05$). There were great differences in TBARS values between pastırma varieties and different samples of the same type of pastırma. According to the results of the research; It was determined that the highest TBARS average among the varieties was 10.80 mg malonaldehyde/kg in sirt pastırma and 13.49 mg malonaldehyde/kg in kuşgömü pastırma. The properties of the raw material are considered to be effective on the obtained TBARS value. In another study (Gök, Obuz, & Akkaya, 2008), the TBARS of pastırma in different packaging methods were founded between 1.54-2.80 mg malonaldehyde/kg.

Colour values

One of the most important quality characteristics for the consumer is color, which is also effective in accepting food. The formation of color in pastırma occurs as a result of a number of

reactions. In this formation; the curing agent, the raw material pH and the myoglobin content are effective. In addition to these, factors such as the production process also affect the formation of color (Öztan, Vural, & Helvacı, 1991). The colour of first class pastırma changes from pink to red (Çakıcı et al., 2015).

The L^* , a^* and b^* values of the color characteristics were significantly affected by the type of pastırma ($p<0.05$). In the study, the L^* value, which is the measure of lightness, was found to be higher in kuşgömü pastırma samples compared to type of sirt pastırma samples (Table 3). The average L^* value was determined as 40.85 in the sirt pastırma variety and 42.62 in the kuşgömü pastırma variety. It has been that there are no very significant differences between the pastırma varieties of the same enterprises in terms of L^* values (except for factory A). Akköse et al. (2018) reported the L^* value as 37.73 in sirt pastırma and 35.28 in kuşgömü pastırma. Çakıcı et al. (2015) determined L^* values between 27.50–46.85 in sirt pastırma and 25.28–43.34 in kuşgömü pastırma.

It is known that the value of a^* is important, especially in terms of consumer preferences. a^* value was determined between 7.31-18.52 in sirt pastırma samples. a^* value was determined in the ranging from 8.81 to 12.96 in kuşgömü pastırma samples. It was found that pastırma varieties affected significant ($p<0.05$) on the a^* value. The mean a^* value determined as 11.05 ± 2.05 in kuşgömü pastırma increased to 12.13 ± 3.84 in sirt pastırma. Aksu, Dogan, and Sirkecioglu (2017) determined the a^* value between 38.57-40.06 in pastırma. In other studies, in pastırma samples, a^* value between 13.66-36.63 (Aksu & Kaya, 2001) and between 21.45-30.22 (Çakıcı et al., 2015) have been identified. The quality of raw meat, production conditions and methods, curing methods and time, curing compounds may affect the color values of pastırma varieties, especially a^* value (Aksu et al., 2017; Çakıcı et al., 2015). However, since curing agents were not used in the production of bacon samples in the current study, there is no effect on the color values of substances such as nitrite, nitrate, or ascorbic acid.

Table 3. Average color (L*, a* and b*) values of pastırma taken from different factories

Factory	CIE L*		CIE a*		CIE b*	
	Sirt	Kuşgömü	Sirt	Kuşgömü	Sirt	Kuşgömü
A	45.20±3.44 ^a	53.71±5.44 ^a	18.52±1.24 ^a	12.96±2.06 ^a	20.84±3.07 ^a	27.16±1.76 ^a
B	35.23±4.93 ^b	36.07±1.16 ^d	9.11±1.19 ^c	8.81±1.30 ^c	11.95±2.52 ^b	12.15±1.23 ^d
C	41.36±2.89 ^a	42.05±1.55 ^{bc}	13.06±2.10 ^b	10.25±1.89 ^{bc}	18.80±4.32 ^a	14.80±1.13 ^c
D	40.09±2.47 ^{ab}	38.28±1.57 ^{cd}	12.01±1.00 ^b	10.28±1.60 ^{bc}	17.95±2.09 ^a	15.36±0.76 ^c
E	39.79±4.29 ^{ab}	40.27±1.71 ^c	7.31±1.07 ^c	12.74±1.25 ^{ab}	10.44±1.21 ^b	17.74±2.16 ^b
F	43.43±2.74 ^a	45.32±1.44 ^b	12.78±2.02 ^b	11.27±1.29 ^{abc}	18.01±2.75 ^a	19.12±1.20 ^b
Mean	40.85±4.50	42.62±6.30	12.13±3.84	11.05±2.05	16.33±4.60	17.72±5.03

Presented values are means ±SD; ^{a-d} Different letters indicate significant difference ($p < 0.05$) in each column, SD: standard deviation

While b* value changed between 10.44-20.84 in sirt pastırma, it was determined between 12.15-27.16 in kuşgömü pastırma. The average b* value was found to be 16.33 in sirt pastırma and 17.72 in kuşgömü pastırma ($p < 0.05$). Accordingly, it has been observed that the average values of b* in pastırma varieties are very close to each other. In one study, it was reported that the b* value was found to be 3.54 in sirt pastırma and 2.85 in kuşgömü pastırma (Akköse *et al.*, 2018). M. I. Aksu *et al.* (2017) determined the b* values of pastırma samples between 17.50-23.71. These results are consistent with those in the current study.

Conclusion

Significant differences were determined among the pastırma types in all analysis ($p < 0.05$). Pastırma type significantly affected moisture amount ($p < 0.05$). The average moisture content in the kuşgömü pastırma was determined higher than the sirt pastırma. The total protein amount of all samples was determined over 30% and it is very valuable in terms of nutrition. However, the salt amount (10% / dry matter) and pH (max. 6.0) in 50% of samples was above the maximum acceptable limit. Also, the water activity values of all samples were above 0.90. TBARS and FFA values of some samples were found to be higher than the values previously determined.

In terms of the parameters examined, the differences between the samples belonging to the same pastırma variety show that there is no

standard production method among the enterprises in the production of pastırma and production is made with the production methods specific to the enterprises. In addition, that the amounts of moisture and salt largely comply with the Turkish Food Codex Meat, Prepared Meat Mixtures and Meat Products Communique is a sign that the enterprises are adequately inspected and high-quality products are produced under the standards. Although there are differences in some values in terms of quality characteristics in the sirt and kuşgömü varieties examined in this study, it has been understood that there is a similarity between the same kind of products.

Acknowledgments

This study was derived from MSc thesis of second author.

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

Author contributions: Conceptualization, literature review, organization, analysis was done by BI. Review and editing was done by HG. HG had supervised the entire research works. Literature review, critical analysis of data, manuscript review and editing was written by MOY. All authors of this research have read the manuscript and agreed to publish it.

References

- Akköse, A., Kaban, G., Karaoğlu, M. M., & Kaya, M. (2018). Characteristics of pastırma types produced from water buffalo meat. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 24(2), 179-185. doi:10.9775/kvfd.2017.18551
- Aksu, M. İ., Dogan, M., & Sirkecioglu, A. N. (2017). Changes in the Total Lipid, Neutral Lipid, Phospholipid and Fatty Acid Composition of Phospholipid Fractions during Pastırma Processing, a Dry-Cured Meat Product. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(1), 18-28. doi:10.5851/kosfa.2017.37.1.18
- Aksu, M. İ., Erdemir, E., Turan, E., & Öz, F. (2022). Chemical, microbial, color, oxidative and sensory properties of clean-label pastırma produced with raspberry water extracts as a novel ingredient. *Meat Science*, 186, 108737. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108737
- Aksu, M. İ., & Kaya, M. (2001). Some Microbiological, Chemical and Physical Characteristics of Pastırma Marketed in Erzurum. *Turk J Vet Anim Sci*, 25(3), 319-326.
- Anonymous. (2019). *Turkish food codex, meat and meat products communication*. Ankara
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis*. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Ceylan, S., & Aksu, M. İ. (2011). Free amino acids profile and quantities of 'sirt', 'bohca' and 'sekerpare' pastırma, dry cured meat products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(5), 956-962. doi:https://doi.org/10.1002/jsfa.4273
- Çakıcı, N. (2012). *The Quality Properties of Sirt, Şekerpare, Bohça and Kuşgözü Pastırma Types*. (MS Thesis MS Thesis). Atatürk University, Department of Food Engineering.
- Çakıcı, N., Aksu, M. İ., & Erdemir, E. (2015). A survey of the physico-chemical and microbiological quality of different pastırma types: a dry-cured meat product. *CyTA - Journal of Food*, 13(2), 196-203. doi:10.1080/19476337.2014.938123
- Erdemir, E. (2021). Free amino acids profile and quality properties of Turkish pastırma cured with potassium lactate and sodium chloride combinations. *Journal of Food Processing and Preservation*, e16263. doi:https://doi.org/10.1111/jfpp.16263
- Gök, V., Obuz, E., & Akkaya, L. (2008). Effects of packaging method and storage time on the chemical, microbiological, and sensory properties of Turkish pastırma – A dry cured beef product. *Meat Science*, 80(2), 335-344. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.017
- Gökalp, H. Y., Kaya, M., & Zorba, Ö. (2012). *Et Ürünleri İşleme Mühendisliği*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Jin, G., Zhang, J., Yu, X., Zhang, Y., Lei, Y., & Wang, J. (2010). Lipolysis and lipid oxidation in bacon during curing and drying-ripening. *Food Chemistry*, 123(2), 465-471. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.031
- Kaban, G. (2009). Changes in the composition of volatile compounds and in microbiological and physicochemical parameters during pastırma processing. *Meat Science*, 82(1), 17-23. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.11.017
- Kaban, G. (2013). Sucuk and pastırma: Microbiological changes and formation of volatile compounds. *Meat Science*, 95(4), 912-918. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.03.021
- Kaya, M., & Kaban, G. (2010). Et ve et ürünleri kalite kontrolü. In *Et Ürünleri Teknolojisi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Kirk, R. S., & Sawyer, Y. (1991). Salt. In *Pearson's composition and analysis of foods* (pp. 14–15). England: Longman Scientific and Technical.
- Lemon, D. W. (1975). An improved TBA test for rancidity. In *New Series Circular*. Halifax: Halifax Laboratory.
- Lorenzo, J. M., & Carballo, J. (2015). Changes in physico-chemical properties and volatile compounds throughout the manufacturing process of dry-cured foal loin. *Meat Science*, 99, 44-51. doi:https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.013
- Michel, G., Mohamed, M. A., & Mohamed, M. H. H. (2020). Production and Quality Assessment of a New Dry Cured Turkey Product (Turkey Pastırma) Processed by Two Different Types of Packaging Techniques (Modified Traditional Coating and Vacuum Packaging). *International Journal of Veterinary Science*.
- Öz, E., Kaban, G., Barış, Ö., & Kaya, M. (2017). Isolation and identification of lactic acid bacteria from pastırma. *Food Control*, 77, 158-162. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.02.017
- Öztan, A., Vural, H., & Helvacı, R. (1991). Effects on Nitrosomyoglobine and Residual Nitrite Contents of the Frankfurter Production. *Gıda*, 16(2), 117-121.
- Soyer, A., Uğuz, Ş., & Dalmiş, Ü. (2011). Proteolytic changes during processing in turkish dry-cured meat product (pastırma) with different salt levels. *Journal of Food Quality*, 34(3), 212-219.
- Toldra', F. (1998). Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry-cured meat products. *Meat Science*, 49, S101-S110. doi:https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)90041-9
- Wang, F.-S. (2001). Lipolytic and proteolytic properties of dry-cured boneless hams ripened in modified atmospheres. *Meat Science*, 59(1), 15-22. doi:https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00047-X
- Xu, W., Xu, X., Zhou, G., Wang, D., & Li, C. (2008). Changes of intramuscular phospholipids and free fatty acids during the processing of Nanjing dry-cured duck. *Food Chemistry*, 110(2), 279-284. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.044



Farklı prebiyotik ajanların toz çikolatalı içeceklerin renk ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri

Effects of different prebiotic agents on the color and sensory properties of chocolate powder drinks

Şirin OBA^{1*} , Osman YILMAZ² 

¹Gıda İşleme Bölümü, Suluova Meslek Yüksekokulu, Amasya Üniversitesi, Amasya/Türkiye

²Biyoteknoloji Bölümü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya Üniversitesi, Amasya/Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-4620-7483>; ²<https://orcid.org/0000-0001-7579-8625>

To cite this article:

Oba, Ş. & Yılmaz, O. (2022). Farklı prebiyotik ajanların toz çikolatalı içeceklerin renk ve duyuşal özellikleri üzerine etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 501-518.
DOI: 10.29050/harranziraat.1100382

*Address for Correspondence:

Şirin OBA

e-mail:

sirin_oba@hotmail.com

Received Date:

08.04.2022

Accepted Date:

20.09.2022

© 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

Dünyadaki çoğu insan tarafından tüketilen toplam enerjinin %60-70'i nişasta bazlı besinlerden sağlanmaktadır. Beslenme sırasında nişasta miktarını azaltmak için geliştirilen fonksiyonel gıdalarda uygun prebiyotik seçimi ürünlerin duyuşal özelliklerini etkilediği için hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle geleneksel toz çikolatalı içecek bileşiminde bulunan nişasta gibi hidrokolloidlerin yerine tercih edilen inülin, polidekstroz ve maltodekstrin ile ürün formülasyonunu optimum hale getirmek ürünün renk ve duyuşal kalitesinin artırılabilmesinde önem teşkil etmektedir. Bu amaçla optimizasyonda basit karışım tasarımı kullanılarak üç değişkenli regresyon modelleri oluşturulmuştur. Gerçekleştirilen optimizasyon çalışmasında inülin (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64 ve 23.00 g), polidekstroz (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64 ve 23.00 g) ve maltodekstrin oranları (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64 ve 23.00 g) bağımsız değişkenler olarak belirlenmiş olup renk parametreleri (L*, a*, b*) ve duyuşal özellikler ise yanıt değerleri olarak seçilmiştir. Çalışmadaki prebiyotik toz çikolatalı içeceklerin b*, pH ve su aktivitesi değerleri sırasıyla 10.33±0.29-12.84±0.20, 7.21±0.08-7.26±0.01 ve 0.293±0.00-0.319±0.00 aralığında tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda yapılan duyuşal değerlendirmelerde içeceklerin inülin, polidekstroz ve maltodekstrin ile üretilmesi ürünün koku, tatlılık ve genel beğeni değerlerini istatistiksel olarak attırırken renk özelliklerini değiştirmemiştir. Toz çikolatalı içecek formülasyonunda inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranı arttıkça içeceklerin duyuşal özelliklerinde iyileşmelerin olduğu görülmüştür. Optimum toz çikolatalı içecek formülasyonunda değişkenler 6.76 g inülin, 12.35g polidekstroz ve 3.89 g maltodekstrin olarak belirlenmiş ve bu bileşen oranları ile kabul edilebilir duyuşal özellikleri sağlayan alternatif fonksiyonel içecek üretimi gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: inülin, Polidekstroz, Maltodekstrin, Duyuşal, Kakao

ABSTRACT

Starch-based foods supply 60–70% of the total energy provided in nutrition worldwide. The selection of prebiotics suitable for functional foods developed to lower the amount of starch consumed during nutrition is important since it influences the sensory qualities of the products. For this reason, optimizing the product formulation with inulin, polydextrose, and maltodextrin, which are preferred instead of hydrocolloids such as starch in the traditional powdered chocolate drink composition, is important in increasing the color and sensory quality of the product. For this purpose, three-variable regression models were created using a simple mixture design in optimization. In the optimization study, inulin (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64, and 23.00 g), polydextrose (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64, and 23.00 g), maltodextrin ratio (0.00, 3.68, 7.66, 11.50, 15.64, and 23.00 g) were determined as independent variables, and color analysis parameters L a* b* and sensory properties in beverages were used as responses. The b*, pH, and water activity values of the prebiotic

powdered cocoa drinks in the study were determined in the range of 10.33 ± 0.29 - 12.84 ± 0.20 , 7.21 ± 0.08 - 7.26 ± 0.01 and 0.293 ± 0.00 - 0.319 ± 0.00 , respectively. In the sensory assessments as a result of the study, the production of drinks containing inulin, polydextrose, and maltodextrin statistically increased the product's odor, sweetness, and general taste but did not affect the product's color. It was observed that the sensory characteristics of powdered chocolate beverages improved when the ratios of inulin, polydextrose, and maltodextrin were increased. The optimal powdered chocolate drink formulation variables were determined to be 6.76 g inulin, 12.35 g polydextrose, and 3.89 g maltodextrin, and other functional drinks with acceptable sensory qualities were generated using these component ratios.

Key Words:Inulin, Polydextrose, Maltodextrin, Sensory, Cocoa

Giriş

Hazır gıda sektörü, uzun raf ömrüne sahip olmasının yanı sıra hazırlanış kolaylığı ve çabukluğu nedeniyle önde gelen gıda endüstrilerinden biri haline gelmiştir (Mayakkannan, 2018). Gelişen teknolojinin getirdiği üretim teknikleri, tüketici alışkanlıkları ve satın alma davranışlarının büyük ölçüde değişmesi, zaman kısıtlamaları, kolaylıklar ve yaşam tarzındaki değişiklikler hazır gıda ve içecek sektörünün büyümesine ve çeşitliliğin artmasına neden olmuştur (Janjarasskul ve ark., 2020). Hazır gıdalar, bebek mamaları, kamp yemekleri, çorbalar, toz yumurta, anında sos, makarna, instant yulaf lapası, hazır pirinç gibi ürünleri içerirken instant çikolatalı içecekler, instant kahveler, dondurularak kurutulmuş meyve suları, süt tozu, hindistan cevizi tozu, instant çay gibi birçok farklı ürünler de hazır içecekler ürün gurubu arasında yer almaktadır (Chaturvedi ve ark., 2021).

Hazır gıda grupları arasında yer alan sıcak çikolatalı içecekler geleneksel olarak Güney ve Orta Amerika başta olmak üzere Avrupa'da farklı isimler ile her yaşta insan tarafından ve belirli bir tüketim zamanı olmaksızın tercih edilmektedir (Beckett, 2011). Sıcak kakao veya içilen çikolata olarak da bilinen sıcak çikolata, ısıtılmış çikolatalı süttür. Eritilmiş çikolata ile yapılan içeceklere bazen kakao ile birlikte daha az tatlılık ve daha kalın bir kıvam sağlayan bileşenlerin eklenmesi ile oluşan farklı formülasyonlar tüketici isteklerine göre servis edilmektedir (Scher, 2020).

Ticari çikolatalı içecekler, ana bileşenleri açısından önemli farklılıklar gösterdiği için farklı duyuşal profiller oluşmaktadır. Hedeflenen bir tüketici grubunun beklentilerini karşılamak için,

eğitilmiş bir panel ve/veya tüketiciler tarafından duyuşal özelliklerin belirlenmesi ve bunların fizyokimyasal özelliklerle ilişkilendirilmesi, ürün geliştirme ve pazarlama için önemli bilgiler verebilmektedir (Doğan ve ark., 2015). Ürün kabulünü ve özelliklerini etkileyen parametreler arasında ürün bileşiminin önemi büyüktür (Chatterjee ve ark., 2015).

Sıcak çikolatalı içeceklerin bileşimi yaygın olarak şeker, yağsız süt tozu, peynir altı suyu tozu, nişasta, tuz ve kakao tozu karışımlarından oluşmakla beraber süt veya suda dağıtılarak hazırlanmaktadır (Doğan ve ark., 2015). Sıcak çikolata içeceğinin bileşenleri arasında bulunan nişasta içeceklerin fizykel, reolojik ve duyuşal özellikleri açısından önemli farklılıklar sergilemesine sebep olmaktadır (Yanes ve ark., 2002; Doğan ve ark., 2011; Mazo Rivas ve ark., 2018). Bu nedenle, nişasta konsantrasyonu ve tipi son ürün kalitesi üzerinde etkilidir. Bunun yanı sıra bu bileşenlerin sağlık açısından sağladığı olası olumlu ve olumsuz etkilerde son zamanlarda de tüketici tercihini etkileyen bir diğer önemli faktörlerden bir tanesidir (Fagan ve ark., 2006; Warren ve Harris, 2018). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sağlık ve diyet arasında büyük denge gözetilmekte ve nişasta bazlı gıdaların günde yaklaşık 6-11 porsiyon tüketilmesi bazı soruları da beraberinde getirmektedir (Homayouni ve ark., 2014). Bu nedenle fonksiyonel gıdaların üretiminde gastrointestinal sistem üzerinde birçok faydalı sağlık etkileri bulunan prebiyotik bileşenlerin tercih edilmesi tüketici ve üreticilerin her zamankinden daha fazla ilgisini çekmiştir. Bu sağlıklı etkilerinden bazıları kabızlığı önlemek, atılım sıklığını ve dışkı hacmini artırmak, probiyotik bakterilerin büyümesini veya aktivitesini seçici olarak uyarma

şeklinde ortaya çıkmaktadır (Liao ve ark., 2022). Tipik prebiyotikler, genellikle inülin, oligosakkaritler ve maltodekstrin, polidekstrozdun oluşan diyet lifleridir (Guimarães ve ark., 2018). Toz çikolatalı içeceklerin kalorisini azaltarak ürüne fonksiyonellik sağlamak için bu çalışma kapsamında da inülin, polidekstroz ve maltodekstrin tercih edilmiştir.

Inülin, mikrofloranın uyarıcı modülasyonu üzerine bağırsak sağlığını iyileştiren, vücudun inflamatuvar durumunu azaltan, vücut ağırlığının kontrolüne yardımcı olabilen glikoz ve lipid metabolizması üzerinde faydalı etkileri olan sindirilemeyen bir karbonhidrat grubu olarak kabul edilmektedir (Delzenne ve ark., 2013; Rastall ve Gibson, 2015; Shoaib ve ark., 2016). İnülin, stabilizasyon/emülsifikasyon özelliklerine (Kokubun ve ark., 2015) sahip olmasından dolayı ürün dokusunu iyileştirir ve ayrıca bir ikame maddesi olarak ağızda yağ benzeri bir his bırakmaktadır (Luo ve ark., 2017; Shoaib ve ark., 2016).

Bir yağ ikame maddesi olarak kullanılan polidekstroz ise, birbiriyle düzensiz bir şekilde birleşen glikoz birimlerinin bir polimeridir ve yaklaşık 1.500 Da molekül ağırlığa sahiptir. Düşük kalorili bir dolgu maddesi olarak içinde yapay tatlandırıcı bulunan düşük kalorili gıdalarda şeker ikamesi olarak da tercih edilmektedir. Eklendiği ürünleri nemlendiren ve bazı koşullarda ise ürüne tat verdiği bilindiğinden çikolata, şekerleme, kek, bisküvi, donmuş tatlı ve mikrokristal selüloz ve diyet tatlı üretiminde kullanılmaktadır (Küçüköner ve Doğan, 1999; Zong ve ark., 2022).

Diğer bir prebiyotik bileşen ise maltodekstrin, nişastanın enzim ve asit tarafından parçalanması sonucu üretilmektedir (Siemons ve ark., 2022). Maltodekstrin sıvı ve katı yağlarla kolayca birleşerek stabil bir emülsiyon jeli oluşturabilmektedir. Yağ ile aynı tadı verdiği için yiyeceklerin ağızda kolayca parçalanmasına yardımcı olur. En çok margarin, mayonez, salata sosu, pastacılık ve süt ürünlerinde kullanılmaktadır (Alexander, 1998).

Bununla birlikte, sıcak çikolatalı içeceklerin (Folkenberg ve ark., 1999; Hough ve ark., 1997)

duyusal niteliklerle ilgili çalışmalar günümüzde mevcut olan diğer bileşenleri dikkate almadan çoğunlukla hazır kakao tozuna odaklanmıştır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, ticari sıcak çikolatalı içecek olarak üretilebilecek ürünün duyusal profillerinin prebiyotik bileşenlerle nasıl ilişkili olduğunu belirlemektir. Bunun için hidrokoloid olarak kullanılan mısır veya pirinç nişastası yerine formülasyona prebiyotik ekleyerek sıcak çikolatanın işlevselliğini arttırmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada model ürün olarak seçilen toz prebiyotik çikolatalı içecek formülasyonu için kullanılan materyaller şeker (Torku, Konya, Türkiye), kahve kreması (Nestle, İsviçre), kakao tozu (Tito İzmir, Türkiye), inülin (Tito İzmir, Türkiye), polidekstroz (Tito İzmir, Türkiye) ve maltodekstrin (Tito İzmir, Türkiye) kullanılmıştır.

Yöntem

Toz prebiyotik çikolatalı içeceklerin hazırlanması için kullanılan oranlar Tablo 1.'de gösterilmiştir. Üretimler ve analizler Amasya Üniversitesi Merkezi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Toz prebiyotik çikolatalı içecek karışımının hazırlanması

Karışımının hazırlanması Doğan ve ark., (2011) tarafından oluşturulan prosedür takip edilmekle beraber prosedürde bazı değişiklikler yapılarak içecek üretimi hazırlanmıştır. İçecek hazırlama prosedürüne göre homojen bir karışım elde etmek için şeker 6000 rpm'de 5 dk öğütülerek partikül boyutu küçültülmüştür. Formülasyonlarda kullanılacak granüle şekerin ortalama parçacık çapı 100 µm ve daha düşük çapa sahip şeker kullanılmıştır. Bu kapsamda toz içecek üretiminde kahve kreması (2g), şeker (5g), kakao tozu (6g) sabit oranlarda kullanılmış olup toplam karışım miktarı 36 g ön denemeler sonucu belirlenmiştir. Bunun dışında ürün kalitesine etki edecek 23 g olan kuru bileşenler bağımsız

değişkenler olarak belirlenmiştir. Bunlar inülin, polidekstroz ve maltodekstrin olup optimum oranları karışım tasarımı (simple mixture) yöntemi

ile belirlendikten sonra Tablo 1.'de belirtilen oranlarda tartılıp toz içeceklerin hazırlanması amacıyla kuru malzemelerin tümü karıştırılmıştır.

Tablo 1. Toz prebiyotik çikolatalı içecek formülasyonu
Table 1. (Powder prebiotic cocoa beverage formulation)

Materyal Material	Bileşenler (g) ¹ Compounds(g) ¹
Şeker (Sugar)	5.00
Kahve Kreması (Coffee Cream)	2.00
Kakao tozu(Cocoa Powder)	6.00
Inülin (Inulin)	Tablo 2.
Polidekstroz (Polydextrose)	Tablo 2.
Maltodekstrin (Maltodextrin)	Tablo 2.

¹ Bileşenler, 36 g toz kakao karışımındaki miktarları ifade etmektedir. ² Tablo 2.'ye göre oluşturulan simple mixture sonucunda kabul edilen optimum miktarları ifade etmektedir. (¹Components refer to amounts in 36 g of powder mixture. It represents the optimum amounts accepted as a result of the simple mixture design created according to Table 2.)

Deney tasarımı ve istatistiksel analiz

Bu çalışmada bileşenlerin optimizasyonu için karışım tasarımı (simple mixture) kullanılmıştır. Araştırma kapsamında bağımsız değişkeni olarak inülin ($X_1=0-1$), polidekstroz ($X_2=0-1$) ve maltodekstrin ($X_3=0-1$) seçilmiş ve bu bileşenler ile kısıtlı bir karışım tasarımı $X_1+X_2+X_3=1$ olacak şekilde geliştirilmiştir. Bu kapsamda 3 faktörlü ve 3 seviyeli basit regresyon modelleri oluşturulmuştur. İçecek üretiminde karışım tasarımının belirlediği oranlara göre 13 adet formülasyon hazırlanmıştır. Tablo 2.'de prebiyotik bileşenlerin kod ve gerçek değerleri gösterilmektedir. Analiz sonucunda elde edilen bağımlı değişkenler ise renk (Y_1), su aktivitesi (Y_2) ve duyu analizi parametreleri (Y_3) olarak

belirlenmiştir. Toz prebiyotik çikolata karışımının hazırlanmasına özgü değişkenlerin yanıt değişkeni üzerine etkisi incelenerek en yüksek değerlere sahip içecek 'desirability' fonksiyon yaklaşımına göre optimize edilmiştir. Toz prebiyotik çikolata karışımının hazırlanması işlemleri sonucunda elde edilen yanıtın regresyon analizi için Eşitlik (1)'de verilen model kullanılmıştır.

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_{12}X_1X_2 + \dots \dots \beta_jX_j + e \quad (1)$$

Denklemden Y cevap değişkeni, X_i ve X_j değişkenler ve β_0 kesişme katsayısıdır; β_i , β_{ij} , β_j sırasıyla doğrusal, ikinci dereceden ve ikinci dereceden terimlerin etkileşim katsayılarıdır; ϵ bağımsız parametrelerin sayısını göstermektedir.

Tablo 2. Bağımsız değişkenlerin kodlanmış ve gerçek değerleri ve ürün formülasyonunu içeren deneysel tasarımı
Table 2. Experimental design of independent variables including coded and actual values and product formulation

No	Gerçek değerler Actual Values(g /36 g)			Kodlanan değerler Encoded values		
	Inülin Inulin (X_1)	Polidekstroz Polydextrose (X_2)	Maltodekstrin Maltodextrin (X_3)	Inülin Inulin (X_1)	Polidekstroz Polydextrose (X_2)	Maltodekstrin Maltodextrin (X_3)
1	0	23.00	0.00	0	1	0
2	3.68	3.68	15.64	0.166667	0.166667	0.666667
3	23.00	0.00	0.00	1	0	0
4	11.50	0.00	11.50	0.5	0	0.5
5	23.00	0.00	0.00	1	0	0
6	0.00	23.00	0.00	0	1	0
7	0.00	0.00	23.00	0	0	1
8	7.66	7.66	7.66	0.333333	0.333333	0.333333
9	0.00	11.50	11.50	0	0.5	0.5
10	3.68	15.64	3.68	0.166667	0.666667	0.166667
11	0.00	0.00	23.00	0	0	1
12	11.50	11.50	0.00	0.5	0.5	0
13	15.64	3.68	3.68	0.666667	0.166667	0.166667

Bağımsız değişkenlerin (inülin, polidekstroz ve maltodekstrin) yanıtlar üzerindeki doğrusal (Linear), iki faktörlü etkileşimi (2FI) ve polinomial (Quadratic) etkileşimi modelleri % 95 güven aralığında F (Fischer) testi ile belirlenmiştir. Her bir model için ANOVA ile belirlenen model regresyon katsayısı (R^2) ve F değeri gibi istatistiksel parametrelerine bakılarak model ile uyumuna karar verilmiştir. Elde edilen sonuçların 3D grafikleri Design Expert 11.0 programı kullanılarak çizilmiştir.

Toz içeceklerin analizleri

Toz içecek örneklerinde renk analizi

Toz içecek örneklerinin renk değerleri (L^* ; koyu-parlak, a^* ; yeşillik-kırmızılık ve b^* ; mavilik-sarıklık) renk tayini cihazı (Konica Minolta CR-5, Japonya) kullanılarak belirlenmiştir.

Toz içeceklerin pH tayini

Toz içecek örneklerinin pH değerleri, oda sıcaklığında pH metre (Thermo Scientific- Orion Star, A211) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Toz içeceklerin su aktivitesi tayini

Toz örneklerin su aktivitesi (a_w) değerleri Ostrowska-Ligeza ve Lenart (2015) tarafından uygulanan yöntem ile su aktivitesi cihazında (Novasina LabSwift, İsviçre) 25°C'de ölçümler yapılmıştır.

Toz içecek örneklerinde duyu analizi

Toz çikolata içecek örneklerinde incelenecek duyu parametreler; asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremsilik, tatlılık, dengeli ve genel beğeni olup "Çoklu Kıyaslama Tekniği" ile incelenmiştir (Ricci ve ark., 2011).

Tablo 3. Duyusal formu

Table 3. Sensory form

Duyusal özellikler Sensory properties	Duyusal özelliklerin tanımlamaları Descriptions of sensory characteristics	
Görünüş Appearance	Asılı Parçacıklar Suspended particles	-Karıştırma sonrası içerdeki görünen yüzen parçacıkların sayısı -Number of floating particles visible in beverage after mixing
	Kremsi Creamy	-Ağız içinde kremsi/yağlı bir his uyandıran homojen bir ürün gibi film oluşumu. -Film formation like a homogeneous product with a creamy/oily feel in the mouth.
Tekstür Texture	Kıvam Consistency	-Ağızda seyreltikten yoğunlaşan his -Increased sensation in the mouth from dilute to intense
	Tatlı Sweetness	-Sakaroz, glikoz veya fruktoz çözeltisiyle karakterize edilen temel bir tat. -A basic taste characterized by a solution of sucrose, glucose or fructose.
Tat/Aroma Taste/Flavor	Dengeli Balanced	-Tanımlanabilir özelliklerin hiçbiri daha ağır basmaz -None of the identifiable features outweigh
	Renk Colour	Renk Colour
Genel Beğeni Overall acceptability		

Sıcak çikolatalı içecekler 70°C' de su ilave edilerek rastgele seçilmiş üç basamaklı sayılar ile kodlanarak etiketlenmiş şeffaf bardaklarda (~150 mL) panelistlere sunulmuştur. Örneklerin değerlendirme sırasında örnek aralarında ağızlarını çalkamaları için içme suyu ve ekmek verilmiştir. Çalışma kapsamında hazırlanan

örneklerde duyu özellikleri değerlendirmek için Amasya Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı personel ve lisansüstü öğrencilerinden 10 panelist seçilmiştir. Duyusal değerlendirmede panelistlerin yaş dağılımı 20-35 arasında iken cinsiyet dağılımında ise 4 kadın, 6 erkek yer almıştır. Panelistler çikolatalı içeceklerin

özelliklerini değerlendirilmesi ve kalite parametreleri için tanımlayıcı analizler panelistlere açıklanmıştır.

Panelist eğitimi için Tablo 3.'de verilen tanımlamalar belirlenmiş ve analiz öncesi eğitimde bu konuda panelistler bilgilendirilerek eğitime tabii tutulmuşlardır. Duyusal analiz çalışmasında belirlenen özellikler ve puanları; 1 (Mevcut değil), 2 (Zor algılanabilir), 3 (Hafif, belirgin), 4 (Orta, tanınabilir), 5 (Açıkça fark var), 6 (İlımlı, baskın) ve 7 (Güçlü, belirgin, görünen) 8 (Çok iyi, içecek için arana özellik), 9-10 (Oldukça iyi, içecek için arana özellik) olarak belirlenmiş ve panel öncesi gerçekleştirilen açıklamalar esas alınarak puanlamaları istenmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Toz içeceklerin pH ve su aktivitesi

Bu çalışma kapsamında prebiyotik bileşenler ile hazırlanan toz çikolatalı içecek formülasyonlarının su aktivitesi ve pH parametreleri saptanmıştır. Çikolatalı toz içecekler temel olarak süt, şeker, kakao tozu ve kıvamı iyileştirmek ve kakao parçacıklarının çökmesini önlemek için eklenen bazı hidrokoloid türleri ile formüle edilmektedir. Bu içeceklerin bileşen maddelerin özellikleri (yağ içeriği, kakao tozunun alkaliliği ve rengi, hidrokoloid tipi), formüle edilmiş ürünlerin nihai bileşimi, fiziksel ve duyusal özellikleri üzerinde farklılıklar oluşturmaktadır (Eduardo ve ark., 2018). Bu anlamda yeni bir ürün seçeneği olarak çikolatalı toz içeceklerin formülasyonlarının özelliklerinin değerlendirilmesi önemlidir. Farklı konsantrasyonlarda inülin, polideksroz ve maltodekstrin kullanılarak hazırlanmış toz çikolatalı içecek formülasyonlarının su aktivitesi ve pH özelliklerinin varyans analizleri ve çoklu karşılaştırma testi belirlenmiş olup değerler sırasıyla Tablo 4.'de verilmiştir. Farklı oranlarda hazırlanan prebiyotik bileşenlerin toz içecek

örneklerinin pH değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Tablo 4.'de görüldüğü üzere toz içecek örneklerinin pH değerleri 7.21 ± 0.08 – 7.26 ± 0.01 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ek olarak, inülin, polideksroz ve maltodekstrin partiküllerin pH değeri sırasıyla 7.23, 7.22 ve 7.21 olarak belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri dar bir aralıkta değişim göstermiş olup, bu değişim ihmal edilebilir niteliktedir. Bu değişim ile kullanılan bileşenler arasında bir ilişki oluşturulamamıştır. Aribah ve ark., (2020) yürüttüğü başka bir çalışmada ise iota-karagenan, kappa-karagenan ve ksantan zambak çeşitli konsantrasyonlarda (%0.10, %0.20 ve %0.30) formülasyonda kullanılmış ve numunelerin pH değerinin 7.61-7.72 arasında olduğu tespit edilmiş ve bu çalışmanın pH değerleri bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Yapılan başka bir çalışma incelendiğinde guar gum, sodyum aljinat, ksantam gum ve locust bean gum ilave edilerek hazırlanan instant çikolatalı içecek karışımlarının pH değeri 8.06 ± 0.02 ile 8.33 ± 0.01 arasında tespit edilmiştir (Doğan ve ark., 2011). Mevcut çalışmadan farklı olarak gözlenen pH değerleri formülasyondaki değişiklikten dolayı farklılık göstermiştir. Bu tür içeceklerin formülasyonlarının ülke veya bölgelere göre birbirinden farklılık gösterdiği bilinmektedir. İçmeye hazır çikolata ürünlerinin geliştirilmesinde, süspansiyon stabilitesi teknolojik bir zorluktur. Çeşitli tiplerde hidrokoloidlerin eklenmesi koyulaştırıcı madde olarak hareket edebilmesi yalnızca süspansiyon stabilitesi açısından değil, aynı zamanda ağız hissi perspektifinde de tüketici kabulü ve tercihlerini etkileyebilir. Hidrokoloidlerin dahil edilmesi, çikolatalı içeceklerin renk, toplam çözünür kuru madde ve pH parametreleri gibi fiziksel özelliklerini etkileyebilmektedir (Ramírez-Sucre ve ark., 2011; Doğan ve ark., 2013).

Tablo 4. Toz içeceklerin pH ve su aktivitesi değerleri

Table 4. pH and water activity values of powdered beverages

No	İnülin <i>Inulin</i> X ₁ (g)	Polidekstroz <i>Polydextrose</i> X ₂ (g)	Maltodeksrin <i>Maltodextrin</i> X ₃ (g)	pH <i>pH</i>	Su aktivitesi <i>Water activity</i>
1	0.00	23.00	0.00	7.26±0.01 ^a	0.31±0.00 ^{abc}
2	3.68	3.68	15.64	7.23±0.02 ^a	0.31±0.00 ^{abc}
3	23.00	0.00	0.00	7.25±0.02 ^a	0.30±0.00 ^{abc}
4	11.50	0.00	11.50	7.21±0.08 ^a	0.29±0.00 ^{abc}
5	23.00	0.00	0.00	7.22±0.02 ^a	0.30±0.00 ^{abc}
6	0.00	23.00	0.00	7.22±0.01 ^a	0.30±0.00 ^{abc}
7	0.00	0.00	23.00	7.23±0.04 ^a	0.32±0.00 ^a
8	7.66	7.66	7.66	7.23±0.00 ^a	0.31±0.01 ^{ab}
9	0.00	11.50	11.50	7.22±0.01 ^a	0.31±0.00 ^{ab}
10	3.68	15.64	3.68	7.24±0.02 ^a	0.29±0.00 ^{abc}
11	0.00	0.00	23.00	7.23±0.02 ^a	0.31±0.00 ^{ab}
12	11.50	11.50	0.00	7.25±0.14 ^a	0.29±0.00 ^c
13	15.64	3.68	3.68	7.24±0.02 ^a	0.30±0.00 ^{abc}

^{a,b,c}Aynı sütundaki benzer harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak fark yoktur ($p>0,05$). (^{a,b,c}There is no statistical difference between the values indicated by similar letters in the same column) ($p>0,05$).

Farklı prebiyotik kombinasyonları içeren toz çikolatalı içeceklerin su aktivitesi değerleri 0.29 ± 0.00 ile 0.31 ± 0.01 arasında değişmiştir (Tablo 4.). Su aktivitesi; prebiyotik tipi, miktarı ve bunların kombinasyonundan etkilenmektedir. Stabilizatörlerin veya emülgatörlerin moleküler yapısı, su emme kapasiteleri, birbirleriyle ve içecekteki diğer bileşenlerle etkileşimleri, su aktivitesini farklı yönde etkileyebilmektedir (Peredo ve ark., 2017). Gama ve ark., (2019) yaptıkları çalışmada; fıstık ezmesi, kuru yağsız süt tozu, şeker, tuz, propilen glikol aljinat, ksantan zamkı ve lesitin bileşenleri ile fıstık bazlı içeceklerin su aktivitesi değerlerini belirlemiş ve 0.99 olarak bulmuşlardır. Su aktivitesi değerlerinin mevcut çalışmadaki sonuçlarla örtüşmediği görülmektedir. Çünkü, bahsedilen çalışmada kullanılan bileşenler sıvı formda olup bizim yaptığımız çalışmada ise toz formda ürünler karışıma dahil edilmiştir. Ostrowska-Ligeza ve Lenart (2015) yaptıkları çalışmada kristal şeker, şeker tozu, süt tozu, maltodeksrin ve kakao tozu ile hazırladıkları çikolatalı içecek karışımında su aktivitesi değeri 0.30 ile 0.34 arasında tespit edilmiştir ve mevcut çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Genel olarak, su aktivitesi 0.60'nın altında olan gıdaların mikrobiyolojik olarak stabil olduğu kabul edilmektedir (Quek ve ark., 2007). Tablo 4.'deki su

aktivitesi değerleri bu değer aralığından çok daha düşüktür ve böylece toz ürünlerin mikrobiyolojik stabilitesi güvenilirliği açısından doğrulanmıştır. İnülin, polidekstroz ve maltodeksrinin kullanım oranlarına bağlı olarak su aktivitesinin değişimi için en uygun modeller lineer, kuadratik, kübik ve kübik olarak belirlenmiştir. Bu modellere ait R² değeri 0.81 olarak belirlenmiştir. R² değerinden de anlaşıldığı gibi inülin, polidekstroz ve maltodeksrin ilaveli içeceklerin su aktivitesi değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 5.).

Tablo 5.'de gösterilen varyans analiz sonuçlarından anlaşıldığı üzere inülin, polidekstroz ve maltodeksrin karışımının doğrusal karışımı (linear mixture) doğrusal etkisi önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Buna göre çalışılan değişkenler arasında herhangi bir etkileşim etkisinin olmadığı varsayılır. Başka bir deyişle, su aktivitesi, yalnızca karışımda bulunan bileşenlerin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranlarına bağlıdır. Bu nedenle, su aktivitesi üzerinde etkisini anlayabilmek için saf bileşenlerle deneyler yapmak yeterli olacaktır (Bezerra ve ark., 2020). Bu durumu açıklayan sonuç toz içecek örneklerinde gözlenilen ve özellikle %23 inülin içeren örneğin su aktivitesi değeri (0.303 ± 0.00) iken %23 polidekstroz ve %23 maltodeksrin içeren örneklerin aw değerleri ise

sırasıyla 0.312 ± 0.00 ve 0.319 ± 0.00 olarak tespit edilmiş ve istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir. İnülin ve maltodekstrin karışımları için tahmin edilen denge nem içeriği değerlerinin çok benzer olduğunu göstermektedir (Stępień ve ark., 2020). Çalışma kapsamındaki toz içeceklerde prebiyotik bileşen karışımların kullanım düzeyinin formülasyonların a_w değerleri üzerindeki anlamlı farkın istatistiksel olarak önemli olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Su aktivitesi değerleri incelendiğinde inülin maltodekstrin karışımları için tahmin edilen denge nem içeriği değerlerinin çok benzer olduğunu mevcut çalışma ve literatürdeki diğer çalışmalar ile belirlenmiştir (Stępień ve ark.,

2020). Sonuç olarak, üretilen toz çikolata karışımlarının su aktivitesi değerleri uzun raf ömrü sağlayabilecek toz içecek karışımları elde edilebileceği çalışma ile ortaya konmuştur. Ürün bileşiminde kullanılan inülin, maltodekstrin ve polidekstroz oranlarının su aktivitesi değerleri ile ilişkileri için aşağıdaki Eşitlik (2) oluşturulmuştur.

$$\text{Su aktivitesi} = 0.30X_1 + 0.30X_2 + 0.31X_3 - 0.53X_1X_2 - 0.05X_1X_3 + 0.00X_2X_3 + 0.38X_1X_2X_3 \quad (2)$$

Eşitliklerde yer alan inülin (X_1), polidekstroz (X_2) ve maltodekstrini (X_3) ifade etmektedir. X_1, X_2 ve X_3 'nün toplamı 1.0'a eşittir.

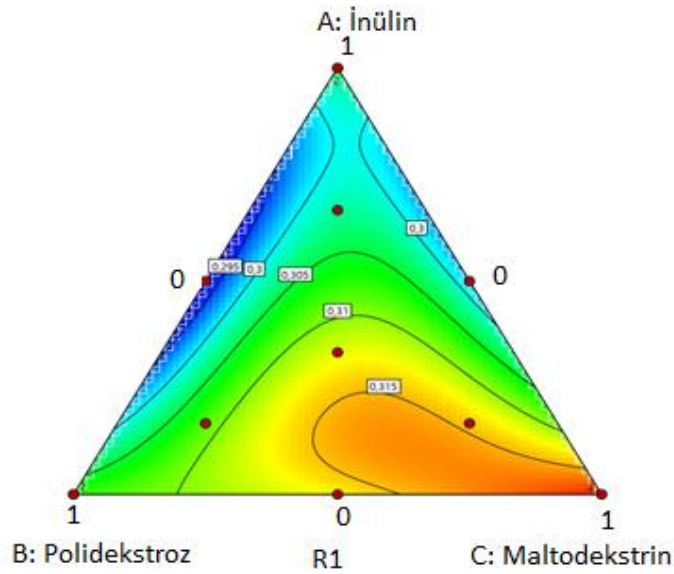
Tablo 5. Toz içeceklerin su aktivitesi değerleri için varyans analiz sonuçları

Table 5. Analysis of variance results for water activity values of powdered beverages

Kaynak Source	Kareler Toplamı Squares sum	Serbestlik Derecesi Degrees of Freedom	Kareler Ortalaması Squares Average	F-değeri F-Value	P-değeri Prob > F P-value Prob > F
Model (Model)	0.0008	6	0.0001	4.29	0.0500*
Doğrusal karışım (Linear mixture)	0.0005	2	0.0002	7.68	0.0222*
$X_1 * X_2$	0.0002	1	0.0002	5.10	0.0646
$X_1 * X_3$	0.0002	1	0.0002	5.24	0.0620
$X_2 * X_3$	1.049E-07	1	1.049E-07	0.0036	0.9544
$X_1^2 * X_2 * X_3$	0.0001	1	0.0001	4.90	0.0689
Uyum Eksikliği (Lack of fit)	0.0002	3	0.0001	7.19	0.0697
Hata (Pure Error)	0.0000	3	7.208E-06		
Genel (Cor total)	0.0009	12			
R^2	0.8108				

Şekil 1.'de toz çikolatalı içecek örneklerinin su aktivitesi değerleri üzerine bağımsız değişkenler olan inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranlarının etkisi gösterilmiştir. Grafik

yorumlanmasında kırmızı renge yaklaştıkça su aktivitesinin arttığını mavi renge yaklaştığında su aktivitesinin düştüğünü ifade etmektedir.



Şekil 1. İnülin, polidekstroz ve maltodekstrin karışım oranlarının toz içecek su aktivitesi değerleri üzerindeki etkisi
Figure 1. The effect of mixing ratios of inulin, polydextrose and maltodextrin on the water activity values of powdered beverages

Toz İçeceklerin renk özellikleri

Renk gıda maddelerinin en önemli kalite göstergelerinden birtanesidir (Sarabandi ve ark., 2019). Tüketiciler üzerindeki etkisi sadece görsel algı olmayıp ayrıca ürünün çeşidi, kalitesi ve bileşimi ile ilişkilendirilmektedir (Wu ve ark., 2013). Gıda ürünlerinin yüzey rengi, tüketiciler tarafından değerlendirilen ilk kalite parametrelerinden biridir. İçeceklerin rengi bileşimindeki bileşenlerin varlığına ve konsantrasyonuna atfedilebilir (Jayeola ve Akinwale, 2002). Bu nedenle toz içecek örneklerinin başlıca renk özellikleri (L^* , a^* , b^*) ve bu özelliklerin bileşimde kullanılan inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranları ile ilişkisi

çalışma kapsamında incelenmiş olup, bu özelliklere ait bulgular Tablo 6.'te yer almaktadır. Renk skalası 0 ile 100 aralığında ölçülen L^* değeri ürün parlaklığı ile ilgili bilgi vermekte olup, toz içecek örnekleri 40.34 ± 0.86 - 48.62 ± 0.83 aralığında bir değişim göstermiştir. İnülin, polidekstroz ve maltodekstrin karışımının 15.64: 3.68: 3.68 oranlarında kullanılması sonucu hazırlanan 13 numaralı örnek en yüksek parlaklık değerine sahiptir. a^* ve b^* değerleri sırasıyla artan pozitif değerlerde kırmızılık ve sarılığ, azalan negatif değerlerde yeşillik ve maviliği temsil etmekte olup, içecek örneklerinde yine sırasıyla 10.79 ± 4.51 - 14.02 ± 0.43 ile 10.33 ± 0.29 - 12.84 ± 0.20 aralığında değişim göstermişlerdir.

Tablo 6. Toz içeceklerin L^* , a^* ve b^* değerleri
Table 6. L^* , a^* and b^* values of powdered beverages

No	İNÜLİN Inulin X_1 (g)	POLİDEKSTROZ Polydextrose X_2 (g)	MALTODEKSTRİN Maltodextrin X_3 (g)	L^*	a^*	b^*
1	0.00	23.00	0.00	46.70 ± 3.00^c	12.91 ± 0.90^f	11.98 ± 2.56^c
2	3.68	3.68	15.64	44.94 ± 2.33^e	13.15 ± 0.38^d	11.09 ± 0.23^b
3	23.00	0.00	0.00	46.80 ± 0.84^c	13.87 ± 0.40^b	12.14 ± 1.10^c
4	11.50	0.00	11.50	41.60 ± 0.67^d	13.02 ± 0.40^e	11.38 ± 0.54^e
5	23.00	0.00	0.00	46.80 ± 1.39^c	13.80 ± 0.14^b	12.39 ± 0.40^b
6	0.00	23.00	0.00	46.71 ± 0.85^c	12.97 ± 0.30^f	11.98 ± 0.25^c
7	0.00	0.00	23.00	47.63 ± 1.14^c	12.75 ± 0.38^g	10.33 ± 0.29^i
8	7.66	7.66	7.66	40.34 ± 0.86^h	13.31 ± 0.45^c	11.89 ± 0.53^d
9	0.00	11.50	11.50	43.49 ± 1.29^f	10.79 ± 4.51^j	11.09 ± 0.73^b
10	3.68	15.64	3.68	40.68 ± 1.52^g	14.02 ± 0.43^a	12.84 ± 0.20^a
11	0.00	0.00	23.00	47.62 ± 1.12^c	12.63 ± 0.48^h	10.23 ± 0.31^i
12	11.50	11.50	0.00	47.93 ± 1.06^b	12.34 ± 0.10^i	11.24 ± 0.22^f
13	15.64	3.68	3.68	48.62 ± 0.83^a	12.02 ± 0.15^i	10.41 ± 0.05^h

^{a,b,c}: Aynı sütundaki benzer harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak fark yoktur ($p > 0.05$). (^{a,b,c}There is no statistical difference between the values indicated by similar letters in the same column) ($p > 0.05$).

Tablo 6.'da görüldüğü gibi kalite (Antonelli ve ark., 2004), karışım tasarımı değerlendirmesinde ve tüketicinin kararlarında yaklaşımı ile tahmin edilmiştir. büyük rol oynayan numunelerin renk özellikleri

Tablo 7. Toz içeceklerin L^* , a^* ve b^* değerleri için varyans analiz sonuçları

Table 7. Variance analysis results for L , a^* and b^* values of powdered beverages

Kaynak Source	L^*		a^*		b^*	
	F-Değeri F-Value	SD DF	F-Değeri F-Value	SD DF	F-Değeri F-Value	SD DF
Model (Model)	7.68*	8	58.18*	8	51.78*	8
Doğrusal karışım (Linear mixture)	0.7314	2	36.12*	2	107.94*	2
$X_1 * X_2$	1.09	1	44.21*	1	33.74*	1
$X_1 * X_3$	15.10*	1	1.99	1	0.3047	1
$X_2 * X_3$	6.15	1	169.81*	1	0.1566	1
$X_1^{2*} X_2 * X_3$	7.63	1	96.08*	1	81.62*	1
$X_2^{2*} X_1 * X_3$	21.68*	1	195.19*	1	123.64*	1
$X_3^{2*} X_2 * X_1$	0.3741	1	36.51*	1	2.77	1
Kalıntı (Residual)		4		4		4
Uyum Eksikliği (Lack of fit)	1.837E+05*	1	15.78*	1	3.47	1
Hata (Pure Error)		3		3		3
Genel (Cor total)		12		12		12

* P değerinin 0,05'den küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir. SD: Serbestlik Derecesi. (* Indicates that the P value is less than 0.05 and significant. SD: Degrees of Freedom)

İnülin, polidekstroz ve maltodekstrinin kullanım oranlarına bağlı olarak renk özelliklerinin değişimi için en uygun modeller sırasıyla lineer ve kuadratik belirlenmiştir. Bu modellere ait R^2 değerleri L^* , a^* ve b^* değerleri için sırasıyla 0.93, 0.99 ve 0.99 olarak hesaplanmıştır. R^2 değerinden de anlaşıldığı gibi inülin, polidekstroz ve maltodekstrin ilaveli içeceklerin L^* , a^* ve b^* değerleri üzerindeki etkileri model ile başarılı bir şekilde açıklanabilmektedir (Tablo 7.). Kullanılan bu bileşenlerin b^* renk değerleri üzerinde modelin uyumsuzluğu (lack of fit) ($p > 0.05$) önemsiz iken L^* ve a^* değerleri için uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Şekil 1.'de toz çikolata örneklerinin b^* renk özelliği üzerine bağımsız değişkenler olan inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranlarının etkisi gösterilmiştir. Vissotto ve ark., (2010) Brezilya pazarında mevcut formülasyonlara benzer içerik maddeleri ve katkı maddeleri kullanılarak formüle edilen çikolatalı içecek örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerleri sırasıyla 46.63–49.95, 11.93–12.16 ve 14.29–15.25 arasında renk değerleri tespit edilmiştir. Mevcut çalışmanın sonuçları ile karşılaştırıldığında L^* (40.34 ± 0.86 - 48.62 ± 0.83) ve

a^* (10.79 ± 4.51 - 14.02 ± 0.43) değerlerinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Toz içecek örneklerinde inülin ve maltodekstrin etkileşimi antagonistik etki göstermiş ve L^* (parlaklık) değerinin azalmasına sebep olmuştur. Toz içeceğin formülasyonunda bulunan değişken bileşenlerin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranları etkili olup bileşenlerin bireysel etkileri a^* değerinin artmasını sağlamıştır. Ancak inulinin polidekstroz ve inulinin maltodekstrin ile olan antagonistik etkileşimi önemli tespit edilmiş ve a^* değerini azaltıcı etki göstermiştir. Buna göre inülinin tek başına sahip olduğundan belirgin bir biçimde daha güçlü ve bütünüyle farklı bir etki gösterme eğilimleri sergilemesine sebep olmuştur. Bunun yanı sıra üç bileşenin oranları ile toz içeceklerin a^* renk değeri arasındaki ilişki çok önemli ($p < 0.01$) olarak belirlenmiştir. Ancak b^* değerleri 10.33–12.84 aralığında tespit edilmiş olup b^* değerleri sırasıyla artan pozitif değerlerde sarılığı, azalan negatif değerlerde maviliği temsil etmekte olup prebiyotik bileşenler sarılığın azalması yönünde etki göstermiştir. Bu etkiyi gözlemlemize sebep olan inülin ve polidekstrozun antagonistik etkileşimi önemli olup b^* değerinin azalmasına sebep

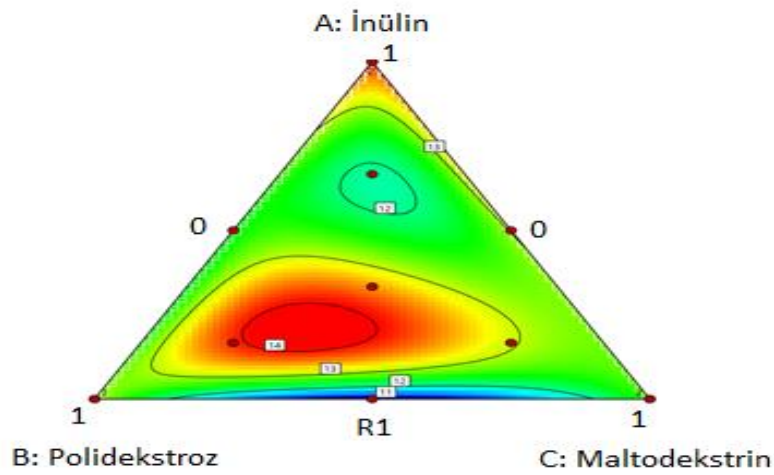
olurken bu etkileşimde polidekstrozun oranı artıkça b^* değeri üzerinde artıcı etkinin gözlemlenmesine sebep olan bu etki çok önemli ($p < 0.01$) olarak tespit edilmiştir. Prebiyotik toz çikolatalı içeceklerde, ürün bileşiminde kullanılan inülin, maltodekstrin ve polidekstroz oranlarının önemli olduğu L^* , a^* ve b^* parametreleri gibi renk özellikleri ile ilişkileri için sırasıyla aşağıdaki Eşitlik (3), Eşitlik (4) ve Eşitlik (5) oluşturulmuştur.

$$\text{Toz karışım } L^* \text{ değeri} = 46.89X_1 + 46.79X_2 + 47.71X_3 + 5.75X_1X_2 - 21.41X_1X_3 - 13.66X_2X_3 + 343.33 X_1^2X_2 X_3 - 578.81 X_1X_2^2X_3 + 76.03 X_1X_2X_3^2 \quad (3)$$

$$\text{Toz karışım } a^* \text{ değeri} = 13.84X_1 + 12.94X_2 + 12.70X_3 - 4.07X_1X_2 - 0.86X_1X_3 - 7.98X_2X_3 - 135.52X_1^2X_2 X_3 + 193.16X_1X_2^2X_3 + 83.54X_1X_2X_3^2 \quad (4)$$

$$\text{Toz karışım } b^* \text{ değeri} = 12.26X_1 + 11.97X_2 + 10.27X_3 - 3.62X_1X_2 + 0.34X_1X_3 - 0.24X_2X_3 - 126.92X_1^2X_2 X_3 + 156.22X_1X_2^2X_3 + 23.38X_1X_2X_3^2 \quad (5)$$

Eşitliklerde yer alan X_1 , inülin, X_2 , polidekstroz, X_3 ise maltodekstrini ifade etmektedir.



Şekil 2. İnülin, polidekstroz ve maltodekstrin karışım oranlarının toz içeceklerin b^* üzerindeki etkisi
Figure 2. The effect of mixing ratios of inulin, polydextrose and maltodextrin on b^* of powdered beverages

Toz İçeceklerin örneklerinin duyuşal özellikleri

Gıdaların bileşim, proses geliştirme ile yeniden formülasyon çalışmalarında duyuşal analiz kritik bir aşamadır (Sarabandi ve ark., 2019). Özellikle farklı bileşenler ile yeniden formüle edilen ürünlerin geleneksel ürün ile aynı duyuşal etkileri sağlaması tüketiciler tarafından beklenmektedir (Di Monaco ve ark., 2018). Tüketicilerin daha sağlıklı ve fonksiyonel ürünlere yönelik talepleri bulunmaktadır. Lif ve biyoaktif

maddelerce zenginleştirilmiş yeni kakao ve çikolata ürünlerinin dizayn edilmesine yönelik ilgi ve talepte de artış bulunmaktadır (Cappa ve ark., 2015).

Ancak bu yeni ürünlerin de geleneksel olanlarla aynı duyuşal özelliklere sahip olmasını talep etmektedirler. Haz amaçlı olan ürünlere ise duyuşal özelliklerde önemli sapmalar meydana gelmeden yeni ürün geliştirmek daha da önemli bir sorundur.

Tablo 8. Toz içeceklerin duyu özelliklerinin değerleri
 Table 8. Values of sensory properties of powdered beverages

No	İnülin <i>Inulin</i> X ₁ (%)	Polidekstroz <i>Polydextrose</i> X ₂ (%)	Maltodeksrin <i>Maltodextrin</i> X ₃ (%)	Asılı Parçacıklar <i>Suspended particles</i>	Kremsi <i>Creamy</i>	Kıvam <i>Consistency</i>
1	0.00	23.00	0.00	4.75±3.28 ^a	3.50±3.11 ^f	6.12±2.79 ^e
2	3.68	3.68	15.64	3.25±2.43 ^c	3.12±2.16 ^g	5.12±2.41 ⁱ
3	23.00	0.00	0.00	2.37±2.72 ^d	3.62±2.44 ^e	5.12±2.41 ⁱ
4	11.50	0.00	11.50	2.12±1.72 ^f	3.87±1.80 ^c	5.37±1.06 ^g
5	23.00	0.00	0.00	2.25±2.43 ^e	3.17±1.68 ^g	5.50±2.67 ^g
6	0.00	23.00	0.00	4.25±2.37 ^b	3.12±1.45 ^g	6.25±1.28 ^d
7	0.00	0.00	23.00	1.62±2.72 ⁱ	2.62±1.76 ^h	5.25±2.12 ^h
8	7.66	7.66	7.66	1.75±0.70 ^h	4.87±1.80 ^a	6.62±1.06 ^b
9	0.00	11.50	11.50	1.25±0.43 ^j	4.62±2.50 ^b	6.50±1.30 ^c
10	3.68	15.64	3.68	3.25±3.61 ^c	4.37±2.06 ^c	6.75±1.03 ^a
11	0.00	0.00	23.00	1.87±1.45 ^g	2.25±1.90 ⁱ	5.25±1.92 ^h
12	11.50	11.50	0.00	2.75±1.38 ^c	3.12±2.16 ^g	6.00±2.13 ^f
13	15.64	3.68	3.68	1.50±0.75 ⁱ	3.75±2.65 ^d	6.12±2.03 ^e

Ortalama ± Standart Sapma; Toplam panelist sayısı 10'dur (20-35 yaş); 1= çok kötü, 9=çok iyi. (Mean ± Standard Deviation; The total number of panelists is 10 (20-35 years old); 1 = very bad, 9 = very good)

Tablo 9. Toz içeceklerin duyu özelliklerinin değerleri (Devamı)
 Table 9. Values of sensory properties of powdered beverages (Continued)

No	İnülin <i>Inulin</i> X ₁ (%)	Polidekstroz <i>Polydextrose</i> X ₂ (%)	Maltodeksrin <i>Maltodextrin</i> X ₃ (%)	Renk <i>Colour</i>	Tatlı <i>Sweetness</i>	Dengeli <i>Balanced</i>	Genel Beğeni <i>Overall accep</i>
1	0.00	23.00	0.00	7.12±3.90 ^e	4.87±2.94 ^h	4.75±2.54 ^j	5.62±3.11 ^h
2	3.68	3.68	15.64	7.25±3.73 ^d	5.00±2.44 ^g	4.00±2.67 ^k	5.85±2.16 ^g
3	23.00	0.00	0.00	7.62±2.77 ^c	4.87±2.23 ^h	5.45±2.32 ^g	7.62±2.44 ^c
4	11.50	0.00	11.50	7.75±3.10 ^c	5.87±1.88 ^e	5.12±2.47 ⁱ	5.87±1.80 ^f
5	23.00	0.00	0.00	7.87±1.92 ^b	5.62±1.30 ^f	5.50±1.60 ^f	7.60±1.68 ^c
6	0.00	23.00	0.00	7.25±1.90 ^d	6.62±1.76 ^b	4.87±0.83 ⁱ	5.25±1.45 ⁱ
7	0.00	0.00	23.00	7.25±3.19 ^d	5.00±2.87 ^g	6.00±2.20 ^d	7.00±1.76 ^e
8	7.66	7.66	7.66	8.25±1.66 ^a	6.37±1.92 ^c	6.50±1.51 ^a	7.87±1.80 ^b
9	0.00	11.50	11.50	8.25±1.48 ^a	6.75±1.75 ^a	6.37±1.30 ^b	8.12±2.50 ^a
10	3.68	15.64	3.68	7.12±2.74 ^e	6.25±1.98 ^c	6.00±1.51 ^c	8.12±2.06 ^a
11	0.00	0.00	23.00	7.62±1.84 ^c	6.25±1.45 ^c	6.12±2.10 ^c	7.62±1.90 ^c
12	11.50	11.50	0.00	7.87±1.55 ^b	6.15±1.66 ^d	5.25±1.66 ^h	7.87±2.16 ^b
13	15.64	3.68	3.68	7.87±1.64 ^b	6.37±2.61 ^c	5.75±1.48 ^e	7.37±2.65 ^d

^{a,b,c}: Aynı sütundaki benzer harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak fark yoktur. (p>0,05). Ortalama ± Standart Sapma; Toplam panelist sayısı 10'dur (20-35 yaş); 1= çok kötü, 9=çok iyi. (^{a,b,c}There is no statistical difference between the values indicated by similar letters in the same column) (p>0,05). (Mean ± Standard Deviation; The total number of panelists is 10 (20-35 years old); 1 = very bad, 9 = very good)

Toz içecek örneklerinin başlıca duyu özellikleri ve bu özelliklerin bileşimde kullanılan inülin, polidekstroz ve maltodeksrin oranları ile ilişkisi çalışma kapsamında incelenmiş olup, bu özelliklere ait bulgular Tablo 8. ve Tablo 9.'da yer almaktadır. Toz prebiyotik çikolata örneklerinin asılı parçacıklar, kremsi ve kıvam özellikleri sırasıyla 1.25±0.43-4.75±3.78, 2.25±1.90-4.87±1.80, 5.12±2.41-6.75±1.03, aralıklarında puanlanırken renk, tatlılık, dengeli ve genel beğeni özellikleri sırasıyla 7.12±2.74-8.25±1.66, 4.87±2.94-6.75±1.75, 4.75±2.54-6.50±1.51, 5.25±1.45-8.12±2.06 aralıklarında puanlanmıştır.

Kıvam verici ajan olarak prebiyotikler ile hazırlanan 9 numaralı örnek duyu özellikleri arasında genel beğeni parametresinde en yüksek puan değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. İnülin, polidekstroz ve maltodeksrin kullanım oranlarına bağlı olarak duyu özelliklerinin değişimi (asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremsilik, tatlılık, dengeli ve genel beğeni) için en uygun modeller sırasıyla lineer ve kuadratik olarak belirlenmiştir. Bu modellere ait R² değerleri sırasıyla 0.94, 0.47, 0.80, 0.96, 0.86, 0.84 ve 0.96 olarak tespit edilmiştir (Tablo 10. ve Tablo 11.). İnülin, polidekstroz ve maltodeksrinin asılı

parçacıklar, kremi, kıvam, genel beğeni özellikleri üzerindeki etkilerine ait modeller önemli olarak belirlenmiştir. Bunlardan renk özelliklerine ait modellere R^2 değeri güvenilirlik açısından düşük bir değere sahiptir. Renk, tatlılık ve dengeli tat parametreleri için oluşturulan model önemli

bulunmamıştır ($p>0.05$). Kullanılan bu bileşenlerin renk, kremi, kıvam, tatlılık, dengeli değerleri parametresi üzerinde modelin uyumsuzluğu (lack of fit) ($p>0.05$) önemsiz iken asılı parçacıklar için uyumsuzluk (lack of fit) önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 10. Toz içeceklerin asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremsilik özellikleri üzerine etkisi

Table 10. The effect of powdered beverages on suspended particles, colour, consistency, creamy

Kaynak	Asılı Parçacıklar Suspended particles		Renk Colour		Kremi Creamy		Kıvam Consistency	
	F	DF	F	DF	F	DF	F	DF
Model Model	8.018*	8	1.26	5	5.72*	5	12.53*	8
Doğrusal karışım Linear mixture	19.12*	2	1.09	2	2.40	2	26.00	2
X₁ * X₂	1.29	1	0.5375	1	0.0045	1	0.9658	1
X₁ * X₃	0.1252	1	0.0175	1	4.25	1	0.0693	1
X₂ * X₃	612.72*	1	3.19	1	17.65	1	11.09	1
X₁²* X₂* X₃	7.70	1	96.08				6.92	1
X₂²* X₁* X₃	0.1241	1					5.89	1
X₃²* X₂* X₁	9.27*	1					11.86	1
Kalıntı Residual		4		7		7		4
Uyum Eksikliği Lack of fit	0.0410*	1	6.22	4	5.13	4	3.13	1
Hata (Pure Error)		3		3		3		3
Genel (Cor total)		12		12		12		12
R²	0.9413		0.4735		0.8033		0.9616	

*P değerinin 0,05'den küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir. (*Indicates that the P value is less than 0.05 and significant)

Tablo 11. Toz içeceklerin tatlılık, dengeli ve genel beğeni özellikleri üzerine etkisi (Devamı)

Table 11. Effect of powdered beverages on sweetness, balanced and general taste (Continued)

Kaynak	Tatlı Sweetness		Dengeli Balanced		Genel Beğeni Overall acceptability	
	F	DF	F	DF	F	DF
Model (Model)	3.33	8	2.69	8	12.41	8
Doğrusal karışım (Linear mixture)	6.69	2	0.8690	2	6.57	2
X₁ * X₂	0.1918	1	0.0001	1	10.93*	1
X₁ * X₃	0.1238	1	1.89	1	17.54*	1
X₂ * X₃	0.5467	1	2.33	1	18.72*	1
X₁²* X₂* X₃	7.11	1	3.58	1	0.8888	1
X₂²* X₁* X₃	0.0103	1	4.06	1	9.95*	1
X₃²* X₂* X₁	10.00	1	10.21	1	13.31*	1
Kalıntı (Residual)		4		4		4
Uyum Eksikliği Lack of fit	9.53	1	180.93*	1	2.66	1
Hata (Pure Error)		3		3		3
Genel (Cor total)		12		12		12
R²	0.8694		0.8432		0.9613	

*P değerinin 0.05'den küçük model terimlerinin önemli olduğunu gösterir. (*Indicates that the P value is less than 0.05 and significant)

Tablo 10. ve Tablo 11.'de toz içecek örneklerinin asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremsilik, tatlılık, dengeli ve genel beğeni özellikleri üzerine inülin, polidekstroz ve maltodekstrin oranlarının etkisi gösterilmiştir.

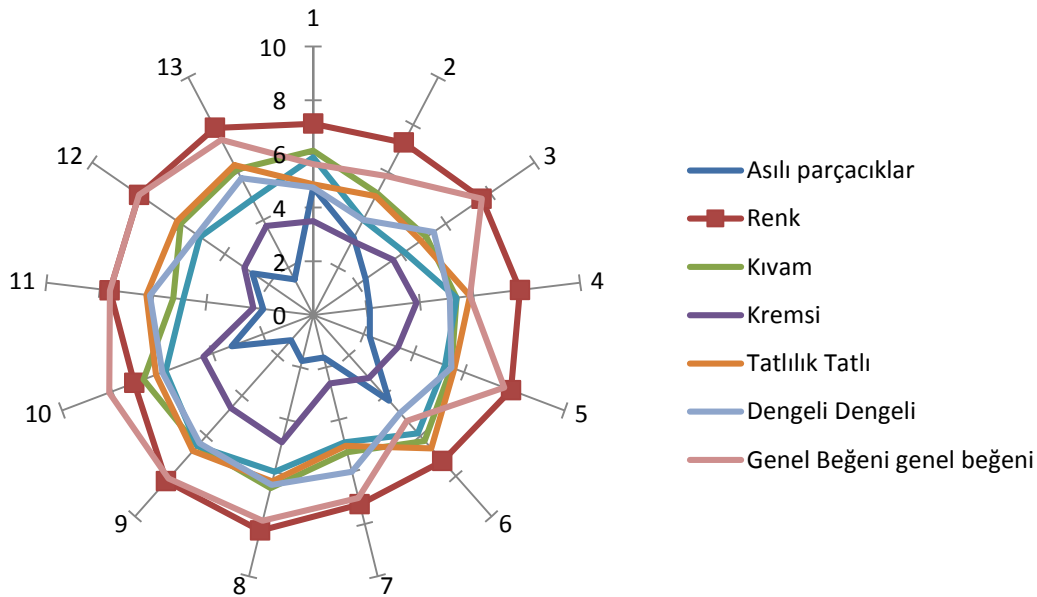
Varyans analiz sonuçlarından anlaşıldığı üzere asılı parçacıklar ve bitter parametrelerinin panelistler tarafından algılanmasında yalnızca inülin, polidekstroz ve maltodekstrinin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranlarının etkili

olduğu ve bunun da önemli olduğu tespit edilmiştir. Polidekstroz ve maltodekstrinin antagonistik etkileşiminin etksi önemlidir ($p<0.05$) ve asılı parçacıkların miktarının azalttığını sonucuna varılmıştır.

Toz çikolatalı içeceklerde yağ içeriğinin kıvam, renk ve aroma algılama derecesiyle pozitif yönde bir korelasyon olduğu Doğan ve ark., (2016)' da yaptığı çalışmada tespit edilmiştir. Mevcut çalışmada yağ içeriği sabit olup prebiyotik bileşenlerin ağızda yağ hissi bırakma özelliği panelistler tarafından algılanmış ve maltodekstrin ile polidekstrozun sinerjistik etkileşimi çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş ve kremsilik özelliğini artırmıştır.

Toz çikolatalı içeceklerin yeniden formüle edilmesinde kullanılan prebiyotik bileşenlerin ortak özelliği kıvam artırıcı, emülsifiye edici, kayganlaştırıcı ve stabilizatör özelliklerinden dolayı tercih edilmiştir. Toz içeceklerden beklediğimiz kıvam duysal özelliği üzerinde değişkenlerin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranları artırıcı yönde etkili ve önemli ($p<0.05$) olduğu polidekstroz ve maltodekstrinin sinerjistik etki göstererek kıvamı artırdığı istatistiksel değerlendirmede ortaya konmuştur.

Genel olarak prebiyotik bileşenlerin tek tek kullanılmasının diğer bileşenlerle karışım halinde kullanımına göre tatlılık düzeyinin azalmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Bu değerlendirmelerin sebebi soğuk tüketim anında inülin sakaroza (sukroz = 1) kıyasla 0.1'lik nispi tatlılığa sahiptir, bu da şekerden 10 kat daha az tatlı olduğu anlamına gelmektedir. Ancak sıcak koşullarda inülin şeker olarak değil yağ ikamesi olarak kullanıldığı için pratikte hiç tatlılığa sahip değildir (Anonim,2021). Bunun yanı sıra maltodekstrinler neredeyse şekerlidir (sakarozun %0-%5 tatlılığı), ve suda kolayca çözünürler (Tiefenbacher, 2017) bu da tatlılığı azalmasını etkileyen bir faktör olmaktadır. Polidekstroz ise tatlı değildir ancak hafif ekşi bir tada sahiptir ve bu nedenle tatlılık eklemeyen gıdaya doku katabilir. Kek, şekerleme, puding ve tatlılar gibi gıdalarda genellikle şeker, nişasta ve yağın yerine kullanılır (Tiefenbacher, 2017). Koyulaştırıcı olarak seçilen prebiyotiklerin algılanan tat düzeylerini değiştirmelerinin sebebi yapılarındaki özelliklerden kaynaklandığı ön görülmektedir.Şekil.3.'de toz çikolatalı örneklerin duysal özelliklerinin örneklere göre değerlendirildiği dairesel grafik gösterilmiştir.



Şekil.3. İnülin, polidekstroz ve maltodekstrin karışım oranlarının toz içeceklerin duysal özellikleri üzerine etkisi
Fig.3. The effect of mixing ratios of inulin, polydextrose and maltodextrin on the sensory properties of powdered beverages

Şekil 4.'de toz çikolatalı içecek örneklerinin genel kabul edilebilirlik üzerine inülin, polidekstroz ve maltodeksrin oranlarının etkisi gösterilmiştir. Prebiyotik toz çikolatalı içeceklerde, ürün bileşiminde kullanılan inülin ve polidekstrozun etkilşimi önemli ($p<0.05$) bulunurken polidekstroz ve maltodeksrin sinerjistik ekileşiminin çok önemli ($p<0.01$) olduğu her iki etkileşiminde genel beğeni arttırdığı tespit edilmiştir. Toz içeceklerde değişken üç bileşenin oranları ile genel arzu edilebilirlik arasındaki ilişki kuadratik etki ile gösterilmiş olup bu etkiler önemli olduğu sağtanmıştır. Prebiyotik oranlarının önemli olduğunun belirlendiği asılı parçacıklar, renk, kıvam, kremisi, tatlılık, dengeli ve genel beğeni parametreleri gibi duysal özellikleri ile ilişkileri için sırasıyla Eşitlik (6), Eşitlik (7), Eşitlik (8), Eşitlik (9), Eşitlik (10) ve Eşitlik (11) oluşturulmuştur.

$$\text{Asılı parçacık} = 2.34X_1 + 4.53X_2 + 1.77X_3 - 2.28X_1X_2 + 0.70X_1X_3 - 7.15X_2X_3 - 125.54X_1^2X_2X_3 + 15.94X_1X_2^2X_3 + 137.80X_1X_2X_3^2 \quad (6)$$

$$\text{Renk} = 7.79X_1 + 7.13X_2 + 7.39X_3 + 1.11X_1X_2 + 0.19X_1X_3 + 2.69X_2X_3 \quad (7)$$

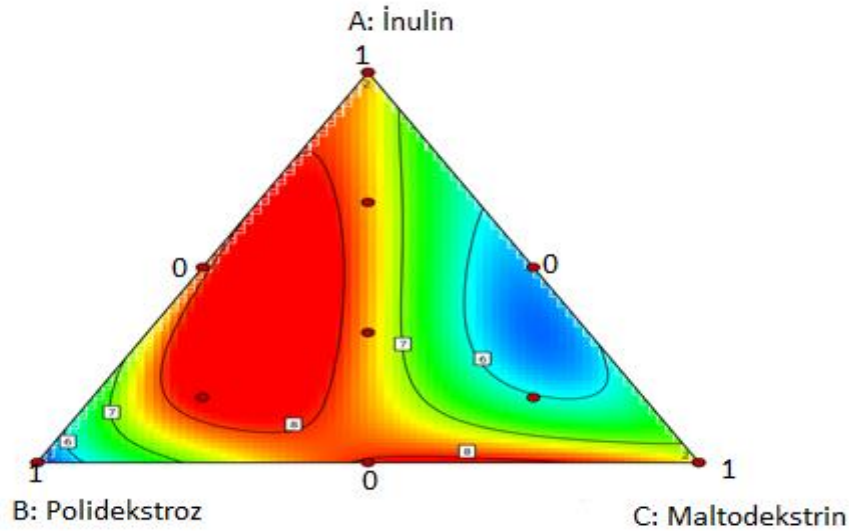
$$\text{Kremisi} = 3.48X_1 + 3.35X_2 + 2.31X_3 - 0.11X_1X_2 + 3.60X_1X_3 + 7.34X_2X_3 \quad (8)$$

$$\text{Kıvam} = 5.30X_1 + 6.17X_2 + 5.24X_3 + 0.88X_1X_2 + 0.23X_1X_3 + 3.01X_2X_3 + 53.62 X_1^2X_2X_3 + 49.48X_1X_2^2X_3 - 70.22 X_1X_2X_3^2 \quad (9)$$

$$\text{Tatlı} = 5.73X_1 + 6.73X_2 + 6.11X_3 - 0.61X_1X_2 - 0.49X_1X_3 + 1.03X_2X_3 + 83.83X_1^2X_2X_3 + 3.19X_1X_2^2X_3 - 99.41X_1X_2X_3^2 \quad (10)$$

$$\text{Genel Beğeni} = 5.44X_1 + 4.78X_2 + 6.03X_3 - 0.020X_1X_2 - 3.00X_1X_3 + 3.33X_2X_3 + 93.15X_1^2X_2X_3 + 99.09X_1X_2^2X_3 - 157.23X_1X_2X_3^2 \quad (11)$$

Eşitliklerde yer alan X_1 , inülin, X_2 , polidekstroz, X_3 ise maltodekstrini ifade etmektedir.



Şekil 4. İnülin, polidekstroz ve maltodeksrin ile hazırlanan toz içeceklerin genel beğeni üzerindeki etkisi
Figure 4. The effect of powdered beverages prepared with inulin, polydextrose and maltodextrin on general taste

Toz içeceklerin örneklerinin optimum formülasyonu

Bu çalışmada prebiyotik bileşenlerin koyulaştırıcı ajan olarak kullanıldığı formülasyonlarda inülin, polidekstroz ve maltodeksrin düzeylerinin optimizasyonu için genel kabul edilebilirlik parametresinin maksimum düzeye ulaşması için ürün bileşimi optimize edilmiştir. Her üç bağımsız değişken içinde optimizasyon sonucunda belirlenen dizayn noktalarına ait istenebilirlik değeri (desirability)

genel beğeni için 0.87 olup dizayn noktaları ise inülin için 0.29, polidekstroz ve maltodekstrin içinse sırayla 0.53 ve 0.16 kod değerleri olarak belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları dikkate alındığında prebiyotik koyulaştırıcı ajanlar kullanılarak duysal özellikleri kabul edilebilir nitelikte olan toz çikolatalı içecek eldesi sağlayabileceğini ortaya çıkartmıştır. Bu sonuç ise düşük kalorili ve yüksek lif içeriğine sahip ürün geliştirme açısından önemli avantajlar sağlayabilmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, üstün fizikokimyasal özelliklere ve arzu edilen duyuşal niteliklere sahip inülin, polidekstroz ve maltodekstrin içeren toz çikolatalı içecek üretimi sağlanmıştır. Yapılan çalışma kapsamında toz çikolatalı içeceklerde kaloriyi azaltmak ve sağlık fonksiyonu kazandırmak için ilave edilen prebiyotik bileşenlerin tipi ve konsantrasyonunun son ürün duyuşal ve renk özellikleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda üretilen toz içeceklerin formülasyona eklenen inülin, polidekstroz ve maltodekstrinin yalnızca karışımda bulunan bileşenlerin birbirinden bağımsız olarak hareket eden oranlarının etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin su aktivitesi <0.60'dan düşük olduğu için mikrobiyolojik açıdan güvenilir bir ürün üretilmiştir. Renk özellikleri değerlendirilen toz içecek örneklerinin inülin ve polidekstroz sinerjistik etkileşimi sarılığın azalması yönünde etki gösterirken benzer etki a* renk değerinde gözlemlenmemiş ve a* değerinde düşüşe neden olduğu tespit edilmiştir. a* ve b* değerleri örneklerin kroma renk özelliğini etkilediğinden dolayı örneklerin tüketici tarafından algılanan görsel rengi ve rengin saflık oranını etkileyen inülin ve polidekstroz sinerjistik etkisinin önemli olduğu tespi edilmiştir. İçecek örneklerinde üç farklı prebiyotik karışımının parlaklık değeri üzerinde etkisi ise önemsiz olarak belirlenmiştir. Toz içecek örneklerinde inülin, polidekstroz ve maltodekstrinin kullanım oranlarına bağılı olarak duyuşal özelliklerinin değışimi incelenmiştir. Toz içeceklerin sıcak su ile karıştırma sonrası yüzeyde gözlenen asılı parçacıklar polidekstroz ve maltodekstrin kullanım oranından etkilenmiş ve bu iki prebiyotiğın formülasyondaki kullanım oranı artıkça asılı parçacık miktarını azalttığı tespit edilirken diğertarafıtan da içeceklerin kıvamının ve kremsiliğın artırdığı ve bu etkinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Toz çikolatalı içeceklerin panelistler tarafından genel beğeni özelliğı değerlendirilmiş ve polidekstroz ve maltodekstrin kullanım oranı fazla olan örneklerin genel beğeni oranının yüksek

olduğtu tespit edilmiştir.

Toz çikolatalı içeceklerin duyuşal analiz değerlendirmelerinde en çok beğenilen optimum formülasyon oran ve bileşenleri; 5g şeker, 6g kakao tozu, 2g kahve kreması, 6.76 g inülin, 12.35g polidekstroz ve 3.89 maltodekstrin olarak bulunmuştur. Mevcut çalışmanın bulguları, ticari ölçekte optimum kalitede prebiyotik içeren toz çikolatalı içecek geliştirmek için kullanılabilir. Prebiyotik ürünler diğertarafıtan da çikolatalı instant ürünlerde ve instant içeceklerde uygulanabilir ve ürün özelliklerine etkisi araştırılabilir. Bu çalışmanın fonksiyonel gıda üretimi kapsamında alternatif çikolatalı içecek üretimi ile literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Ekler

Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda Şirin OBA İLTER danışmanlığında yürütölen Osman Yılmaz'ın 2021 yılında tamamlanan Yüksek Lisans Tezi' nin bir kısmından oluşmaktadır. Bu çalışma Amasya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FMB-BAP 19-0425 nolu proje kapsamında desteklenmiştir ve projeye sağladığı destek için Amasya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü' ne teşekkürlerimizi sunarız.

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

Yazar Katkısı: Şirin OBA İLTER çalışmayı tasarlamış, Şirin OBA İLTER ve Osman Yılmaz içecek üretimini, laboratuvar analizlerini ve istatistiksel analizleri gerçekleştirmiş, her iki yazar da makalenin yazımında yer almıştır.

Kaynaklar

- Alexander, R. J. (1998). Sweeteners. Nutritive. *American Association of Cereal Chemists*, 116p.
- Antonelli, A., Cocchi, M., Fava, P., Foca, G., Franchini, G. C., Manzini, D., & Ulrici, A. (2004). Automated evaluation of food colour by means of multivariate image analysis coupled to wavelet-based

- classification algorithm. *Analytica Chimica Acta*, 515, 3–13.
- Aribah, S. A., Sanjaya, A. P., Muhammad, D. R. A., & Praseptianga, D. (2020). Sensorial and physical properties of chocolate beverage prepared using low fat cocoa powder. *In AIP Conference Proceedings*(Vol. 2219, No. 1, p. 070007). AIP Publishing LLC.
- Beckett, S. T. (Ed.). (2011). *Industrial chocolate manufacture and use*. John Wiley & Sons.
- Bezerra, M. A., Lemos, V. A., Novaes, C. G., de Jesus, R. M., Souza Filho, H. R., Araújo, S. A., & Alves, J. P. S. (2020). Application of mixture design in analytical chemistry. *Microchemical Journal*, 152, 104336.
- Cappa, C., Lavelli, V., & Mariotti, M. (2015). Fruit candies enriched with grape skin powders: physicochemical properties. *LWT-Food Science and Technology*, 62(1), 569-575.
- Chatterjee, G., De Neve, J., Dutta, A., & Das, S. (2015). Formulation and statistical evaluation of a ready-to-drink whey based orange beverage and its storage stability. *Revista mexicana de ingeniería química*, 14(2), 253-264.
- Chaturvedi, S., Khartad, A., & Chakraborty, S. (2021). The potential of non-dairy synbiotic instant beverage powder: Review on a new generation of healthy ready-to-reconstitute drinks. *Food Bioscience*, 42, 101195.
- Delzenne, N. M., Neyrinck, A. M., & Cani, P. D. (2013). Gut microbiota and metabolic disorders: how prebiotic can work?. *British Journal of Nutrition*, 109(S2), S81-S85.
- Di Monaco, R., Miele, N. A., Cabisidan, E. K., & Cavella, S. (2018). Strategies to reduce sugars in food. *Current opinion in food science*, 19, 92-97.
- Dogan, M., Aktar, T., Toker, O. S., & Tatlisu, N. B. (2015). Combination of the simple additive (saw) approach and mixture design to determine optimum cocoa combination of the hot chocolate beverage. *International Journal of Food Properties*, 18(8), 1677-1692.
- Dogan, M., Aslan, D., Aktar, T., & Sarac, M. G. (2016). A methodology to evaluate the sensory properties of instant hot chocolate beverage with different fat contents: multi-criteria decision-making techniques approach. *European Food Research and Technology*, 242(6), 953-966.
- Dogan, M., Toker, O. S., & Goksel, M. (2011). Rheological behaviour of instant hot choco-late beverage: Part 1. Optimization of the effect of different starches and gums. *Food Biophysics*, 6(4), 512-518.
- Eduardo, M. F., Correa De Mello, K. G. P., Polakiewicz, B., & Da Silva Lannes, S. C. (2018). Evaluation of chocolate milk beverage formulated with modified chitosan. *J. Agr. Sci. Tech.* Vol. 16: 1301-1312
- Fagan, A. M., Mintun, M. A., Mach, R. H., Lee, S. Y., Dence, C. S., Shah, A. R., ... & Holtzman, D. M. (2006). Inverse relation between in vivo amyloid imaging load and cerebrospinal fluid Aβ42 in humans. *Annals of neurology*, 59(3), 512-519.
- Folkenberg, D. M., Bredie, W. L., & Martens, M. (1999). Sensory-rheological relationships in instant hot cocoa drinks. *Journal of Sensory Studies*, 14(2), 181-195.
- Gama, A. P., Hung, Y. C., & Adhikari, K. (2019). Optimization of emulsifier and stabilizer concentrations in a model peanut-based beverage system: A mixture design approach. *Foods*, 8(4), 116.
- Guimarães, J. T., Silva, E. K., Costa, A. L. R., Cunha, R. L., Freitas, M. Q., Meireles, M. A. A., & Cruz, A. G. (2018). Manufacturing a prebiotic whey beverage exploring the influence of degree of inulin polymerization. *Food Hydrocolloids*, 77, 787-795.
- Homayouni, A., Amini, A., Keshtiban, A.K., Mortazaviana, A, M., Esazadeh, K., Pourmoradian S.(2014).Resistant starch in food industry: A changing outlook for consumer and producer. *Starch/Stärke*. 66, 102–114
- Hough, G., Sánchez, R., Barbieri, T., & Martínez, E. (1997). Sensory optimization of a powdered chocolate milk formula. *Food quality and preference*, 8(3), 213-221.
- Janjarasskul, T., Tananuwong, K., Phupoksakul, T., & Thaiphanit, S. (2020). Fast dissolving, hermetically sealable, edible whey protein isolate-based films for instant food and/or dry ingredient pouches. *LWT*, 134, 110102.
- Jayeola, C. O., & Akinwale, T. O. (2002). Utilization of kolanut and cocoa in beverage production. *Nutrition & Food Science*, 32(1), 21-23.
- Kokubun, S., Ratcliffe, I., & Williams, P. A. (2015). The emulsification properties of octenyl-and dodecenylnsuccinylated inulins. *Food Hydrocolloids*, 50, 145-149.
- Küçüköner, E., & Doğan, İ. S. (1999). Gıda sanayinde kullanılan bazı yağ ikameleri ve özellikleri. *Dünya Gıda*, 41, 47-50.
- Liao, W., Li, W., Liu, S., Tang, D., Chen, Y., Wang, Y., ... & Huang, J. (2022). Potential prebiotic effects of nonabsorptive components of Keemun and Dianhong black tea: an in vitro study. *Food Science and Human Wellness*, 11(3), 648-659.
- Luo, D., Li, Y., Xu, B., Ren, G., Li, P., Li, X., ... & Liu, J. (2017). Effects of inulin with different degree of polymerization on gelatinization and retrogradation of wheat starch. *Food chemistry*, 229, 35-43.
- Mayakkannan, R. (2018). Impact of Buying Behaviour of Consumers towards Instant Food Products in Chennai District. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 119(12), 16279-16286.
- Mazo Rivas, J. C., Dietze, M., Zahn, S., Schneider, Y., & Rohm, H. (2018). Diversity of sensory profiles and physicochemical characteristics of commercial hot chocolate drinks from cocoa powders and block chocolates. *European Food Research and Technology*, 244(8), 1407-1414.
- Ostrowska-Ligęza, E., & Lenart, A. (2015). Influence of water activity on the compressibility and mechanical properties of cocoa products. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 1054-1060.
- Peredo, A. G., Beristain, C. I., Pascual, L. A., Azuara, E., & Jimenez, M. (2016). The effect of prebiotics on the viability of encapsulated probiotic bacteria. *LWT*, 73, 191-196.
- Quek, S. Y., Chok, N. K., & Swedlund, P. (2007). The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 46(5), 386-392.

- Ramírez-Sucre, M. O., & Vélez-Ruiz, J. F. (2011). The physicochemical and rheological properties of a milk drink flavoured with cajeta, a Mexican caramel jam. *International journal of dairy technology*, 64(2), 294-304.
- Rastall, R. A., & Gibson, G. R. (2015). Recent developments in prebiotics to selectively impact beneficial microbes and promote intestinal health. *Current Opinion in Biotechnology*, 32, 42-46.
- Ricci, G., Borgo, F., Ferrario, C., & Fortina, M. (2011). Cocoa powder as delivery medium for probiotic Lactobacillus strains. *Advances in Microbiology*, 1(1), 1-6.
- Sarabandi, K., Jafari, S. M., Mahoonak, A. S., & Mohammadi, A. (2019). Application of gum Arabic and maltodextrin for encapsulation of eggplant peel extract as a natural antioxidant and color source. *International journal of biological macromolecules*, 140, 59-68.
- Scher, T. (2020). An investigation of thickened hot chocolate recipes: trialing multiple factors to determine a mildly thick consistency mixture within the IDDSI framework.
- Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R., ... & Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate polymers*, 147, 444-454.
- Siemons, I., Veser, J., Boom, R. M., Schutyser, M. A. I., & van der Sman, R. G. M. (2022). Rheological behaviour of concentrated maltodextrins describes skin formation and morphology development during droplet drying. *Food Hydrocolloids*, 126, 107442.
- Stępień, A., Witczak, M., & Witczak, T. (2020). Moisture sorption characteristics of food powders containing freeze dried avocado, maltodextrin and inulin. *International journal of biological macromolecules*, 149, 256-261.
- Tiefenbacher, K. F., & Tiefenbacher, K. F. (2017). Technology of Main Ingredients Sweeteners and Lipids. *Wafer and Waffle*, 123-225.
- Vissotto, F. Z., Jorge, L. C., Makita, G. T., Rodrigues, M. I., & Menegalli, F. C. (2010). Influence of the process parameters and sugar granulometry on cocoa beverage powder steam agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 97(3), 283-291.
- Warren, F., & Harris, S. (2018). Starch: the best and worst of nutrients. *The Biochemist*, 40(4), 26-29.
- Wu, M., Giel, K. E., Skunde, M., Schag, K., Rudofsky, G., de Zwaan, M., ... & Friederich, H. C. (2013). Inhibitory control and decision making under risk in bulimia nervosa and binge-eating disorder. *International Journal of Eating Disorders*, 46(7), 721-728.
- Yanes, M., Durán, L., & Costell, E. (2002). Effect of hydrocolloid type and concentration on flow behaviour and sensory properties of milk beverages model systems. *Food hydrocolloids*, 16(6), 605-611.
- Zong, X., Zhang, X., Bi, K., Zhou, Y., Zhang, M., Qi, J., ... & Fu, M. (2021). Novel emulsion film based on gelatin/polydextrose/camellia oil incorporated with *Lactobacillus pentosus*: Physical, structural, and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids*, 121, 107063.



Ticari olarak satılan nar, karadut, ahududu ve frenk üzümü meyve sularından pestil üretilmesi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi

Production of pestil from commercially available pomegranate, black mulberry, raspberry and blackcurrant juices and determination of some quality characteristics

Ali GÖNCÜ^{1*} , Yasemin KUZUMOĞLU² , İlyas ÇELİK³ 

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Çine Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Aydın

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Aydın

³ Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Denizli

¹<https://orcid.org/0000-0002-9676-1503>; ²<https://orcid.org/0000-0001-6723-1127>; ³<https://orcid.org/0000-0002-8434-8797>

To cite this article:

Göncü, A., Kuzumoğlu, Y. & Çelik, İ. (2022). Ticari olarak satılan nar, karadut, ahududu ve frenk üzümü meyve sularından pestil üretilmesi ve bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 519-527.

DOI: 10.29050/harranziraat.1127062

*Address for Correspondence:

Ali GÖNCÜ

e-mail:

ali.goncuc@adu.edu.tr

Received Date:

12.06.2022

Accepted Date:

05.09.2022

© 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

Pestil, geleneksel Türk mutfağının lezzetlerinden biridir. Yaygın olarak üzümünden yapılan pestil son yıllarda çok farklı meyvelerden üretilmeye başlanmıştır. Çalışmamızda %100 nar, karadut, ahududu ve frenk üzümü meyve suları kullanılarak geleneksel yöntemle pestiller elde edilmiştir. Pestillerin fizikokimyasal, tekstürel ve duyuşal özellikleri araştırılmıştır. Sonuçlara göre pestillerin % kuru madde miktarları 78.17-82.16 (w/w); su aktivitesi 0.59-0.61; kalınlıkları 2.09-2.18 mm; % (w/w) protein miktarları 3.09-5.79; % (w/w) kül miktarları 0.098-0.395 ve pH değerleri 2.36-3.55 arasında belirlenmiştir. Kuru madde, su aktivitesi ve kalınlık değerleri örnekler arasında istatistiki olarak önemsiz bulunurken, protein ve kül miktarları bakımından en zengin olan pestil örnekleri ahududu pestilleri olmuştur. *L* (17.38), *a* (1.80) ve *b* (0.13) renk değerleri en düşük ve toplam fenolik madde miktarı (3650.6 mgGAE 100g⁻¹) ile antioksidan aktivitesi (0.3269 MmolTE 100g⁻¹) en yüksek olan nar pestilleri olmuştur. Mineral madde bileşimleri incelendiğinde Ca, K, Mg ve P bakımından en zengin pestil nar olmuşturken, Fe, Mn ve Zn bakımından ahududu olmuştur. Tekstürel olarak en sert örnek karadut pestili olmuştur. Duyusal olarak pestiller arasında genel beğeni skorları istatistiksel olarak benzer bulunmuştur. Sonuç olarak hazır meyve sularından duyuşal ve tekstürel özellikleri bakımından kabul edilebilir pestiller üretilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pestil, nar, karadut, ahududu, frenk üzümü, mineral madde, antioksidan aktivite

ABSTRACT

Pestil (grape leather) is one of the flavors of traditional Turkish cuisine. Pestil, which is mostly made from grapes, has started to be produced from many different fruits in recent years. In our study, pestil was obtained by traditional method by using 100% pomegranate, black mulberry, raspberry and currant fruit juices. The physicochemical, textural and sensory properties of the pestil were investigated. According to the results, dry matter of the pestil were 78.17-82.16 % (w/w); water activity were 0.59-0.61; thickness were 2.09-2.18 mm; protein amounts were 3.09-5.79 % (w/w); the ash were determined between 0.098-0.395 % (w/w) and pH values were between 2.36-3.55. While dry matter, water activity and thickness values were found to be statistically insignificant among the samples, pestil of raspberry samples were the richest in terms of protein and ash amounts. *L* (17.38), *a* (1.80) and *b* (0.13) color values were the lowest and the total phenolic content (3650.6 mgGAE 100g⁻¹) and antioxidant activity (0.3269 MmolTE 100g⁻¹) were the highest in pestil of pomegranate. When the mineral compositions were examined, pomegranate was the richest pestil in terms of Ca, K, Mg and P, while pestil of raspberry was in terms of Fe, Mn and Zn. The hardest sample in terms of texture was black pestil of mulberry. The general acceptable scores were found to be statistically similar among the all pestil. As a result, acceptable pestil could be produced from ready-made fruit juices in terms of sensory and textural properties.

Key Words: Pestil, pomegranate, black mulberry, raspberry, currant, mineral matter, antioxidant activity

Giriş

Türk Standartları Enstitüsü'ne göre pestil, meyvelerden elde edilen pulp veya meyve sularının gerektiğinde yenilebilir nişasta, beyaz şeker, çenşi ve katkı maddeleri ilavesi ile tekniğine uygun olarak yoğunlaştırılmasından sonra usulüne uygun şekilde hazırlanıp kurutulması ile elde edilen bir mamul şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2020^a). Geleneksel bir ürün olan pestil, raf ömrü kısa olan meyveleri besin değerini kaybetmeden daha uzun süre saklanabilmesi amacıyla üretilmektedir. Tatlı bir tada sahip olan pestiller, enerji değeri yüksek olmasına rağmen besin değeri bulunmayan çikolata ve şekerlemelere alternatif bir sağlıklı atıştırmalık olarak öne çıkmaktadır (Baysal ve Taştan, 2018; Özkan Karabacak ve Çopur, 2021).

Nar (*Punica granatum*), *punicaceae* familyasından çok yıllık bir bitkidir. Tropikal ve subtropikal iklimlerin bitkisi olan nar, sıcak ve ılıman iklimlerde de yetişebilmektedir. 2020 yılı Türkiye İstatistik Kurumu'nun verilerine göre ülkemizde 600.021 ton nar üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2020^b). Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) verilerinde narda %1.67 (w/w) protein, %1.17 (w/w) yağ, %0.53 (w/w) kül, %18.7 (w/w) karbonhidrat ve %4 (w/w) diyet lifi bulunduğu belirtilmiştir (Anonim, 2019^a). Narın antioksidan ve mineral madde içeriği bakımından zengin olması, insan sağlığı üzerinde antikanserojenik, antiöstrojenik ve antimitojenik etkiler göstermesini sağlamaktadır (Şimşek ve İkinci, 2017). Ayrıca narın sağlık üzerine ağız ve deri sağlığını koruyucu, kalp rahatsızlıklarını önleyici, kemik erimesini engelleyici ve kronik hastalıkların oluşumunu azaltıcı etkileri olduğu belirtilmektedir (Viuda-Martoz ve ark., 2010).

Moraceae familyasının bir üyesi olan karadut (*Morus nigra*), tropik ve subtropik iklim koşullarının yanı sıra ılıman iklim koşullarında da yetişebilen bir meyvedir. Yetiştirme koşullarına uygunluğu sayesinde ülkemizde yüksek miktarlarda üretilmektedir (Meral ve Doğan, 2012). Türkiye İstatistik Kurumu'nun verileri

ülkemizde 2020 yılında 70.620 ton dut üretimi gerçekleştiğini göstermektedir (Anonim, 2020^b). Karadutun besin bileşimi %1.44 (w/w) protein, %0.39 (w/w) yağ, %0.69 (w/w) kül, %9.8 (w/w) karbonhidrat, %1.7 (w/w) diyet lifi ve %8.1 (w/w) şeker olarak bildirilmiştir (Anonim, 2019^b). Güçer Öz (2021)'ün çalışmasında, karadut tüketiminin demans teşhisli hastaların bilişsel fonksiyonlarına ve kan serumlarının antioksidan kapasitelerine olumlu etkilerinin olduğu belirtilmiştir.

Aroması ve görünüşü sayesinde tüketici tarafından beğenilen ahududu meyvesi, gıda sektöründe tatlılarda ve içkilerde kullanılmaktadır. Ahududu bitkisi (*Rubus ideaus* L.) iki yıllık bir bitkidir ve Avrupa, Asya ile Kuzey Amerika'da kendiliğinden yetişmektedir (Jenings, 1988). Ülkemizde ahududu üretiminin, karadut ve nar üretimi ile kıyaslandığında gelişmekte olduğu görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2020 yılı verileri ülkemizde 6943 dekar alanda 5445 ton ahududu üretimi yapıldığı göstermektedir (Anonim 2020^b). Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) verileri ahududu meyvesinde %1.2 (w/w) protein, %0.65 (w/w) yağ, %11.94 (w/w) karbonhidrat, %6.5 (w/w) diyet lifi ve %4.42 (w/w) şeker bulunduğunu bildirmiştir (Anonim, 2020^c). Ahududu, antimikrobiyaldir, yüksek antioksidan aktivitesi ile antikanserojenik özellik göstermektedir ve alzheimer ile kalp rahatsızlıklarını önleyici etkide bulunmaktadır (Pehlivan ve Gülerüz, 2004).

Ribes familyasının bir üyesi olan kırmızı frenk üzümü (*Ribes rubrum*), ılıman iklim koşullarında yetişen bir bitkidir. Toprak gereksinimleri bakımından kolay adaptasyon gösterebilmektedir. Ülkemizde Kuzey, Orta ve Doğu Anadolu'nun 1000 m'nin üzerindeki yüksek yerlerinde doğal olarak frenk üzümü yetişmektedir (Okatan ve ark., 2015). Frenk üzümünün bileşimi %1.3 (w/w) protein, %0.2 (w/w) yağ, %0.66 (w/w) kül, %13.8 (w/w) karbonhidrat, %7.37 (w/w) şeker ve %4.3 (w/w) diyet lifi şeklinde bildirilmiştir (Anonim, 2019^c). Frenk üzümü düzenli tüketildiğinde faydalı etkilere sahiptir. Bu meyvelerin osteoporoz, diyabet, kanser, inflamatuvar hastalıklar, hipertansiyon ve diğer kardiyovasküler

hastalıkların görülme sıklığını azalttığı belirtilmiştir (Adina ve ark., 2017).

Son zamanlarda giderek artan paketli ve hazır yiyeceklerin tercih edilmesindeki temel nedenler arasında zaman yetersizliği, iş temposu, küreselleşme ve hızlı kentleşme ile farklı ve yeni ürün çeşitliliği verilmektedir (Sayın, 2022). Bu çalışmada, insanların hem kendileri hem de çocukları için sağlıklı atıştırmalık olarak pestilleri, ön hazırlık işlemleri (yıkama, ayıklama, çekirdek çıkarma, kabuk soyma vb.) yapmadan, hızlı bir şekilde meyve suları kullanarak üretebilmesi hedeflenmiştir. Sağlık üzerine olumlu etkileri bulunan nar, karadut, ahududu ve frenk üzümünden elde edilmiş ve marketlerde satılan %100 meyve sularından geleneksel yollarla elde edilen pestillerin bazı özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada çocukların ve gençlerin ilgisini çekeceği düşünülerek, ayrıca antioksidan kapasitesi yüksek olduğu bilinen kırmızı renkli meyveler seçilmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Pestillerin üretiminde kullanılan katkı maddesi ilavesiz ve dondurulmuş %100 hazır meyve sularından nar ve karadut suyu İzmir'de bulunan

yerel satıcılardan, ahududu suyu, frenk üzümü suyu, toz şeker (Torku Şeker, Konya) ve buğday nişastası (Dr. Oetker, İzmir) ise Denizli'deki bir süpermarketten temin edilmiştir.

Metot

Pestillerin üretilmesi

Geleneksel bir üretim olması amacıyla (klasik yöntem) meyve suları asitlik standardizasyonuna tabi tutulmayarak marketten temin edildiği şekliyle (dondurulmuş ve kapalı PET ambalaj içerisinde) prosese alınmıştır. Meyve suları pestil üretimi yapılana kadar -18°C ' de muhafaza edilmiştir. Üretim yapılmadan önce 4°C ' de çözündürülmüşlerdir. Çizelge 1'de verilen formülasyona göre, meyve sularına toz şeker ilave edilerek 10 dakika kaynatılmıştır. Aynı bir yerde hazırlanan sübye (su ve nişasta karışımı) karıştırılarak kaynayan şekerli meyve suyuna ilave edilmiştir. 5 dakika daha karıştırılarak kaynatmaya devam edilerek koyulaştırılmıştır. Daha sonra 15 dakika soğumaya bırakılmıştır. Hafifçe soğuyan karışım fırın tepsilerine serilen temiz pamuklu bezler üzerine dökülerek oda şartlarında 4 gün kurutularak pestiller üretilmiştir. Pestil üretim prosesi ön denemeler ile belirlenmiştir. Pestiller 2 tekerrür üretilmiş ve analizler 3 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Pestillerin formülasyonları

Table 1. Formulations of pestil

Pestil Çeşidi* Pestil type*	Nar Suyu (mL) Pomegranate Juice (mL)	Karadut Suyu (mL) Black Mulberry Juice (mL)	Ahududu Suyu (mL) Raspberry Juice (mL)	Frenk Üzümü Suyu(mL) Currant Juice (mL)	Şeker (g) Sugar (g)	Nişasta (g) Starch (g)	Su (mL) Water (mL)
NP	1000	-	-	-	275	125	375
KP	-	1000	-	-	275	125	375
AP	-	-	1000	-	275	125	375
FP	-	-	-	1000	275	125	375

*NP: Nar pestili, KP: Karadut pestili, AP: Ahududu pestili, FP: Frenk üzümü pestili

*NP: Pestil of pomegranate, KP: Pestil of black mulberry, AP: Pestil of Raspberry, FP: Pestil of currant

Analizler

Fizikokimyasal analizler

Üretilen pestillerin kuru madde analizi AOAC (1990)'a uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Sabit ağırlığa getirilmiş kurutma kaplarına konulmuş pestil örnekleri $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de, tartımlar arası fark %0.2 oluncaya kadar kurutulmuştur. Belirlenen nem miktarları 100'den çıkarılarak kuru madde

miktarları tespit edilmiştir. Su aktivitesi Demiray (2015)'a göre (FA-st Lab, GBX, İrlanda) belirlenmiştir. Pestillerin kalınlıkları dijital mikrometre (Mitutoyo, Japan) ile ölçülmüştür. Protein içeriği AACC (1999) Kjeldahl metodu kullanılarak belirlenmiştir. Azot çevirici faktör 5.70 olarak kabul edilmiştir. Kül analizi AOAC (1990)

metoduna uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Renk analizi Hunter Lab (HunterLab MiniScan XE, Amerika) kolorimetre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Anonim, 1995). Mineral madde analizi için pestillere 10 mL HNO₃ eklendikten sonra mikrodalga cihazı kullanılarak yaş yakma işlemi uygulanmış, filtre kağıdı ile süzöldükten sonra ICP-OES (Perkin Elmer, Optima 2100 DV, Amerika) cihazına verilerek örneklerde bulunan Ca, Fe, K, Mg, Mn, P ve Zn içerikleri belirlenmiştir (Göncü, 2020).

Toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivite analizlerini gerçekleştirmek amacıyla pestiller öğütöldükten sonra metanol (%70, v/v) ile muamele edilerek homojen hale getirilmiş (IKA-T25, Almanya) ve ultrasonik su banyosunda (Elma E 60 H) bekletilmişlerdir. Daha sonra 15 dakika boyunca çalkalanmış (WiseShake SHO-1D), ardından da 20 dakika boyunca ve 26000 g ile 4°C'de santrifüj edilmişlerdir (Hettich, Universal 30 RF, İngiltere). Ekstraksiyon prosesi bir kez daha tekrarlanmıştır. Supernatantlar -24°C'de analiz edilinceye kadar bekletilmişlerdir. Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu (FC) metodu (Singleton ve ark. 1999) ile yapılmıştır. Örnek ekstraktlarına FC ve Na₂CO₃ çözeltisi ilave edilmiştir. Ölçümler 760 nm dalga boyunda spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir. Pestillerdeki toplam fenolik madde miktarları mg gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite ölçümleri ise 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) metodu (Thaipong ve ark. 2006) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler 515 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, Mmol Trolox eşdeğeri (TE) g⁻¹ örnek olarak belirlenmiştir.

Tekstürel analizler

Tontul ve Topuz (2017^a)'un çalışmasındaki metod modifiye edilerek kullanılmıştır. Pestillerin tekstürel özellikleri için tekstür profil analizi ve germe testi Brookfield (Model No: CT3-4500, Amerika) tekstür analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tekstür profil analizi için pestiller 5 cm x 10 cm, germe testi için 2.5 cm x 10 cm ölçülerinde kesilmiştir. Tekstür profil analizi

ölçüm parametrelerinde TA-DE probu, hedef değer 0.4 mm, tetikleme yükü 0.05 N, test hızı 2 mm s⁻¹ kullanılmıştır. Germe testi TA-DGF probu ile hedef değer 20 mm, tetikleme yükü 0.05 N ve test hızı 2 mm s⁻¹ ölçüm parametreleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Duyusal analiz

Pestillerin renk, koku, lezzet, tekstür ve genel beğeni özelliklerinin değerlendirilmesi için duyu analizi yapılmıştır. Duyusal analizlere yaşları 19-45 arasında değişen 19 kadın ve 11 erkek panelist katılmıştır. Panelistlere rastgele numaralarla kodlanan pestil örnekleri sunulmuş, 7 (Mükemmel) ve 1 (Aşırı Kötü) puanları arasında değerlendirmeleri istenmiştir (Altuğ Onoğur ve Elmacı, 2015).

İstatistiksel analiz

Veriler "Minitab 16 İstatistik Programı" kullanılarak analiz edilmiştir. Anlamlı farklılıkları saptamak için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırma testi (Tukey) kullanılmıştır ($\alpha = 0.05$).

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Fizikokimyasal özellikler

Genel kompozisyon

Pestillerin kuru madde (% w/w), su aktivitesi, kalınlık (mm), protein (% w/w) ve kül (% w/w) değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Kuru madde içeriği en yüksek (% 82.16, w/w) olan ahududu pestili, en düşük (% 78.17, w/w) ise nar pestili olmuştur. Nar, karadut, ahududu ve frenk üzümü pestillerinin kuru madde miktarları ve su aktiviteleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) bulunmuştur. Pestillerin kalınlıkları da istatistiksel olarak farksızdır (P>0.05). Protein içeriği en yüksek ahududu pestilinde, en düşük ise karadut ve frenk üzümü pestillerinde belirlenmiştir. Kül bakımından en zengin çeşidin (% 0.395, w/w) ahududu, en fakir ise frenk üzümü pestili olduğu tespit edilmiştir. Meyve suyu çeşitliliği pestillerin pH değerlerinde istatistiksel açıdan önemli (P<0.05) bir fark

oluşturmuştur. Ahududu pestili en yüksek (3.55) pH değerine sahipken karadut pestili en düşük (2.36) değere sahiptir. Nar pestili üretilen bir çalışmada, pestilin su aktivitesi değerinin 0.52-0.57 aralığında ve pH değerinin 3.61-3.68 olduğu ifade edilmiştir (Tontul ve Topuz, 2017^a). Bir başka çalışmada ise nar pestillerinin %91.13 (w/w) kuru madde içerdiği, kalınlığının ise 8.9 mm olduğu belirtilmiştir (Tontul ve Topuz, 2017^b). Şengül ve ark. (2010) karadut pestilinin %86.91 (w/w) kuru madde, %3.49 (w/w) protein, %0.18 kül (w/w) içerdiğini ve pH değerinin 5.41 olduğunu bildirmişlerdir. Bir diğer çalışma sonuçları karadut pestilinin %91.41-92.67 (w/w) kuru madde ve

%2.09-2.23 (w/w) kül içerdiğini, pH değerinin ise 5.75-5.81 aralığında olduğunu göstermiştir (Karaoğlu ve ark., 2020). Bu çalışmalar ile karşılaştırıldığında ürettiğimiz pestillerin kuru madde miktarları daha düşük, su aktiviteleri daha yüksek, kalınlıkları daha az, protein miktarları düşük, kül miktarları daha yüksek ve pH değerleri daha düşük tespit edilmiştir. Pestillerin ölçülen genel kompozisyonunda ve diğer çalışmalarla kıyaslandığında ortaya çıkan bu farklılıkların meyve sularının ve pestillerin formülasyonlarından, üretim metotlarından ve meyvelerin kendine özgü bileşimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. Genel kompozisyon**

Table 2. General composition of pestil**

Pestil Çeşidi*	Kuru Madde (% w/w)	Su aktivitesi	Kalınlık (mm)	Protein*** (% w/w)	Kül*** (% w/w)	pH
Pestil type*	Dry Matter (% w/w)	Water activity	Thickness (mm)	Protein*** (% w/w)	Ash*** (% w/w)	pH
NP	78.17±1.68a	0.59±0.01a	2.11±0.03a	5.14±0.14b	0.228±0.01b	3.33±0.01b
KP	79.19±1.36a	0.61±0.02a	2.18±0.09a	3.09±0.22c	0.202±0.01b	2.36±0.01d
AP	82.16±0.03a	0.59±0.01a	2.09±0.05a	5.79±0.04a	0.395±0.04a	3.55±0.01a
FP	81.19±0.09a	0.60±0.01a	2.17±0.14a	3.32±0.15c	0.098±0.01c	3.29±0.01c

*NP: Nar pestili, KP: Karadut pestili, AP: Ahududu pestili, FP: Frenk üzümü pestili

**NP: Pestil of pomegranate, KP: Pestil of black mulberry, AP: Pestil of Raspberry, FP: Pestil of currant

** Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş sonuçlar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur.

*** Results marked with different letters in the same column were found to be statistically significant (P<0.05).

*** Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir.

*** Results are given on a dry matter basis.

Renk, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Pestillerin renk değerleri incelendiğinde, nar pestili en düşük *L* (17.38), *a* (1.80) ve *b* (0.13) değerlerine sahip olan çeşittir. En yüksek *L* (22.91) ve *b* (13.02) değerlerine sahip pestil çeşidi karadut pestili, en yüksek *a* (22.10) değerine sahip çeşit ise ahududu pestili olarak belirlenmiştir. Meyve suyu çeşitleri pestillerin renk değerleri üzerinde istatistiksel açıdan önemli (P<0.05) farklılıklar meydana getirmiştir. Yapılan bir çalışmada (Ersus ve Hepçimen, 2021) nişasta ile üretilen nar pestillerinin *L* değeri 20.14, *a* değeri 4.42 ve *b* değeri ise 0.26 olarak bildirilmiştir. Mevcut çalışmadaki bulgular elde ettiğimiz sonuçlara yakındır. Pestillerin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan aktivite değerleri incelendiğinde, her iki analiz sonucuna göre en

yüksek değerlere nar pestilinin, en düşük değere ise karadut pestilinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Pestillerin toplam fenolik madde miktarları ile antioksidan aktivite değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark (P<0.05) olduğu belirlenmiştir. Nar pestillerinin biyoaktif bileşenler açısından diğer pestillere göre üstün olması *L* renk değerinin en düşük olmasıyla da ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Nar pestilinin toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan değerlerinin incelendiği bir çalışmada (Ersus ve Hepçimen, 2021) sonuçlar sırasıyla; 4807.92 ve 0.53 olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçların daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu farklılıkların hammaddeler ve farklı üretim koşullarından kaynaklanması muhtemeldir.

Çizelge 3. Renk, toplam fenolik madde (mg GAE 100g⁻¹) ve antioksidan aktivite (Mmol TE 100g⁻¹) analizi sonuçları**
 Table 3. Results of color, total phenolic matter (mg GAE 100g⁻¹) and antioxidant activity (Mmol TE 100g⁻¹) analysis**

Pestil Çeşidi* Pestil type*	L	a	b	TFM* TFM*	AA* AA*
NP	17.38±0.02d	1.80±0.01d	0.13±0.01d	3650.6a	0.3269a
KP	22.91±0.16a	14.68±0.27c	13.02±0.02a	430.29d	0.0916d
AP	21.56±0.02c	22.10±0.20a	7.39±0.04b	860.76c	0.1259c
FP	22.45±0.03b	18.44±0.03b	4.93±0.01c	1320.41b	0.2133b

*NP: Nar pestili, KP: Karadut pestili, AP: Ahududu pestili, FP: Frenk üzümü pestili, TFM: Toplam fenolik madde miktarı, AA: Antioksidan aktivite değeri

*NP: Pestil of pomegranate, KP: Pestil of black mulberry, AP: Pestil of Raspberry, FP: Pestil of currant, TFM: Total amount of phenolic mater, AA: Antioxidant activity value

**Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş sonuçlar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur.

**Results marked with different letters in the same column were found to be statistically significant (P<0.05).

Mineral madde bileşimi

Pestillerin mineral madde analizi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Nar pestili; kalsiyum, potasyum, magnezyum ve fosfor içeriği bakımından en zengin çeşit olmuştur. Ahududu pestili en düşük kalsiyum içeriğine, frenk üzümü pestili en düşük çinko içeriğine, nar pestili en düşük demir ile mangan içeriklerine ve karadut pestili ise en düşük potasyum, magnezyum ve fosfor içeriklerine sahip çeşitler olarak belirlenmiştir. Karadut ve frenk üzümü pestillerinin demir ve magnezyum içeriklerinin istatistiksel olarak farksız (P>0.05) olduğu

anlaşılmıştır. Dut, erik, kayısı ve üzüm ile üretilen pestillerin mineral madde miktarlarının paylaşıldığı bir çalışmada (Ekşi ve Artık, 1984) Ca miktarlarının bizim sonuçlarımızdan yüksek olduğu, K açısından nar pestili hariç diğer pestillerimizin düşük olduğu, P bakımından ün yüksek değerlerin üzüm pestilinin sahip olduğu ve kayısı pestili hariç Fe açısından diğer pestillerimizin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte Mg, Mn ve Zn açısından tüm örneklerimizin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Mineral madde analizi sonuçları (ppm)**
 Table 4. Results of mineral matter analysis**

Mineral Madde*** /Pestil Çeşidi* Minerals*** /Pestil type*	NP	KP	AP	FP
Ca	348.80±0.62a	234.84±0.53b	124.22±1.44d	181.63±1.92c
Fe	19.25±0.21c	22.82±0.54b	34.92±1.03a	23.22±0.45b
K	4667.90±38.40a	181.60±0.90d	796.80±1.30c	1005.60±5.90b
Mg	244.18±1.33a	125.69±2.30c	152.38±1.22b	132.42±2.54c
Mn	0.32±0.01d	0.39±0.01c	1.22±0.02a	0.78±0.01b
P	866.86±1.15a	437.90±1.05d	643.07±1.13b	540.42±1.12c
Zn	0.37±0.01bc	0.42±0.01b	0.72±0.03a	0.30±0.02c

*NP: Nar pestili, KP: Karadut pestili, AP: Ahududu pestili, FP: Frenk üzümü pestili

*NP: Pestil of pomegranate, KP: Pestil of black mulberry, AP: Pestil of Raspberry, FP: Pestil of currant

**Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş sonuçlar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur.

**Results marked with different letters in the same column were found to be statistically significant (P<0.05).

*** Sonuçlar kuru madde esasına göre verilmiştir.

*** Results are given on a dry matter basis.

Tekstürel özellikler

Pestillerin tekstür profil analizi Çizelge 5'te, germe testi sonuçları ise Çizelge 6'te verilmiştir. Karadut pestili, sertlik (366.00 g), yapışkanlık (0.27 mJ), sakızimsılık (325.05 g) ve çiğnenebilirlik (14.77 mJ) açısından en yüksek değerlere sahip pestil çeşidi olmuştur. Sertlik (112.00 g) ve yapışkanlık değerleri en düşük (0.01 mJ) olan

pestil ahududu iken, elastikiyet (4.24 mm), sakızimsılık (107.10 g) ve çiğnenebilirlik (4.54 mJ) değerleri en düşük olan pestil çeşidi nar olarak belirlenmiştir. Nar, karadut, ahududu ve frenk üzümü sularının kullanılması pestillerin tekstürel özellikleri (sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik) üzerine istatistiksel olarak önemli (P<0.05) etkide bulunmuştur.

Çizelge 5. Tekstür profil analizi (TPA) sonuçları**

Table 5. Results of texture profile analysis (TPA)**

Pestil Çeşidi*	Sertlik (g)	Yapışkanlık (mJ)	Elastikiyet (mm)	Sakızimsılık (g)	Çiğnenebilirlik (mJ)
Pestil type*	Hardness (g)	Adhesiveness (mJ)	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mJ)
NP	120.75±0.35c	0.06±0.01b	4.24±0.01c	107.10±0.28d	4.54±0.01d
KP	366.00±0.71a	0.27±0.01a	4.41±0.01b	325.05±0.91a	14.77±0.05a
AP	112.00±1.41d	0.01±0.01d	4.75±0.01a	116.20±0.14c	4.91±0.01c
FP	150.25±1.77b	0.04±0.01c	4.80±0.01a	129.65±1.34b	5.32±0.02b

*NP: Nar pestili, KP: Karadut pestili, AP: Ahududu pestili, FP: Frenk üzümü pestili

*NP: Pestil of pomegranate, KP: Pestil of black mulberry, AP: Pestil of Raspberry, FP: Pestil of currant

**Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş sonuçlar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur.

***Results marked with different letters in the same column were found to be statistically significant (P<0.05).

Kopma kuvveti (390.00 g) ve uzama kabiliyeti (4.99 mm) değeri en yüksek ahududu pestilinde tespit edilmiştir. Kopma kuvveti değeri en düşük (183.50 g) çeşidin nar, uzama kabiliyeti değeri en düşük (4.93 mm) çeşidin ise karadut pestili olduğu

belirlenmiştir. Farklı meyve suları pestilin kopma kuvveti üzerinde önemli (P<0.05) bir fark oluşturmuştur. Nar ve frenk üzümü pestillerin uzama kabiliyetleri istatistiksel olarak benzer (P>0.05) bulunmuştur.

Çizelge 6. Germe testi sonuçları**

Table. Results of tension test**

Pestil Çeşidi*	Kopma kuvveti (g)	Uzama kabiliyeti (mm)
Pestil type*	Breaking force (g)	Extensibility (mm)
NP	183.50±3.54c	4.96±0.01ab
KP	257.00±10.61b	4.93±0.02b
AP	390.00±11.31a	4.99±0.01a
FP	186.00±2.83c	4.97±0.01ab

*NP: Nar pestili, KP: Karadut pestili, AP: Ahududu pestili, FP: Frenk üzümü pestili

*NP: Pestil of pomegranate, KP: Pestil of black mulberry, AP: Pestil of Raspberry, FP: Pestil of currant

**Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş sonuçlar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur.

***Results marked with different letters in the same column were found to be statistically significant (P<0.05).

Duyusal analiz

Duyusal analiz sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir. Panelistlerin renk özelliği bakımından en yüksek puanı (5.26 Puan) verdiği çeşit frenk üzümü pestili, en düşük (4.03) ise karadut pestili olmuştur. Ahududu pestili koku (4.46 puan), lezzet (4.60 puan) ve genel beğeni (4.73 puan) parametrelerinde en yüksek puanı alan çeşit

olarak belirlenmiştir. Nar pestili, tekstür özelliği bakımından en yüksek puanı (4.53) alan pestil olarak öne çıkmıştır. Karadut kullanımı, tüm parametrelerde pestilin aldığı puanların düşmesine neden olmuştur. Nar, karadut, ahududu ve frenk üzümü sularının kullanılmasının pestilin duyusal özellikleri üzerine bir fark oluşturmadığı (P>0.05) belirlenmiştir.

Çizelge 7. Duyusal analiz sonuçları**

Table. Results of sensory analysis**

Pestil Çeşidi*	Renk	Koku	Lezzet	Tekstür	Genel Beğeni
Pestil type*	Color	Odor	Flavor	Texture	General acceptance
NP	4.20±0.56a	3.33±0.18a	4.13±0.18a	4.53±0.28a	4.13±0.09a
KP	4.03±0.23a	3.96±0.33a	3.90±0.23a	4.13±0.09a	4.06±0.28a
AP	4.80±0.66a	4.46±0.47a	4.60±0.09a	4.36±0.61a	4.73±0.47a
FP	5.26±0.75a	3.96±0.14a	4.23±0.14a	4.33±0.66a	4.30±0.33a

*NP: Nar pestili, KP: Karadut pestili, AP: Ahududu pestili, FP: Frenk üzümü pestili

*NP: Pestil of pomegranate, KP: Pestil of black mulberry, AP: Pestil of Raspberry, FP: Pestil of currant

**Aynı sütunda farklı harfle işaretlenmiş sonuçlar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur.

***Results marked with different letters in the same column were found to be statistically significant (P<0.05).

Sonuçlar

Pestil çoğu yörede kendine has yöntem ve hammaddelerle üretilen geleneksel bir tatlıdır. Bu çalışmada da geleneksel metot benimsenerek ve meyve yerine hazır %100 meyve sularından satın alınarak pestil denemeleri yapılmıştır. Meyveler renk ve tat bakımından birbirine olabildiğince yakın olanlardan seçilmiştir. Böylelikle özellikle çocuklar için çok pratik, sağlıklı ve ilgilerini çekebilecek renklere tatlılar yapılabileceği anlaşılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre hem mineral madde içeriği hem de toplam fenolik madde içeriğinin zengin olması ayrıca uygun tekstür ve duyu özelliklere sahip olması bu tarz ürünlerin hazır tatlı ve atıştırmalık gıdalara göre daha çok ön plana çıkarılması gerektiğini göstermektedir.

Çıkar çatışması: Yazarlar arasında ve bu makale ile ilgili diğer kişi ve/veya kurumlarla herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazar katkısı: İlyas ÇELİK çalışmayı tasarlamış ve malzemeleri tedarik etmiştir. Ali GÖNCÜ ve Yasemin KUZUMOĞLU ise çalışmayı yürütmüş ve makaleyi yazmış olup, Ali GÖNCÜ gerekli inceleme ve düzenlemeleri yapmıştır.

Kaynaklar

- Adina, F., Cecilia, G., Felicia, G., Carmen, D., & Ovidiu, T. (2017). Identification and quantification of phenolic compounds from red currant (*Ribes rubrum* L.) and raspberries (*Rubus idaeus* L.). *International Journal of Pharmacology, Phytochemistry and Ethnomedicine*, 6, 30-37.
- Altuğ-Onoğur, T., & Elmacı, Y. (2015). Gıdalarda duyu değerlendirmesi. *Sidas Medya Yayıncılık*, İzmir.
- Anonim. (1995). Hunter-Lab Mini Scan XE Colorimeter, *HunterLab Co., U.S.A.*
- Anonim. (2020a). TS 12680, Üzüm Pestili Standardı, Türk Standartları Enstitüsü.
- Anonim. (2020b). Türkiye İstatistik Kurumu, "Bitkisel Üretim İstatistikleri: Diğer Meyveler", (1988-2020)", (09.03.2021), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselCizelge?p=9MRUj6JOGdq6ZA7E8h0m9q1SrtqjXprJQDC2oErXp37Tdq5SKsFNNI2WXfYCmdTa>.
- Anonim. (2019a). USDA, Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference

- Survey (FNDDS), pomegranate, (09.03.2021), <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169134/nutrients>.
- Anonim. (2019b). USDA, Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Survey (FNDDS), Mulberries, (09.03.2021), <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169913/nutrients>.
- Anonim. (2020c). USDA, Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Survey (FNDDS), Raspberries, (09.03.2021), <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/1102708/nutrients>.
- Anonim. (2019c). USDA, Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Survey (FNDDS), Currants, (09.03.2021), <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173964/nutrients>.
- AOAC. (1990). *Official Methods of Analysis*, 17th Ed., *Association of Official Analytical Chemists, Inc.*, Arlington, VA.
- Baysal, T., & Taştan, Ö. (2018). *Nar Ürünleri ve Üretimi, Nar Sağlıkta Yıldız*, Gece Kitaplığı.
- Demiray, E. (2015). *Havuç ve kırmızı biberlerin farklı kurutma yöntemleri ile kurutulması ve kuruma karakteristiklerinin ve bazı kalite özelliklerindeki değişimin modellenmesi*, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli.
- Ekşi, A., & Artık, N. (1984). Pestil işleme tekniği ve kimyasal bileşimi. *Gıda*, 9(5), 263-266.
- Ersus, S., & Hepçimen, A. Z. (2021). Effects of different formulations on quality of pomegranate pestil, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 58 (1):9-15.
- Göncü, A. (2020). *Tarhana üretiminde farklı mercimek unları ve boza kullanım olanaklarının araştırılması*. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Güçer, Öz, Y. (2021). *Demans Teşhisi Konmuş Bireylerde Karadut (Morus nigra) Tüketiminin Bilişsel Fonksiyonlara ve Antioksidan Kapasiteye Etkisi*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Jenings, D.L. (1988). Raspberries and Blackberries, Their Breeding, Diseases and Growth, *Academic Press, Harcourt Brace Jovanovich, Publishers*, London.
- Karaoğlu, M.M., Bedir, Y., & Boz, H. (2020). Effect Of Whole Grain Flours On The Overall Quality Characteristics Of Mulberry Pestil. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 12(1), 67-75.
- Meral, R., & Doğan, İ.S. (2012). Karadut (*Morus nigra*) Katkılı Ekmeğin Antioksidan Aktivitesi ve Fenolik Kompozisyonu, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(4), 43-48.
- Okatan, V., Polat, M., Aşkın, M.A., & Çolak, A.M. (2015). Frenküzümü (*ribes spp.*), Jostaberry (*Ribes x Nidigrolaria bauer*) ve Bektaş Üzümünün (*Ribes grossularia l.*) Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1), 83-89.
- Özkan Karabacak, A., & Çopur, Ö.U. (2021). Farklı Kurutma Yöntemleri ile Üretilen Karışık Sebze Pestilinin Kuruma Karakteristikleri, Renk Değişim Kinetiği,

- Mineral Madde İçeriği ve Tekstürel Özelliklerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 46(1), 1-20.
- Pehlivan, M., & Gülerüz, M. (2004). Ahududu ve Böğürtlenlerin İnsan Sağlığı Açısından Önemi. *Bahçe*, 33 (1-2), 51-57.
- Sayın, K. (2022). Hızlı Yemek Ürünlerinin Sağlık Üzerine Etkileri ve Tercih Nedenleri Üzerine Bir Araştırma. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 10(1), 302-320.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Şengül, M., Yıldız, H., Güngör, N., & Okçu, Z. (2010). Total Phenolic Content, Antioxidant Activity, Some Physical and Chemical Properties of Pestil. *Asian Journal of Chemistry*, 22(1), 448-454.
- Şimşek, M., & İkinci, A. (2017). Narın (*Punica Granatum* L.) İnsan Sağlığına Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 494-506.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., & Byrne, D.H. (2006). Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from Guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 669-675.
- Tontul, I., & Topuz, A. (2017a). Effects Of Different Drying Methods On The Physicochemical Properties Of Pomegranate Leather (Pestil). *LWT - Food Science and Technology*, 80, 294-303.
- Tontul, I., & Topuz, A. (2017b). Production Of Pomegranate Fruit Leather (Pestil) Using Different Hydrocolloid Mixtures: An Optimization Study By Mixture Design. *Journal of Food Process Engineering*, 41(3), e12657.
- Viuda-Martos, M., Fernández-Lopez, J., & Pérez-Álvarez, J.A. (2010). Pomegranate and its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(6), 635-654.



Glütensiz unların tekno-fonksiyonel özellikleri ile toz akış davranışlarının belirlenmesi

Determination of powder flow behavior and techno-functional properties of gluten-free flours

Duygu ASLAN TÜRKER¹ , Meryem GÖKSEL SARAÇ² , Mahmut DOĞAN^{3*} 

^{1,3}Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri

²Cumhuriyet Üniversitesi, Yıldızeli Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi, Sivas

¹<https://orcid.org/0000-0002-9579-8347>; ²<https://orcid.org/0000-0002-8190-2406>; ³<https://orcid.org/0000-0003-1639-4641>

To cite this article:

Aslan Türker, D., Göksel Saraç, M. & Doğan, M. (2022). Glütensiz unların tekno-fonksiyonel özellikleri ile toz akış davranışlarının belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 528-537.
DOI:10.29050/harranziraat.1134317

*Address for Correspondence:

Mahmut DOĞAN

e-mail:

dogan@erciyes.edu.tr

Received Date:

22.06.2022

Accepted Date:

09.11.2022

© 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, glütensiz ürünlerin üretiminde sıklıkla kullanılan esmer pirinç unu, kuru fasulye unu, mısır unu, teff unu ve karabuğday ununun toz akış özellikleri ile tekno-fonksiyonel özellikleri değerlendirilmiştir. Örneklerin suda çözünürlük, su ve yağ bağlama kapasitesi, yığın ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri ile kekleşme, kohezyon ve toz akış hızı bağımlılık (PFSD) testi dâhil olmak üzere bir dizi özelliği ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar mısır unu hariç diğer unlarda kekleşmenin olmadığını göstermiştir. En düşük kohezyon indeksi değeri kuru fasulye ununda gözlenmiş olup bu örnek kolay akış sergilemiştir. Karabuğday unu, teff unu ve esmer pirinç unu kohesif akış özelliği göstermiş, mısır unu ise çok kohesif akış gösteren un grubunda sınıflandırılmıştır. Toz gıdaların taşınması ve işlenmesi gibi çeşitli endüstriyel uygulamaları simüle ettiği için 10, 20, 50 ve 100 mm s⁻¹ akış hızlarında gerçekleştirilen PFSD testi sonucunda glütensiz un numunelerinin akış stabilitesi değerlerinin 0.95 ile 1.04 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Glüten, Toz akış, Kekleşme, Kohezyon

ABSTRACT

In this study, powder flow properties and techno-functional properties of brown rice flour, bean flour, corn flour, teff flour and buckwheat flour, which are frequently used in the production of gluten-free products, were evaluated. A number of properties of the samples were measured, including water solubility, water and oil binding capacity, bulk and tapped bulk density values, and caking, cohesion and powder flow speed dependency (PFSD) tests. The results obtained showed that cake was not formed in flours except corn flour. The lowest cohesion index value was observed in bean flour, and this sample showed easy flow. Buckwheat flour, teff flour and brown rice flour showed cohesive flow, while corn flour was classified in the flour group with very cohesive flow. It was observed that the flow stability values of gluten-free flour samples vary between 0.95 and 1.04 as a result of the PFSD test performed at flow rates of 10, 20, 50 and 100 mm s⁻¹, as it simulates various industrial applications such as the transport and processing of powdered foods.

Key Words: Gluten, powder flow, caking, cohesion

Giriş

Unlu mamullerin üretiminde önemli bir yapı oluşturan glüten, hamurun elastikiyet özellikleri ile nihai ürünlerin görünümü ve yapısında anahtar

role sahip bir proteindir (Zoghi ve ark., 2021). Glüten, hamura eşsiz viskoelastisite ve pişme kalitesi sağlamasına karşın glütensiz üretilen ürünle genellikle sıvı kek hamurlarına benzeyen yapışkanlık gösterir ve elastikiyetten yoksundur

(Bender ve Schönlechner, 2020). Tüm bu üstün ve tekno-fonksiyonel özelliklerine rağmen glüten intoleransı/alerjisi konusundaki farkındalığın artması ve çölyak hastalığının tespitinin gelişen tanı yöntemleri ile daha kolay olması nedeniyle glutensiz ürünlere olan ihtiyaç dünya çapında gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır (Eimear Gallagher, 2008). Öte yandan 2017 yılında 4.18 milyar dolar olan glutensiz ürünler (unlu mamuller, atıştırmalıklar ve hazır ürünler, pizza, makarna, çeşniler ve soslar) pazarının 2023 yılında 6.47 milyar dolara yükseleceği tahmin edilmektedir (Xu ve ark., 2020).

Glütensiz ürünler ya hiç glüten içermemeli veya glüten varlığı 20 ppm'den düşük olmalıdır. Avrupa Birliği Komisyonu Yönetmeliği (EC No 41/2009), glütene karşı toleransı olmayan kişiler için gıda maddelerinin, nihai tüketiciye satıldığı şekliyle gıdada 100 mg kg⁻¹'i (100 ppm) geçmeyen bir glüten seviyesi içermesi gerektiğini bildirmektedir. Ayrıca, aynı yönetmelik 100 mg kg⁻¹'i geçmeyen glüten içeriğinin "çok düşük glüten" ve 20 mg kg⁻¹'i aşmayan glüten içeriğinin de "glütensiz" olarak etiketlenebileceğini belirtmektedir (Xu ve ark., 2020). Glütensiz bir diyetle olmaması gereken içerikler ise (i) buğday, çavdar, arpa, tritikale, kavuzlu buğday (dinkel), kamut ve yulaf unu veya katkı maddeleri ve bu tahıllardan yapılan yan ürünlerle hazırlanan ekmek, tahıl veya diğer yiyecekler; (ii) sosisli sandviç, salata sosları, konserve çorbalar/toz çorba karışımları, işlenmiş peynir, kremalı soslar gibi kıvam arttırıcı ve dolgu maddesi olarak buğday ve glüten türevleri içeren işlenmiş gıdalar; (iii) hap veya tabletlerde bağlayıcı olarak glüten kullanılan ilaçlardır (Gallagher ve ark., 2004).

Gıdaların toz akış özellikleri nihai ürünün kalite kontrolü için gereken önemli bir parametredir. Özellikle de yığın halindeki tozların taşınması, dünyadaki en yaygın endüstriyel faaliyetlerden biridir. Gıda, kimya, ilaç ve ziraat endüstrilerindeki

çoğu malzemenin üretim süreçleri ve son ürün için serbest akış özelliği göstermesi tercih edilir (Freeman ve ark., 2015). Ancak taşıma, işleme ve depolama gibi bazı koşullar altında, toz malzemeler kekleşme (topaklanma) eğilimi gösterebilir. Kekleşme ilk olarak serbest akışlı bir tozun topaklar halinde bir araya gelmesi şeklinde tanımlanır. Kekleşmenin yaygın tanımı ise, düşük nemli, serbest akışlı bir tozun önce topaklara, ardından aglomere bir katıya dönüştürülerek, işlevsellik kaybı ve düşük kalite ile sonuçlanan bir durum olarak yapılabilir (Chen ve ark., 2019). Bu durum paketleme, taşıma ve depolama işlemleri sırasında önemli sorunlara yol açabilmektedir. Ayrıca, toz ürünlerin akışında meydana gelen herhangi bir akış sorunu, birçok süreçte ciddi sorunlara ve önemli mali kayıplara neden olabilmektedir (Garg ve ark., 2022).

Bütün bu bilgiler göz önüne alındığında, glutensiz unların toz akış özellikleri ile tekno-fonksiyonel özelliklerinin belirlenmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada amaç, glüten içermeyen unların kekleşme, toz akış hızı bağımlılık testi ve kohezyon testleri gibi toz akış özellikleri belirlenerek bu unların toz akış davranışları ile fizikokimyasal özelliklerini belirlemektir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada kullanılan karabuğday unu, esmer pirinç unu, teff unu ve kuru fasulye unu NaturelKa (Aydın, Türkiye)'dan, mısır unu ise Bağdat Baharat (Kahramanmaraş, Türkiye)'den temin edilmiştir. Çalışmada materyal olarak kullanılan unların bileşenleri üretici firmalardan temin edilmiş olup Çizelge 1' de verilmiştir. Unların karakterizasyonunda kullanılan kimyasallar analitik saflıkta olup çalışmalarda distile su kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan unların kimyasal bileşimi

Table 1. Chemical composition of the flours used in the study

Örnekler/Bileşenler Samples/Compositions	Karbonhidrat(%) Carbohydrate(%)	Protein (%) Protein (%)	Yağ (%) Fat (%)	Lif (%) Fiber (%)
EPU	74.0	7.3	2.1	1.2
TU	65.4	12.3	2.1	7.9
KU	65.3	10.8	2.6	12.1
KFU	33.1	19.3	1.6	34.0
MU	23.6	10.9	5.6	21.1

*EPU: esmer pirinç unu; TU: teff unu; KU: karabuğday unu; KFU: kuru fasulye unu; MU: mısır unu

Tekno-fonksiyonel özellikler

Suda çözünürlük analizi

Örneklerin suda çözünürlük analizi için 0.5 gr örnek tartılıp üzerine 40 ml saf su eklenerek vortekslenmiştir. Ardından 3500 rpm de 5 dk santrifüj edilip üstte kalan kısımdan 25 ml alınarak 70 °C'deki 24 saatlik sürenin sonunda suda çözünürlük değerleri hesaplanmıştır (Alaşalvar, 2017).

Yiğın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yiğın yoğunluğu

Örneklerin yiğın yoğunluğu analizi için önceden darası alınmış plastik mezürler kullanılmıştır. Mezürlere herhangi bir basınç uygulamadan örnekler doldurularak ağırlıkları not edilmiştir. Örneklerin yiğın yoğunluğu değerleri, numune ağırlığının hacmine (g cm^{-3}) oranlanması ile belirlenmiştir. Glütensiz unların sıkıştırılmış yiğın yoğunluğu değerleri ise mezürün içerisindeki örneklerin hafif bir şekilde ve belirli sayıda düz bir zemine vurularak sıkıştırılması ile oluşan son hacmin ölçülmesi yoluyla bulunmuştur (Huang ve ark., 2018).

Hausner oranı ve carr indeks değerlerinin belirlenmesi

Örneklerin yapışma ve akma özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan iki değer olan Hausner oranı ve carr indeksi değeri yiğın yoğunluk ve sıkıştırılmış yiğın yoğunluğu değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Hausner oranı yiğın yoğunluğu değerinin sıkıştırılmış yiğın yoğunluğu değerine oranlanması ile bulunmuştur. Carr indeks değeri ise aşağıdaki formül aracılığıyla hesaplanmıştır (Jan ve ark., 2015).

$$\text{Carr indeksi} = \frac{\text{Yiğın yoğunluğu} - \text{Sıkıştırılmış yiğın yoğunluğu}}{\text{Yiğın yoğunluğu}} \quad (1)$$

Yağ tutma kapasitesi

Örneklerin yağ tutma kapasitesinin belirlenmesi için her bir numunedan 1 g alınarak darası bilinen santrifüj tüplerine konulmuştur. Ardından santrifüj tüplerine 30 ml ayçiçek yağı eklenerek 1 dk boyunca homojenizasyonu sağlanmıştır. Oda sıcaklığında 24 saat bekletilen örnekler 20 dk 3000 xg'de santrifüj edilmiştir. Ardından üstte kalan yağ dikkatli bir şekilde alınarak santrifüj tüpü tekrar tartılmıştır. Her bir örnek için yağ tutma kapasitesi, gram başına örneğin bağıladığı yağ miktarı olarak g g^{-1} cinsinden hesaplanmıştır (de Moraes Crizel ve ark., 2013).

Su tutma kapasitesi

Çalışmada kullanılan glütensiz unların su tutma kapasitesinin belirlenmesi için 1 g numune darası bilinen santrifüj tüplerine konulmuş ve üzerine 30 ml saf su eklenmiştir. Oda sıcaklığında 1 dk vortekslenerek örneklerin homojenizasyonu sağlanmıştır. 24 saat oda sıcaklığında bekletilen numuneler 3000xg'de 20 dk santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminin ardından üst kısımda toplanan su dikkatli bir şekilde alınarak santrifüj tüpü tekrar tartılmıştır. Su tutma kapasitesi her bir örnek için gram başına örneğin bağıladığı su miktarı olarak g g^{-1} cinsinden hesaplanmıştır (de Moraes Crizel ve ark., 2013).

Toz akış özellikleri

Glüten içermeyen unların toz kekleşme ve kohezyon testi ile toz akış hızı bağımlılık testi (PFSD) özel toz akış ölçüm bıçağı (Selective laser sintered DMLS stainless steel 316, İngiltere) kullanılarak Stable Micro System (TA-XT2 Plus, İngiltere) tekstür cihazı ile yapılmıştır. Test

Texture Exponent 32 yazılımı kullanılarak da numunelerin akış analizi verilerine ait hesaplamalar yapılmıştır.

İstatistiksel analiz

Glütensiz unlarda gerçekleştirilen analizlerin değerlendirilmesi Minitab (Windows Sürüm 18 için MINITAB) programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. Örnekler arası fark olup olmadığının yorumlanması ve ortalamaların karşılaştırılması ise Tukey testi ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Tekno-fonksiyonel özellikler

Unlu mamuller endüstrisinde hammadde olarak kullanılacak olan unun tekno-fonksiyonel özellikleri son ürün kalitesine doğrudan etki etmektedir. Dolayısıyla da unların suda çözünürlük, su ve yağ tutma kapasitesi ile özellikle toz ürünlerin ambalajlanmasında önemli parametreler olan yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerlerinin tespiti önem arz etmektedir. Glütensiz unların suda çözünürlük, su ve yağ bağlama kapasitesi değerleri Çizelge 2' de verilmiştir.

Çizelge 2. Glütensiz unların suda çözünürlük, su ve yağ bağlama kapasitesi değerleri
Table 2. Water solubility, water and oil binding capacity values of gluten-free flours

	Suda Çözünürlük (%) Solubility (%)	Su Bağlama Kapasitesi (g ml ⁻¹) Water holding capacity (g ml ⁻¹)	Yağ Bağlama Kapasitesi (g ml ⁻¹) Oil holding capacity (g ml ⁻¹)
EPU	3.73 ± 0.91 ^c	1.60 ± 0.00 ^{a,b}	1.64 ± 0.07 ^a
TU	3.27 ± 0.29 ^c	1.63 ± 0.01 ^a	1.65 ± 0.01 ^a
KU	5.39 ± 0.35 ^b	1.42 ± 0.06 ^c	1.69 ± 0.06 ^a
KFU	7.29 ± 0.39 ^a	1.29 ± 0.02 ^d	1.66 ± 0.03 ^a
MU	1.98 ± 0.02 ^d	1.55 ± 0.04 ^b	1.66 ± 0.04 ^a

* Aynı sütündeki farklı harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). Means marked with different letters in the same column are statistically different ($p < 0.05$).

**EPU: esmer pirinç unu; TU: teff unu; KU: karabuğday unu; KFU: kuru fasulye unu; MU: mısır unu. EPU: brown rice flour; TU: teff flour; KU: buckwheat flour; KFU: dry bean flour; MU: corn flour

Unların suda çözünürlük değerleri, yapıda bulunan nişastanın degradasyonunun bir göstergesidir. Suda çözünürlük verileri, nişastanın üzerine eklenen fazla su ile birlikte granülden salınan serbest polisakkarit ile yapıdaki serbest polisakkarit miktarı hakkında bilgi verir (Choi ve ark., 2012). Glütensiz unların suda çözünürlük değerleri incelendiğinde, en düşük değer mısır ununa (%1.98) ait olduğu en yüksek değer ise kuru fasulye ununda (% 7.29) kaydedildiği görülmektedir. Çizelge 2'deki sonuçlara göre, daha yüksek çözünürlük değerine sahip kuru fasulye ununun daha hızlı çözüldüğü ve daha fazla viskozite sağladığı söylenebilir.

Unların suda çözünürlük değerlerinin bilinmesi, yapıda bulunan amorf ve kristal alanlar arasındaki etkileşim hakkında bilgi verir (Kusumayanti ve ark., 2015). Ayrıca unların suda çözünürlük değerleri, nişasta granülündeki üç boyutlu misel ağının özellikleri ve yoğunluğu, moleküler

düzeyde bağlanma dereceleri, moleküler ağırlık dağılımı, dallanma derecesi ve uzunluğu ile konformasyon açısından amiloz ve amilopektinin özelliklerine de bağlıdır (Kumoro ve ark., 2012). Unların yapısında bulunan nişastaların çözünürlüğünü etkileyebilecek diğer faktörler ise; unun elde edildiği kaynak, şişme gücü, amorf ve kristalin alanlar içindeki birleştirici kuvvetler ve diğer bileşenlerin (fosfor vb.) varlığıdır (Moorthy, 2002). Bu bilgiler ışığında, çalışmada kullanılan glütensiz unların suda çözünürlük değerlerinin birbirinden farklı olmasının nedeni, unların elde edildiği kaynakların çeşitliliği, yapıda bulunan amorf ve kristal bölgelerin farklı konumlanması ve amiloz/amilopektin etkileri olabilir.

Unların su bağlama kapasiteleri diğer fonksiyonel ve duyusal özellikleri etkilemesi dolayısıyla gıda hazırlama sürecinde önemli rol oynar (Du ve ark., 2014). Su bağlama kapasitesi, bir gram protein bileşeni başına emilebilen su

miktarı olarak tanımlanır (Foschia ve ark., 2017). Bu çalışma kapsamında değerlendirilen glütensiz unlarının su bağlama kapasiteleri 1.29 g ml^{-1} ile 1.63 g ml^{-1} arasında değişmektedir. En düşük su tutma kapasitesi değeri kuru fasulye ununda, en yüksek değer ise esmer pirinç ununda kaydedilmiştir (Çizelge2).

Unların su tutma kapasiteleri pişirme özellikleri ile doğrudan ilişkilidir ve gıda işleme özelliklerini etkilemektedir (Du ve ark., 2014). Kaur ve Singh (2005), polisakkaritler gibi hidrofilik grupları içeren unların genellikle yüksek su tutma kapasitesine sahip olduğunu bildirmiştir. Bu durum en yüksek karbonhidrat içeriğine sahip esmer pirinç ununun (EPU) en yüksek su bağlama kapasitesi değerine sahip olması durumunu açıklamaktadır. Öte yandan unlarının protein kalitesi de su tutma kapasitesini etkilemektedir (Du ve ark., 2014).

Yağ bağlama kapasitesi proteinlerin veya unların ağırlığı başına emilen yağın ağırlığı olarak hesaplanır. Yağ bağlama kapasitesi, proteinlerin yan zincirlerinde bulunan polar olmayan amino asitler tarafından yağın bağlanmasıdır. Proteinin yağ bağlama kapasitesi de unlu mamuller gibi işlenmiş gıdalarda dokuyu iyileştirir ve verim kayıplarını azaltır (Foschia ve ark., 2017). Bu çalışmada glütensiz unların yağ bağlama kapasitelerinin 1.64 g ml^{-1} ile 1.69 g ml^{-1} arasında değiştiği gözlenmiş olup en yüksek yağ bağlama kapasitesi değeri KU'da, en düşük değer ise

EPU'da hesaplanmıştır. Gıda proteininin su ve yağ bağlama kapasitesi, amino asit bileşimi, protein yapısı ve yüzey polaritesi veya hidrofobikliği gibi faktörlere bağlıdır (Du ve ark., 2014). Bununla birlikte, gıdaların bileşiminde bulunan yağlar, lezzet tutucu görevi gördüğü ve yiyeceklerin ağızda bıraktığı hissi arttırdığı için yağ tutma kapasitesi önemli bir parametre olarak değerlendirilmektedir (Elkhalifa ve Bernhardt, 2010). Bu nedenle, en yüksek yağ bağlama kapasitesine sahip karabuğday unu lezzet tutucu olarak diğer unlardan daha iyi olabilir. Öte yandan yüksek yağ bağlama kapasitesi değeri nedeniyle karabuğday ununun sosis gibi yağ bağlamanın yüksek olmasının istendiği ürünlerde kullanım olanağı artabilir. Ayrıca karabuğday unu, lezzet ve ağız hissini arttırılması amacıyla da kullanılabilir. Bununla birlikte, Kinsella ve Melachouris (1976)'ya göre hidrofobisitesi daha fazla olan proteinlere lipitler daha iyi bağlanabilmektedir. Bu durum polar olmayan amino asit yan zincirlerinin yağların parafin zincirlerini bağladığının göstergesidir. Bu önermeye dayanarak daha yüksek yağ bağlama kapasitesine sahip karabuğday ununun protein moleküllerinde muhtemelen daha yüksek miktarda polar olmayan yan zincirlerin olduğu sonucuna varılabilir.

Farklı kaynaklardan elde edilen glütensiz unların yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Glütensiz unların bazı toz özellikleri

Table 3. Some powder properties of gluten-free flours

	Yığın yoğunluk (g cm^{-3}) <i>Bulk density</i> (g cm^{-3})	Sıkıştırılmış yığın yoğunluk (g cm^{-3}) <i>Tapped bulk density</i> (g cm^{-3})	Carr indeks (%) <i>Carr index</i> (%)	Hausner oranı <i>Hausner ratio</i>
EPU	0.49 ± 0.01^c	0.72 ± 0.01^d	27.75 ± 0.64^a	1.47 ± 0.03^b
TU	0.61 ± 0.01^b	0.80 ± 0.00^b	20.50 ± 0.21^c	1.30 ± 0.02^c
KU	0.60 ± 0.00^b	0.78 ± 0.01^c	22.23 ± 1.10^b	1.30 ± 0.02^c
KFU	0.67 ± 0.01^a	0.83 ± 0.01^a	17.07 ± 0.61^d	1.23 ± 0.02^d
MU	0.51 ± 0.00^c	0.82 ± 0.01^a	18.42 ± 1.06^d	1.59 ± 0.04^a

* Aynı sütundaki farklı harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). Means marked with different letters in the same column are statistically different ($p < 0.05$).

**EPU: esmer pirinç unu; TU: teff unu; KU: karabuğday unu; KFU: kuru fasulye unu; MU: mısır unu. EPU: brown rice flour; TU: teff flour; KU: buckwheat flour; KFU: dry bean flour; MU: corn flour

Yığın yoğunluğu, kuru toz ürün karışımlarındaki malzemelerin fiziksel özelliklerinden biri olarak değerlendirilir ve nihai ürünün paketlenme

gereksinimlerinin belirlenmesinde önemli bir parametredir (Mohamed ve ark., 2009). Glütensiz unların yığın yoğunluğu değerleri 0.49 g cm^{-3} ile

0.67 g cm⁻³ arasında değişmekte olup, en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla kuru fasulye unu ve esmer pirinç unundan elde edilmiştir. Kuru fasulye ununun daha yüksek yığın yoğunluğa sahip olması diğer glutensiz unlardan daha yoğun olduğunu göstermektedir. Yığın yoğunluğu yüksek olan unun avantajı, dağıtım sırasında fazla yer kaplamaması ve paketleme maliyetlerini düşürmesidir (Ratnawati ve ark., 2019). Diğer glutensiz unlar ile karşılaştırıldığında, kuru fasulye ununun birim ağırlık başına alan ihtiyacı ve paketleme maliyetlerinin daha az olduğu söylenebilir. Yüksek yığın yoğunluğu, işlenmiş gıdalarda kullanıma uygunluğunun yanı sıra gıda ürünlerinde iyi bir kıvam artırıcı olarak kullanılabileceğini gösterir (Ratnawati ve ark., 2019).

Esmer pirinç ununun nispeten daha düşük yığın yoğunluğa sahip olması diğer unlara göre daha hafif olmasının bir göstergesidir. Düşük yığın yoğunluğu değeri tamamlayıcı gıdaların formülasyonunda bir avantaj olarak değerlendirilebilir (Appiah ve ark., 2011).

Toz ürünlerin sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri numunelerin yığın yoğunluğu değerinin bulunmasının ardından toz ürünlere belirli oranda kuvvet uygulanarak sıkıştırılan tozun hacminin belirlenmesi yoluyla bulunmaktadır (Atalar, 2018). Bu çalışma sunucunda elde edilen veriler glutensiz unların sıkıştırılmış yığın yoğunluğu değerleri arasında önemli farklılıklar olduğunu ($p<0.05$) göstermiştir.

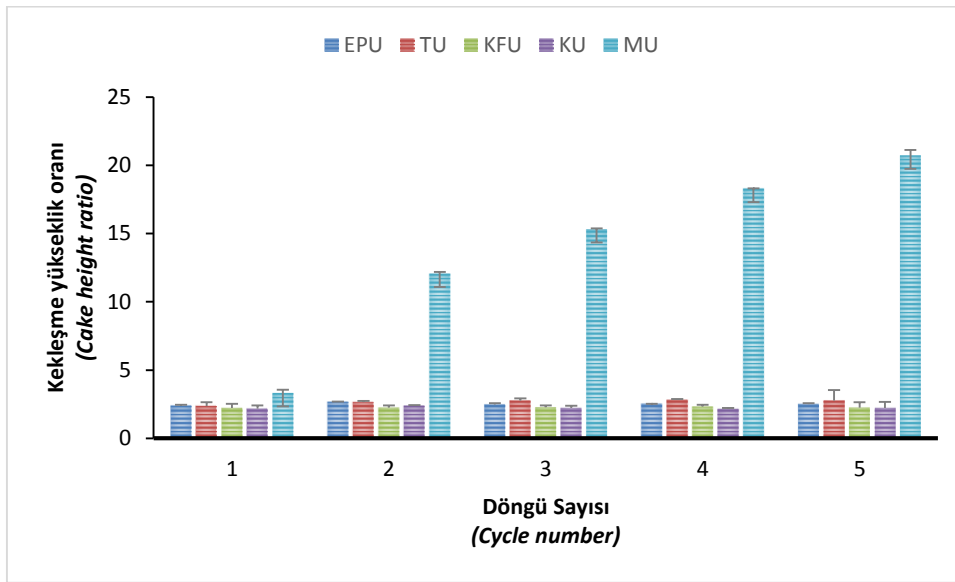
Toz gıda ürünlerinin yığın yoğunluğu ve sıkıştırılmış yığın yoğunluğu verileri ile hesaplanan Hausner oranı ile Carr index değeri ise sırasıyla toz ürünlerin yapışkanlık özelliklerini ve toz ürünlerin akabilirlik özelliklerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Caliskan Koc ve Dirim, 2017). Bu çalışma kapsamında değerlendirilen glutensiz unların Carr indeks değerleri %17.07 ile 27.75 arasında, Hausner oranları ise 1.23-1.59 arasında

hesaplanmıştır. Jinapong ve ark. (2008) tarafından Carr index temel alınarak yapılan sınıflandırmaya göre esmer pirinç unu, teff unu ve karabuğday ununun Carr indeksi değerleri %20-35 arasında olduğundan 'zayıf akış', kuru fasulye unu ile mısır ununun Carr indeksi değerleri ise %15-20 arasında yer aldığından 'iyi' akış özelliği sergilemiştir. Yine aynı çalışmada Hausner oranı baz alınarak yapılan sınıflandırmada ise teff unu, karabuğday unu ve kuru fasulye ununun Hausner oranı 1.2-1.4 arasında olduğundan 'orta' yapışkanlık, esmer pirinç unu ve mısır ununun ise Hausner oranı >1.4 olduğundan 'yüksek' yapışkanlık gösterdiği bulunmuştur.

Toz akış özellikleri

Düşük nem (<%5) içeriğine sahip amorf toz gıdalarda görülen kekleşme olayı gıdaların yapısında bulunan toz taneciklerinin birleşerek önce toplara, ardından aglomere ve yapışkan istenmeyen bir malzemeye dönüştüğü ve toz gıdaların kalitesinin ve işlevselliğinin düşmesine neden olan zararlı bir olgudur (Aguilera ve ark., 1995). Kekleşme sırasında oluşan yapılar akışkanlık kaybına neden olan küçük ve yumuşak birikimlerden sert toplara kadar değişen özellik gösterebilmektedir (Mercan ve ark., 2018). Toz bir gıdanın kekleşmeye olan hassasiyeti onların paketleme, taşıma ve depolama özellikleri hakkında çok önemli ipuçları verebilmektedir.

Şekil 1'de glutensiz unların döngü sayısı ile değişen kekleşme yükseklik oranları verilmiştir. Kekleşme yükseklik oranları toz gıdalarda oluşan kekleşmenin boyutu hakkında önemli bilgiler verir (Mercan ve ark., 2018). Bu çalışma kapsamında değerlendirilen mısır ununun kekleşme yükseklik oranları döngü sayısının artmasıyla birlikte artmıştır (Şekil 1). Bu durum da mısır unu tozlarının kekleşme eğiliminin yüksek olduğunu ve dolayısıyla kekleşme gücü ile ortalama kekleşme gücünün daha yüksek olduğunu göstermiştir.



Şekil 1. Örneklerin döngü sayılarına göre değişen kekleşme yükseklik oranı değerleri

Figure 1. The cake height ratio values of the samples according to the cycle number

*EPU: esmer pirinç unu; TU: teff unu; KU: karabuğday unu; KFU: kuru fasulye unu; MU: mısır unu. EPU: brown rice flour; TU: teff flour; KU: buckwheat flour; KFU: dry bean flour; MU: corn flour

Çalışılan tüm döngü sayılarında en yüksek kekleşme yükseklik oranı değeri mısır ununda gözlenmiştir. Nitekim mısır unu hariç diğer tüm glutensiz unlarda kekleşme oluşmazken, mısır ununun kekleşme gücü değeri 3418.10 ± 27.44 g.mm, ortalama kekleşme gücü değeri ise 250.51 ± 3.66 g olarak hesaplanmıştır. Bu durumda kekleşmeye olan eğilim en fazla mısır ununda gözlenmiştir. Formülasyonunda mısır unu bulunan gıda ürünlerinin ambalajlama, depolama ve

taşıma işlemleri sırasında ilave hassasiyet gösterilmesi gerektiği vurgulanabilir.

Gıdalarda bulunan toz parçacıklarının birbirine yapışma ve daha büyük parçacık kümesi oluşturma eğilimi kohezyon olarak tanımlanır (Mercan ve ark., 2018). Glütensiz unlara ait kohezyon indeksi değerleri ve kohezyon indeksine dayalı olarak akış davranışlarının sınıflandırılması Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4. Kohezyon indeksi değerleri ve akış özellikleri

Table 4. Cohesion index values and flow properties

Örnekler Samples	Kohezyon indeksi Cohesion index	Akış özelliği Powder properties
KU	14.69 ± 0.13^b	Kohesif (cohesive)
TU	14.24 ± 0.31^b	Kohesif (cohesive)
EPU	14.29 ± 0.12^b	Kohesif (cohesive)
MU	18.48 ± 0.31^a	Çok kohesif (very cohesive)
KFU	12.94 ± 0.26^c	Kolay akış (easy flow)

* Aynı sütundaki farklı harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$). Means marked with different letters in the same column are statistically different ($p < 0.05$).

**EPU: esmer pirinç unu; TU: teff unu; KU: karabuğday unu; KFU: kuru fasulye unu; MU: mısır unu. EPU: brown rice flour; TU: teff flour; KU: buckwheat flour; KFU: dry bean flour; MU: corn flour

Glütensiz unların elde edildiği kaynak farklılaşması kohezyon indeksi değerlerini önemli ölçüde etkilemiştir ($p < 0.05$). En düşük kohezyon indeksi değeri kuru fasulye ununda gözlenmiş olup bu örnek kolay akış sergilemiştir. Karabuğday unu, teff unu ve esmer pirinç unu ise kohesif akış özelliği göstermiştir. En yüksek kohezyon indeksi değerine sahip mısır unu ise çok kohesif akış gösteren un grubunda sınıflandırılmıştır. Unların kekleşme özellikleri ile birlikte

değerlendirildiğinde mısır ununun kohezyon indeksi değeri ile kekleşme özelliklerinin uyumlu olduğu gözlenmektedir.

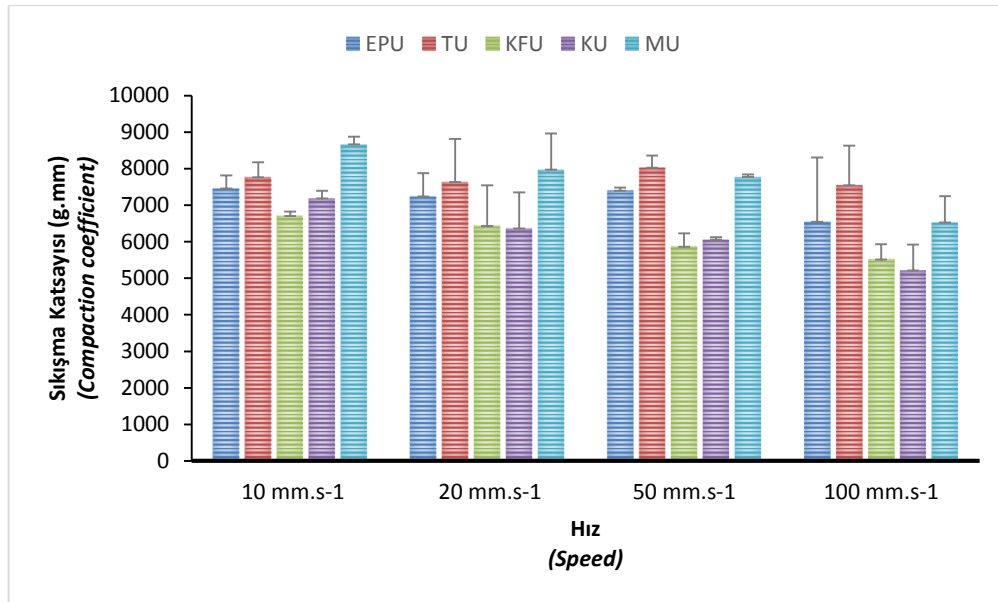
Kohezyon, toz gıdaların akışını doğrudan etkileyen bir özelliktir. Toz gıda ürünlerinin kohesif olması durumunda gıdaların taşıma, depolama ve ambalajlama aşamasında stopaj sorunları gibi bazı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu çalışmadan alınan sonuçlar, kuru fasulye ununun diğer glutensiz unlara göre daha düşük

kohezyon indeks değerlerine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç, glutensiz unlu mamuller endüstrisinde kuru fasulye unu kullanımının, ürünlerin kohezyonunu azaltmak için önemli olabilir.

Glütensiz un numunelerinin akış hızına bağlı olarak akış davranışı toz akış hızı bağımlılık (PFSD) testi ile belirlenmiştir. PFSD testi, toz gıdaların

taşınması ve işlenmesi gibi çeşitli endüstriyel uygulamaları simüle ettiği için 10, 20, 50 ve 100 mm s⁻¹ akış hızlarında gerçekleştirilmiştir. Sıkışma döngüsünün değişimi ile sıkışma katsayısında meydana gelen değişim Şekil 2'de gösterilmiştir

Numunelerin PFSD testi ile belirlenen akış stabilitesi değerleri ile 50 mm s⁻¹'deki kohezyon katsayısı değerleri Çizelge 5'de sunulmuştur.



Şekil 2. PFSD testinde artan test hızlarına bağlı olarak örneklerin sıkışma katsayısı değerleri
Figure 2. Compaction coefficient values of the samples depending on the increasing test speeds in the PFSD test

*EPU: esmer pirinç unu; TU: teff unu; KU: karabuğday unu; KFU: kuru fasulye unu; MU: mısır unu. EPU: brown rice flour; TU: teff flour; KU: buckwheat flour; KFU: dry bean flour; MU: corn flour

Çizelge 5. Akış stabilitesi ve 50 mm sn⁻¹'deki kohezyon katsayısı değerleri

Table 5. Flow stability and cohesion coefficient values at 50 mm s⁻¹

Örnekler Samples	Akış stabilitesi Flow stability	Kohezyon katsayısı (g.mm) Cohesion coefficient (g.mm)
EPU	0.98 ± 0.04	-1570.20 ± 19.36
TU	1.00 ± 0.01	-1454.50 ± 15.11
KFU	1.04 ± 0.03	-1184.69 ± 10.78
KU	0.95 ± 0.02	-1292.37 ± 14.21
MU	1.00 ± 0.05	-2063.81 ± 21.10

* Aynı sütundaki farklı harf ile işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p < 0.05). Means marked with different letters in the same column are statistically different (p < 0.05).

**EPU: esmer pirinç unu; TU: teff unu; KU: karabuğday unu; KFU: kuru fasulye unu; MU: mısır unu. EPU: brown rice flour; TU: teff flour; KU: buckwheat flour; KFU: dry bean flour; MU: corn flour

Tozların akış stabilitesi değerleri, glutensiz un numunelerinin akış direnci hakkında önemli bilgiler sağlamakla birlikte ürünün bozulmaya karşı duyarlılığının da bir göstergesidir. Çalışma kapsamında değerlendirilen glutensiz un numunelerinin akış stabilitesi 0.95 ile 1.04 arasında değişmiştir. Numuneler arasındaki farklılık toz akış stabilitesi değerinde önemli farklılıklar (p < 0.05) meydana getirmiştir. Toz bir ürünün akış stabilitesi değeri 1.00'e ne kadar

yakınsa ürün analiz boyunca o kadar az değişime uğrar (Benković ve ark., 2013). Bu kapsamda değerlendirildiğinde karabuğday ununun test esnasında diğer glutensiz unlara kıyasla daha fazla değişime uğradığı söylenebilir. Bu değişimlerin yapıda bulunan toz partiküllerinin aşınması veya toz topraklarının parçalanması ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Sonuçlar

Bu çalışmada, glutensiz unların teknolojik özellikleri ile toz akış özellikleri değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında glutensiz unlardan biri olarak ele alınan mısır ununun kekleşme yükseklik oranları döngü sayısının artmasıyla birlikte artmıştır. Bu sonuç, mısır unu tozlarının kekleşme eğiliminin yüksek olduğunu ve dolayısıyla kekleşme gücü ile ortalama kekleşme gücünün daha yüksek olduğunu göstermiştir. Yine en yüksek kohezyon indeksi değerine sahip mısır unu çok kohezif akış gösteren un grubunda sınıflandırılmıştır. En düşük kohezyon indeksi değerine sahip kuru fasulye ununun ise kolay akış sergilediği belirlenmiş olup glutensiz unlu mamuller endüstrisinde kuru fasulye ununun ürünlerin kohezyonunu azaltmak için kullanılabileceği öngörülmektedir.

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

Yazar Katkısı: Duygu ASLAN TÜRKER ve Meryem GÖKSEL SARAÇ çalışmayı tasarlamış ve makaleyi yazmıştır, Duygu ASLAN TÜRKER verileri analiz etmiş olup Mahmut DOĞAN makale üzerinde gerekli inceleme ve düzenlemeleri yapmıştır.

Kaynaklar

- Aguilera, J., del Valle, J., & Karel, M. (1995). Caking phenomena in amorphous food powders. *Trends in Food Science & Technology*, 6(5), 149-155.
- Alaşalvar, H. (2017). *Tıbbi ve Aromatik Nane Türlerinden Buzlu Çay Üretimi*. (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye.
- Appiah, F., Asibuo, J., & Kumah, P. (2011). Physicochemical and functional properties of bean flours of three cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) varieties in Ghana. *African Journal of Food Science*, 5(2), 100-104.
- Atalar, İ. (2018). *İstant Yoğurt Tozu Üretim Koşullarının Optimizasyonu*. (Doktora Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Bender, D., & Schönlechner, R. (2020). Innovative approaches towards improved gluten-free bread properties. *Journal of Cereal Science*, 91, 102904. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102904>

- Benković, M., Belščak-Cvitanović, A., Komes, D., & Bauman, I. (2013). Physical properties of non-agglomerated cocoa drink powder mixtures containing various types of sugar and sweetener. *Food and Bioprocess Technology*, 6(4), 1044-1058.
- Caliskan Koc, G., & Dirim, S. (2017). Influence of the Different Drying Agents on the Production of Spinach Powder by Spray Drying. *Innovations Food Science and Technology*, 10-12.
- Chen, M., Zhang, D., Dong, W., Luo, Z., Kang, C., Li, H., . . . Gong, J. (2019). Amorphous and humidity caking: A review. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 27(6), 1429-1438. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cjche.2019.02.004>
- Choi, I., Han, O.-K., Chun, J., Kang, C.-S., Kim, K.-H., Kim, Y.-K., . . . Kim, K.-J. (2012). Hydration and Pasting Properties of Oat (*Avena sativa*) Flour. *Preventive nutrition and food science*, 17(1), 87-91. doi: 10.3746/pnf.2012.17.1.087
- de Moraes Crizel, T., Jablonski, A., de Oliveira Rios, A., Rech, R., & Flôres, S. H. (2013). Dietary fiber from orange byproducts as a potential fat replacer. *LWT-Food Science and Technology*, 53(1), 9-14.
- Du, S.-k., Jiang, H., Yu, X., & Jane, J.-I. (2014). Physicochemical and functional properties of whole legume flour. *LWT - Food Science and Technology*, 55(1), 308-313. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.06.001>
- Elkhalifa, A. E. O., & Bernhardt, R. (2010). Influence of grain germination on functional properties of sorghum flour. *Food chemistry*, 121(2), 387-392.
- Foschia, M., Horstmann, S. W., Arendt, E. K., & Zannini, E. (2017). Legumes as functional ingredients in gluten-free bakery and pasta products. *Annual review of food science and technology*, 8, 75-96.
- Freeman, T., Brockbank, K., & Armstrong, B. (2015). Measurement and quantification of caking in powders. *Procedia Engineering*, 102, 35-44.
- Gallagher, E. (2008). 14 - Formulation and nutritional aspects of gluten-free cereal products and infant foods. In E. K. Arendt & F. Dal Bello (Eds.), *Gluten-Free Cereal Products and Beverages* (pp. 321-346). San Diego: Academic Press.
- Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 15(3), 143-152. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012>
- Garg, V., Deng, T., & Bradley, M. S. A. (2022). A new method for assessing powder flowability based on physical properties and cohesiveness of particles using a small quantity of samples. *Powder Technology*, 395, 708-719. doi: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.10.027>
- Huang, X., Dou, J.-y., Li, D., & Wang, L.-j. (2018). Effects of superfine grinding on properties of sugar beet pulp powders. *LWT*, 87, 203-209.
- Jan, S., Rafiq, S. I., & Saxena, D. (2015). Effect of physical properties on flow ability of commercial rice flour/powder for effective bulk handling. *International Journal of Computer Applications*, 975, 8887.

- Jinapong, N., Supphantharika, M., & Jamnong, P. (2008). Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*, 84(2), 194-205. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.04.032>
- Kaur, M., & Singh, N. (2005). Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Food chemistry*, 91(3), 403-411.
- Kinsella, J. E., & Melachouris, N. (1976). Functional properties of proteins in foods: a survey. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 7(3), 219-280.
- Kumoro, A. C., Retnowati, D. S., Budiayati, C. S., Manurung, T., & Siswanto, H. (2012). Water solubility, swelling and gelatinization properties of raw and ginger oil modified gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) flour. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 4(17), 2854-2860.
- Kusumayanti, H., Handayani, N. A., & Santosa, H. (2015). Swelling Power and Water Solubility of Cassava and Sweet Potatoes Flour. *Procedia Environmental Sciences*, 23, 164-167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.025>
- Mercan, E., Sert, D., & Akin, N. (2018). Determination of powder flow properties of skim milk powder produced from high-pressure homogenization treated milk concentrates during storage. *LWT*, 97, 279-288. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.002>
- Mohamed, T. K., Zhu, K., Issoufou, A., Fatmata, T., & Zhou, H. (2009). Functionality, in vitro digestibility and physicochemical properties of two varieties of defatted foxtail millet protein concentrates. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(12), 5224-5238.
- Moorthy, S. N. (2002). Physicochemical and functional properties of tropical tuber starches: a review. *Starch-Stärke*, 54(12), 559-592.
- Ratnawati, L., Desnilasari, D., Surahman, D., & Kumalasari, R. (2019). *Evaluation of physicochemical, functional and pasting properties of soybean, mung bean and red kidney bean flour as ingredient in biscuit*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Xu, J., Zhang, Y., Wang, W., & Li, Y. (2020). Advanced properties of gluten-free cookies, cakes, and crackers: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 103, 200-213. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.017>
- Zoghi, A., Mirmahdi, R. S., & Mohammadi, M. (2021). The role of hydrocolloids in the development of gluten-free cereal-based products for coeliac patients: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(7), 3138-3147.



Depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesinin pul kırmızıbiberin bazı özellikleri üzerine etkisi

The effect of storage temperature, storage time and olive oil on the some properties of red pepper flakes

Esra ÇETİNER¹, Mehmet Şükrü KARAKUŞ^{2,5}, Aziz KORKMAZ³, Ahmet Ferit ATASOY^{4,5}

^{1,2,4}Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa

³Mardin Artuklu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Mardin

⁵Harran Üniversitesi, Biber ve İsoot Uygulama ve Araştırma Merkezi, Şanlıurfa

¹<https://orcid.org/0000-0001-8845-4098>; ²<https://orcid.org/0000-0002-1805-8206>

³<https://orcid.org/0000-0002-5221-6722>; ⁴<https://orcid.org/0000-0002-3390-1177>

To cite this article:

Çetiner, E., Karakuş, M.Ş., Korkmaz, A., & Atasoy, A.F. (2022). Depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesinin pul kırmızıbiberin bazı özellikleri üzerine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 538-548.
DOI:10.29050/harranziraat.1136959

*Address for Correspondence:
Ahmet Ferit ATASOY
e-mail:
fatasoy@harran.edu.tr

Received Date:

28.06.2022

Accepted Date:

27.08.2022

© Co
pyright 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, geleneksel yöntemlerle üretilen pul kırmızıbiberlerin pH, titrasyon asitliği ve renk değerlerine (L*, a*, b*, C* ve h°) depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesinin etkileri araştırılmıştır. Depolama sıcaklığı pul kırmızıbiberlerin pH, titrasyon asitliği, L*, a*, b* ve C* değerleri üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Pul kırmızıbiberlerin pH, titrasyon asitliği, L*, a*, b*, C* ve h° değerleri üzerine depolama süresinin çok önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.001). Zeytinyağı ilavesi, pul kırmızıbiberlerin titrasyon asitliği, L*, b*, C* ve h° değerleri üzerine P<0.001 düzeyinde etkili olmuştur. Çalışma sonuçları, pul kırmızıbiberlerin renk kalitesini artırmak amacıyla zeytinyağının ilave edilebileceğini göstermektedir. Ayrıca renk kalitesinin uzun süre korunabilmesi içinde +4 °C'de depolanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pul kırmızıbiber, Renk özellikleri, Depolama sıcaklığı, Depolama süresi, Zeytinyağı ilavesi

ABSTRACT

In this study, the effects of storage temperature, storage time olive oil addition on moisture, pH, titration acidity and color values (L*, a*, b*, C* and h°) of red pepper flakes produced by traditional methods were investigated. The effect of storage temperature on pH, titration acidity, L*, a*, b* and C* values of red pepper flakes was found to be very significant (P<0.001). The influence of storage time on pH, titration acidity, L*, a*, b* and C* values of red pepper flakes was determined to be very significant (P<0.001). The olive oil addition had an effect on the titration acidity, L*, b*, C* and h° values of red pepper flakes (P<0.001). In conclusion, olive oil can be added to improve the color quality of red pepper flakes. In addition, it should be stored at +4 °C in order to preserve the color quality for a long time.

Key Words: Red pepper flakes, Color properties, Storage temperature, Storage time, Olive oil addition

Giriş

Şekil, boyut, renk, tat-aroma gibi özellikleri nedeniyle geniş bir çeşitliliğe sahip olan biberin otuzdan fazla türü bulunmaktadır. Kırmızıbiber

(*Capsicum annuum*), gıdalara kazandırdığı çeşni ve renk nedeniyle dünyanın birçok yerinde yetiştirilmekte ve tüketilmektedir (Jung ve ark., 2015). Dünya genelinde ticari olarak en çok yetiştirilen ve tüketilen *Capsicum annuum* türüdür

(Wang ve Bosland, 2006; Ardiç ve ark., 2008; Bosland, 2010). Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yetiştirilen kırmızıbiberler taze, kurutulmuş, salça ve sos olmak üzere farklı şekillerde tüketilebilmektedir. Ancak kırmızıbiberin en yaygın kullanım şekli kurutulmuş haliyle baharat olarak kullanılmasıdır.

Türk Gıda Kodeksi baharat tebliğinde pul kırmızıbiber; *Capsicum* (*Solanaceae*) cinsi bitkilerin tam olgunlaşmış meyvelerin kurutulmasıyla farklı boyutlarda pul şeklinde öğütülmesi ve sonrasında bitkisel sıvı yağ ve tuz ilavesi sonucu elde edilen baharat olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2013). Pul kırmızıbiberin dünya çapında tercih edilmesinde sahip olduğu acılık ve renk temel rol oynamaktadır (Lee ve ark., 2004). Biberler, olgunlaşmamış dönemlerde yeşil renge sahipken, olgunlaştıktan sonra renkleri kırmızıya dönüşmektedir. Olgunlaşmayla birlikte yeşil renkli pigmentlerin miktarları azalmakta, kırmızı renk pigmentlerinin miktarı ise artmaktadır. Kırmızıbiberlerin karakteristik kırmızı rengi de karotenoid denilen bu pigmentlerden ileri gelmektedir (Giuffrida ve ark., 2013).

Gıdaların duyu özellikleri üzerinde önemli bir yere sahip olan renk özelliği, tüketici tercihinde önemli rol oynamaktadır. Bir ürünün ticari kalitesinin belirlenmesinde ve tüketiciler tarafından tercih edilmesinde renk özelliği önemli bir rol oynamaktadır (Nieto-Sandoval ve ark., 1999; Vega-Galvez ve ark., 2009). Bu yüzden kırmızıbiberlerin kalite kriterlerinin üretim sonrası süreçte muhafaza edilmesi gerekmektedir. Pul kırmızıbiberler yılın belirli döneminde üretilip yıl boyunca tüketildiğinden dolayı, depolama sıcaklığı ve süresinin pul biberlerin kalitesi üzerine önemli etkileri bulunmaktadır. Ayrıca pul kırmızıbiberlere renk ve tat vermek için zeytinyağı eklenmektedir. Zeytinyağı evlerde kullanılacak pul kırmızıbiberlerin bir kısmına ilave edilmektedir. Ancak endüstriyel üretimde standart bir metot uygulandığından dolayı baharatlar tek seferde

yağla muamele edilmektedir.

Geleneksel yöntemle üretilen pul kırmızıbiberlerin renk kalitesi üzerine zeytinyağı ilavesi ve depolama kriterlerinin etkisine dair herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, çalışmada geleneksel yöntemle üretilen pul kırmızıbiber baharatlarına zeytinyağı ilavesi, depolama sıcaklığı ve süresinin renk özellikleri üzerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

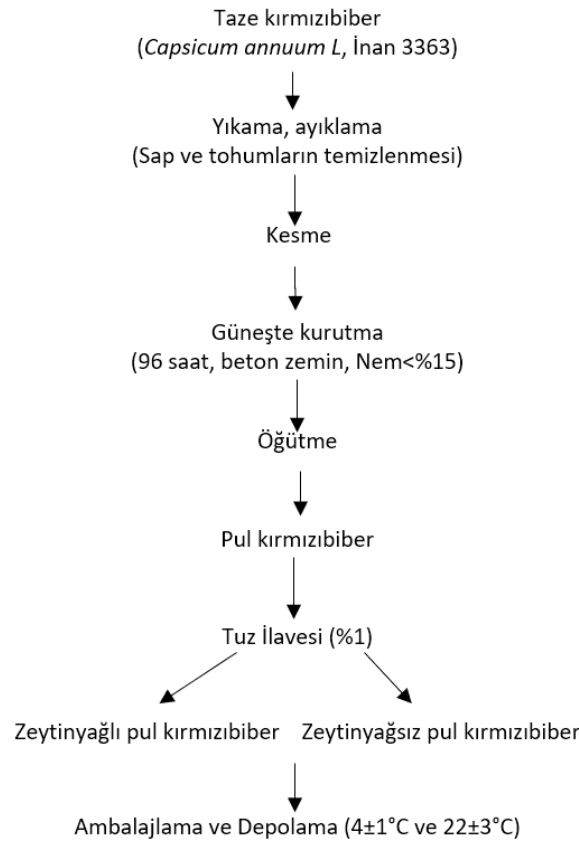
Materyal

Bu çalışmada, Şanlıurfa'da üretilen *Capsicum annuum* L. (İnan 3363) çeşidi taze kırmızıbiberler materyal olarak kullanılmıştır. Zeytinyağı (Kristal, Türkiye) ve kaya tuzu (İbo Tuz, Türkiye) yerel bir marketten alınmıştır.

Yöntem

Pul kırmızıbiber üretimi

Sap ve tohumlarından temizlenen taze biberler el yardımıyla 2-3 kısıma ayrılmıştır. Parçalanmış biberlerin etli kısımları dışa bakacak şekilde temiz bir beton üzerine yayılarak kurutulması sağlanmıştır. Biberlerin nem oranı <math>< 15\%</math> olunca (96 saat), kurutma işlemine son verilmiştir. Kurutulan biberler değirmende öğütüldükten sonra biberlere ağırlıkça %1 oranında tuz ilave edilmiştir. İki kısma ayrılan pul kırmızıbiberlerin yarısına %10 (ağırlık/hacim) oranında zeytinyağı eklenmiştir. Zeytinyağlı ve zeytinyağsız pul kırmızıbiber örnekleri iki katlı polietilen (düşük yoğunluklu) torba ambalaj malzemesi ile ambalajlanarak $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ve $22 \pm 3^\circ\text{C}$ (A: zeytinyağlı $22 \pm 3^\circ\text{C}$ 'de depolama; B: zeytinyağlı $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolama; C: zeytinyağsız $22 \pm 3^\circ\text{C}$ 'de depolama; D: zeytinyağsız $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de depolama) 12 ay boyunca depolanmış ve depolamanın 0., 3., 6., 9. ve 12. aylarında analizler gerçekleştirilmiştir. Pul kırmızıbiberlerin üretim akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Pul kırmızıbiber üretim akım şeması
Figure 1. Production flow chart of red pepper flakes

Pul kırmızıbiberlerde yapılan analizler

Nem tayini (AOAC, 2005)'e göre, toplam titrasyon asitliği ve pH tayini ise Serrano ve ark. (2010) tarafından belirlenen yöntemlere göre yapılmıştır. Örneklerin L* (beyaz-parlak), a* (kırmızı-yeşil), b* (sarı-mavi), C* (kroma) ve h° (ton açısı) değerleri chroma metre ile belirlenmiştir (Nieto-Sandoval ve ark., 1999).

İstatistiksel analizler

Minitab16 paket programı kullanılarak varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Gruplar arasındaki önemlilik Tukey testi ile belirlenmiştir. Araştırma iki (n=2) tekerrürlü yürütülmüştür.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Üretimde kullanılan taze kırmızıbiberlere ait özellikler Çizelge 1.'de gösterilmiştir.

Yapılan çalışmada taze kırmızıbiberin nem oranı %90.74 olarak belirlenmiştir. Taze kırmızıbiber üzerine yapılan çalışmalarda nem oranları %90.02, %91.25 ve %90.49 olarak bulunmuştur (Kuşçu, 2002; Daghan, 2015;

Korkmaz, 2016). Çalışmada elde edilen nem oranının önceki çalışmalardan yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Taze kırmızıbiberlere ait özellikler
Table 1. Properties of fresh red peppers

Analizler Analyzes	Taze kırmızıbiber Fresh red pepper
Nem (%) Moisture (%)	90.74±0.12
pH	2.46±0.10
Titrasyon Asitliği (%sitrik asit) Titratable acidity (citric acid %)	0.159±0.08
L*	34.35±0.03
a*	34.53±0.02
b*	29.81±0.03
C*	28.78±0.04
h°	34.94±0.06

Taze kırmızıbiber örneklerinde pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla 2.46 ve %0.159 (sitrik asit) bulunmuştur. Taze kırmızıbiber üzerine yapılan bir çalışmada pH değeri 5.22 olarak belirlenmiştir (Rico ve ark., 2010). Taze biberlerin pH ve titrasyon değerleri üzerine yapılan başka bir

çalışmada ise pH değerinin 5.21 ve titrasyon asitliği değerinin ise %0.18 (sitrik asit) olduğu bulunmuştur (Ozgur ve ark., 2011). Taze kırmızıbiber örneklerinde pH değeri ve titrasyon asitliğiyle ilgili sonuçların önceki çalışmalarda verilerden daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu durumun, biber çeşidi ve olgunluk düzeyinin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Örneklerin renk değerleri incelendiğinde L*, a*, b*, C* ve h° değerleri sırasıyla 34.35, 34.53, 29.81, 28,78 ve 34.94 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen renk değerlerinin Rico ve ark., (2010), Arslan ve Özcan (2011) ve Korkmaz (2016)

tarafından yapılan çalışmalarda belirlenen değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılığın biber çeşidi, su aktivitesi ve nem oranı gibi faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Taze kırmızıbiberler üzerine yapılan çalışmalarda renk özelliklerinin biberin çeşidine göre değişebildiği bildirilmiştir (Gómez-Ladrón de Guevara ve ark., 1996; Topuz ve ark., 2009).

Depolama boyunca pul kırmızıbiberlerin nem oranlarında meydana gelen değişimler Şekil 2'de verilmiş ve varyans analiz sonuçları ise Çizelge 2.'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Pul kırmızıbiberlere ait varyans analizi sonuçları

Table 2. Variance analysis results of red pepper flakes

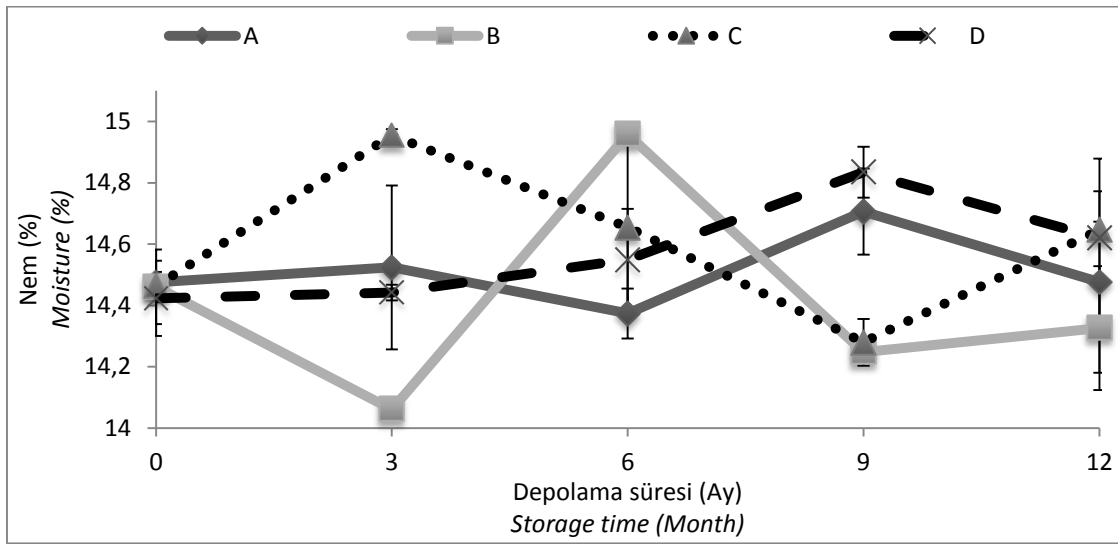
Varyasyon kaynakları <i>Variation sources</i>	Zeytinyağı ilavesi <i>Olive oil addition</i>	Depolama sıcaklığı <i>Storage temperature</i>	Depolama süresi <i>Storage time</i>	Zi x DS <i>AO x ST</i>	Zi x DZ <i>AO x SD</i>	DS x DZ <i>ST x SD</i>	Zi x DS x DZ <i>AO x ST x SD</i>
Nem (%) <i>Moisture (%)</i>	0.073	0.354	0.543	0.582	0.191	0.034*	0.012*
pH <i>pH</i>	0.385	0.000***	0.000***	0.491	0.983	0.000***	0.761
TA (% SA) <i>TA (CA %)</i>	0.000***	0.000***	0.000***	0.001***	0.049**	0.000***	0.240
L*	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.014*	0.000***	0.008**
a*	0.241	0.000***	0.000***	0.138	0.437	0.000***	0.539
b*	0.000***	0.000***	0.000***	0.002**	0.002**	0.006**	0.045*
C*	0.000***	0.000***	0.000***	0.009**	0.008**	0.003**	0.138
h°	0.000***	0.193	0.000***	0.003**	0.000***	0.000***	0.002**

(*: P<0.05 düzeyde önemli, **: P<0.01 düzeyde önemli, ***: P<0.001 düzeyde önemli, P>0.05 önemsiz) TA: titrasyon asitliği; SA: sitrik asit; Zi: zeytinyağı ilavesi; DS: depolama sıcaklığı; DZ: depolama süresi

TA: titratable acidity; CA: citric acid; AO: olive oil addition; ST: storage temperature; SD: storage time

Pul kırmızıbiberlere ilave edilen zeytinyağının nem değerleri üzerine etkisinin olmadığı ve depolama süresi boyunca örneklerin nem değerlerinin değişmediği belirlenmiştir. Depolama sıcaklığı, depolama süresi ve zeytinyağı ilavesinin pul kırmızıbiberlerin nem değerlerini etkilemediği tespit edilmiştir (P>0.05). Ancak DSxDZ ve Zi x DS x DZ interaksiyonlarının nem değerleri üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (P<0.05) (Çizelge 2). Taze biberde %90.74 olan nem içeriğinin güneşte kurutma süresince dehidrasyona bağlı olarak hızlıca azaldığı ve pul kırmızıbiber örneklerinin nem değerlerinin %14.42-14.47 olduğu, depolamanın sonunda ise %14.33-14.65 arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 2). Taze kırmızıbiberlerin güneşte

kurutulmasıyla pul bibere dönüşümlerinde son ürünün nem oranı, üretilen kırmızıbiberin yapısı (toz veya pul) kurutulan biberin çeşidi, kurutma koşulları (sıcaklık, bağıl nem ve süre) ve yasal standartlar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Doymaz, 1998; Kim ve ark., 2002; Kooli ve ark., 2007). Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliğine (2013/12) göre nem oranı %15'in altında belirtilmiştir (Anonim, 2013). Tüm örnekler için nem değerlerinin Türk Gıda Kodeksine uyduğu belirlenmiştir. Pul kırmızıbiberler üzerine yapılan çalışmalarda nem miktarlarının %14.65-14.94 ve %13.41-14.31 arasında olduğu bildirilmiştir (Atasoy ve ark., 2016; Korkmaz ve ark., 2016).

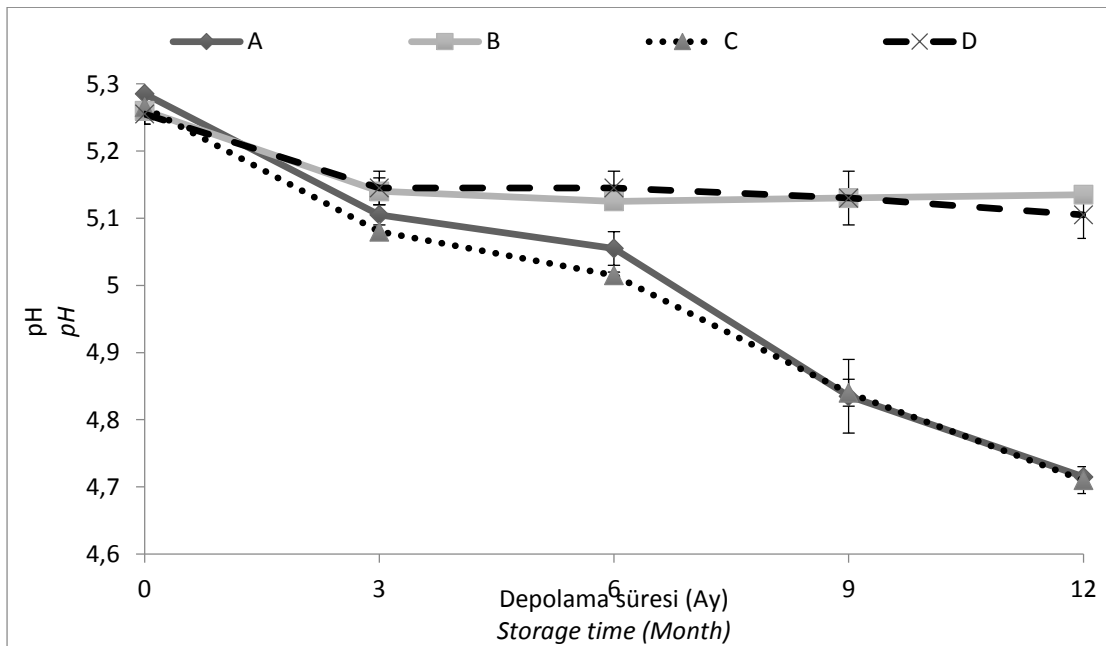


Şekil 2. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin nem değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C’de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C’de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C’de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C’de depolama)

Figure 2. Changes in moisture values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)

Depolama süresi pH değerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olmuştur. Ayrıca, pul kırmızıbiberlerin pH değerlerinin depolama süresi boyunca azaldığı belirlenmiştir ($P<0.05$) (Şekil 3). Bu durumun nedeninin mikroorganizmaların faaliyetleri sonucu şekerli bileşiklerin parçalanmasıyla organik asitlerin oluşmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Atasoy ve ark. (2016), yaptıkları çalışmada pul kırmızıbiberlerin pH değerlerinin depolama boyunca azaldığını bildirmişlerdir. pH değerleri üzerine DS $P<0.001$

düzeyinde etkili bulunmuştur. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen örneklerin pH değerleri oda sıcaklığında muhafaza edilen pul kırmızıbiber örneklerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedeninin mikroorganizmaların düşük sıcaklıkta gelişiminin yavaşlamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca DSxDZ interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Ancak Zİ, ZİxDZ, ZİxDZ ile ZİxDZxDZ’nin pH üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir ($P>0.05$).

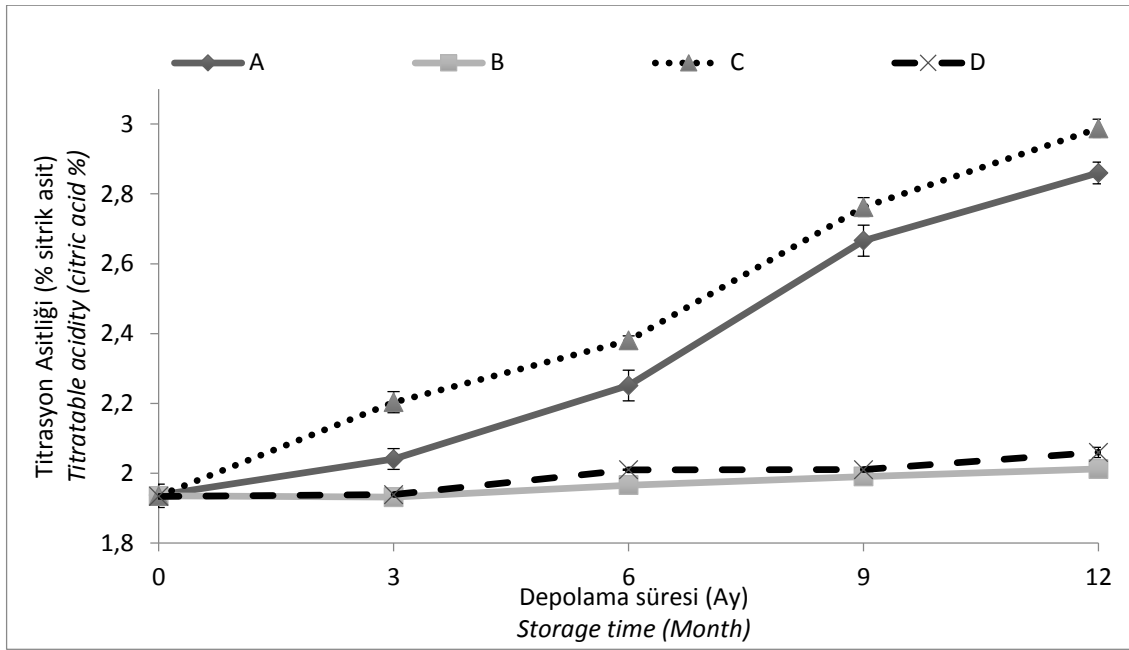


Şekil 3. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin pH değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C’de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C’de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C’de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C’de depolama)

Figure 3. Changes in pH values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)

Pul kırmızıbiberlere ilave edilen Zİ, DS ve DZ titrasyon asitliği üzerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca DSxDZ ve ZİxDZ interaksyonları $P<0.001$, ZİxDZ interaksyonu $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Pul kırmızıbiber örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin depolama süresi boyunca arttığı belirlenmiştir ($P<0.05$) (Şekil 4). Titrasyon asitliğindeki değişimlerin mikroorganizmaların şekerli bileşikleri parçalaması sonucunda oluşan organik asit miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Organik asit miktarının

artmasına bağlı olarak titrasyon asitliği yükselmekte buna karşılık pH değeri düşüş göstermektedir (Korkmaz, 2016). Toontom ve ark. (2012), güneşte kurutulmuş kırmızıbiberlerin titrasyon asitliklerinin mikrobiyal bulaşmaya bağlı olarak yükselebileceğini bildirmiştir. Ayrıca çalışmamızda elde edilen değerler, Korkmaz (2016) tarafından çalışma sonuçlarıyla paralellik gösterdiği saptanmıştır. Ancak, ZİxDSDZ interaksyonunun titrasyon asitliğine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ($P>0.05$).

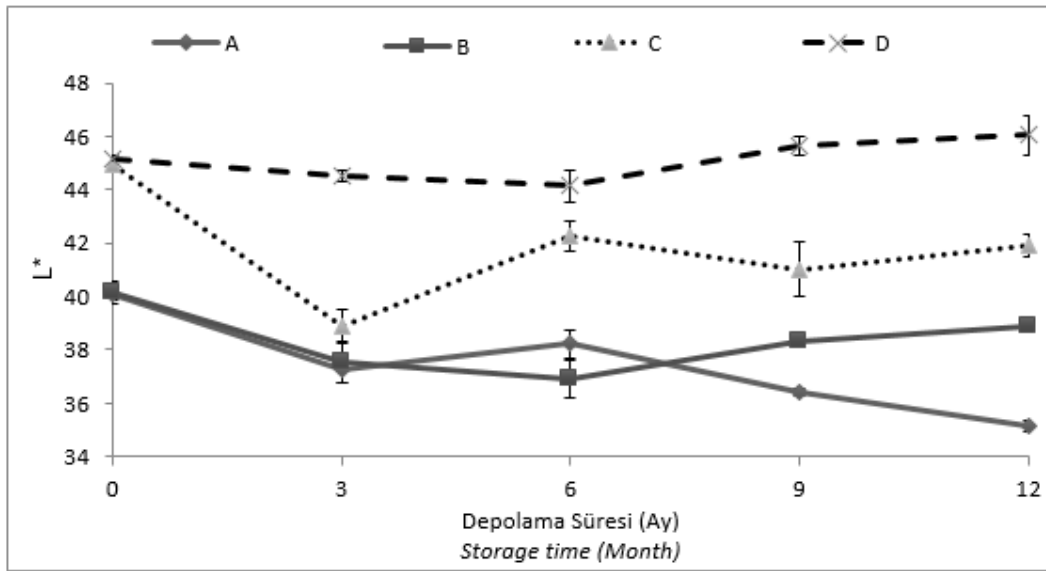


Şekil 4. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin titrasyon asitliği değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22 ± 3 °C'de depolama; B: zeytinyağlı 4 ± 1 °C'de depolama; C: zeytinyağsız 22 ± 3 °C'de depolama; D: zeytinyağsız 4 ± 1 °C'de depolama)

Figure 4. Changes in titratable acidity values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22 ± 3 °C; B: Storage with olive oil at 4 ± 1 °C; C: Storage without olive oil at 22 ± 3 °C; D: Storage without olive oil at 4 ± 1 °C)

Pul kırmızıbiberlerin L^* değerleri depolamanın başında 40.05-45.12, depolamanın sonunda 35.18-46.05 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 5). Zeytinyağı ilaveli örneklerin L^* renk değerlerinin zeytinyağsız pul kırmızıbiber örneklerinden düşük bulunmuştur. Zeytinyağı ilavesi pul kırmızıbiberlerin L^* değeri üzerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olmuştur. Bu durumun nedeninin yağın pul kırmızıbiberler tarafından emilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İnanç (2003), yaptığı çalışmada bazı bitkisel yağların pul kırmızıbiberlerin L^* değerlerinde artış ve azalışlar olduğunu belirtmiştir. Depolama sonunda pul

kırmızıbiberlerin L^* değerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu durumun maillard reaksiyonları tarafından oluşturulan kahverengi renk pigmentlerinin konsantrasyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir (Korkmaz ve ark., 2020). DS ve DZ'nin de pul kırmızıbiberler üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Atasoy ve ark., (2016), biber baharatları üzerine yaptıkları araştırmada örneklerin L^* değerlerinin depolama boyunca azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca, pul kırmızıbiberlerin L^* değerini ZİxDSDZ interaksyonu $P<0.001$, ZİxDZ interaksyonu $P<0.05$, ZİxDSDZ interaksyonu ise $P<0.01$ düzeyinde etkilemiştir.

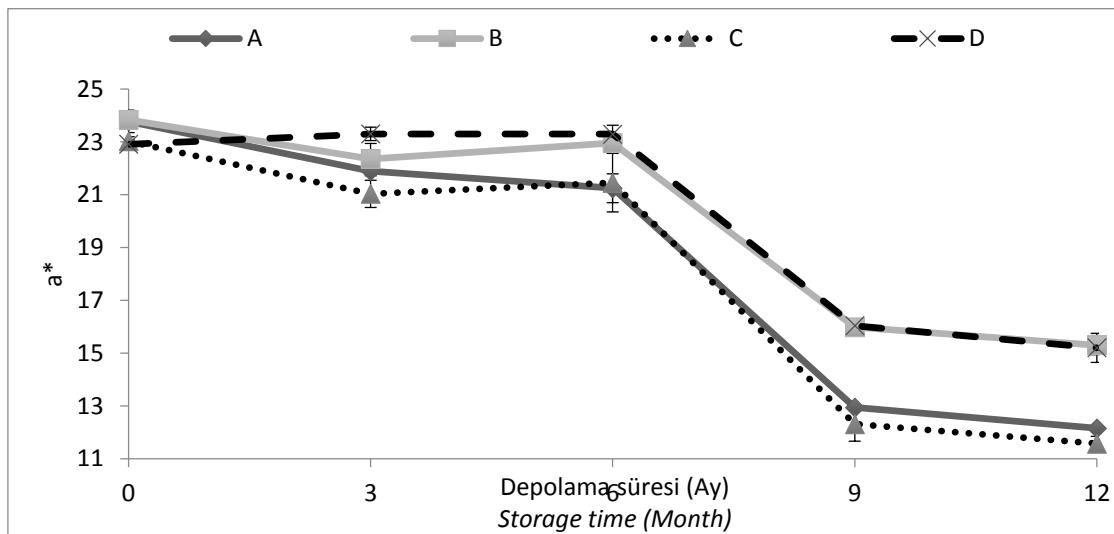


Şekil 5. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin L* değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C’de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C’de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C’de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C’de depolama)

Figure 5. Changes in L* values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)

Pul kırmızıbiber örneklerinin a* değeri üzerine depolama süresi P<0.001 düzeyinde etkili olmuş ve depolama boyunca a* değerlerinde azalma tespit edilmiştir (P<0.05) (Şekil 6). Bu durumun, enzimatik olmayan reaksiyonlardan, klorofil ve diğer pigmentlerin ayrışmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İnanç (2003), bazı bitkisel yağların pul kırmızıbiberlere etkisini araştırdığı çalışmada a* değerlerinde azalma olduğunu saptamıştır. Korkmaz (2016) ve Atasoy ve ark., (2016), pul kırmızıbiberler üzerine yaptıkları çalışmalarda benzer şekilde a* değerinin depolama süresi boyunca azaldığını

belirtmişlerdir. Oda sıcaklığında muhafaza edilen örneklerin a* değerleri buzdolabı sıcaklığında depolanan pul kırmızıbiber örneklerinden düşük bulunmuştur. DS ve DSxDZ interaksiyonu pul kırmızıbiberlerin a* değeri üzerine P<0.001 düzeyinde etkili olmuştur. Bu durumun nedeninin, yüksek sıcaklığa bağlı olarak kırmızı renk tonlarının azalmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Benzer sonuçlar, Rico ve ark., (2010) tarafından da saptanmıştır. Buna rağmen Zİ, ZİxDZ, ZİxDZ ve ZİxDZxDZ interaksiyonlarının a* değeri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

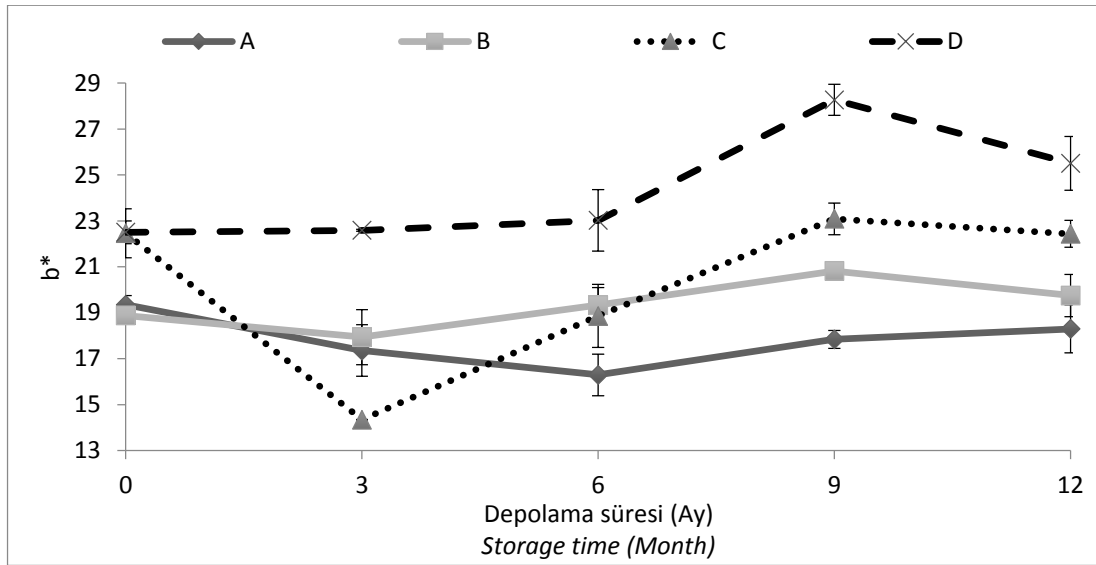


Şekil 6. Depolama süre boyunca pul kırmızıbiberlerin a* değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22±3 °C’de depolama; B:zeytinyağlı 4±1 °C’de depolama; C: zeytinyağsız 22±3 °C’de depolama; D: zeytinyağsız 4±1 °C’de depolama)

Figure 6. Changes in a* values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22±3 °C; B: Storage with olive oil at 4±1 °C; C: Storage without olive oil at 22±3 °C; D: Storage without olive oil at 4±1 °C)

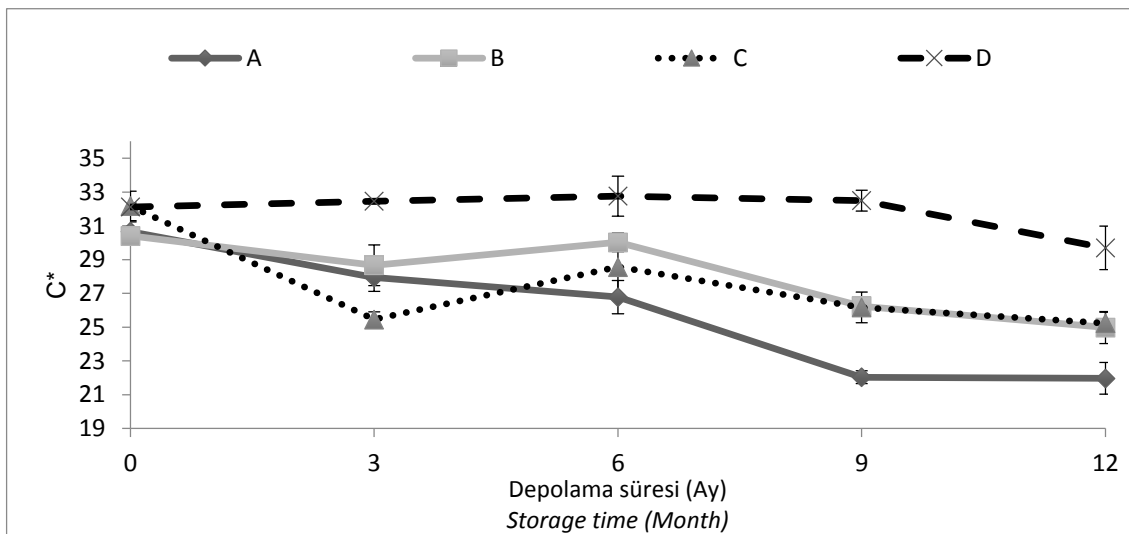
Örneklerin b^* değerleri depolamanın başında 18.88-22.5, depolamanın sonunda ise 18.3-25.5 arasında değişmiştir (Şekil 7). Zeytinyağı ilaveli pul kırmızıbiber örneklerinin b^* renk değerleri zeytinyağsız pul kırmızıbiber örneklerinden düşük bulunmuştur. Zeytinyağı ilavesi pul kırmızıbiberlerin b^* değeri üzerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olmuştur (Çizelge 2). İnanç (2003), bazı bitkisel yağların pul kırmızıbiberlerin b^* değerlerinde kırmızıdan sarıya doğru bir değişim gösterdiğini belirtmiştir. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin b^* değerlerinde

artış ve azalışlar tespit edilmiştir. Depolama süresi pul kırmızıbiberlerin b^* değeri üzerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olmuştur. Korkmaz (2016) ve Atasoy ve ark., (2016), depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin b^* değerlerinde azalma olduğu belirtmişlerdir. İnanç (2003), bazı bitkisel yağların pul kırmızıbiberlere etkisini araştırdığı çalışmada b^* değerlerinde depolama boyunca artma olduğunu bildirmiştir. Ayrıca pul kırmızıbiberlerin b^* değerini DS $P<0.001$, ZixDS, ZixDZ ve DSxDZ interaksyonları $P<0.01$, ZixDSxDZ interaksyonu ise $P<0.05$ düzeyinde etkilemiştir.



Şekil 7. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin b^* değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22 ± 3 °C'de depolama; B:zeytinyağlı 4 ± 1 °C'de depolama; C: zeytinyağsız 22 ± 3 °C'de depolama; D: zeytinyağsız 4 ± 1 °C'de depolama)

Figure 7. Changes in b^* values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22 ± 3 °C; B: Storage with olive oil at 4 ± 1 °C; C: Storage without olive oil at 22 ± 3 °C; D: Storage without olive oil at 4 ± 1 °C)



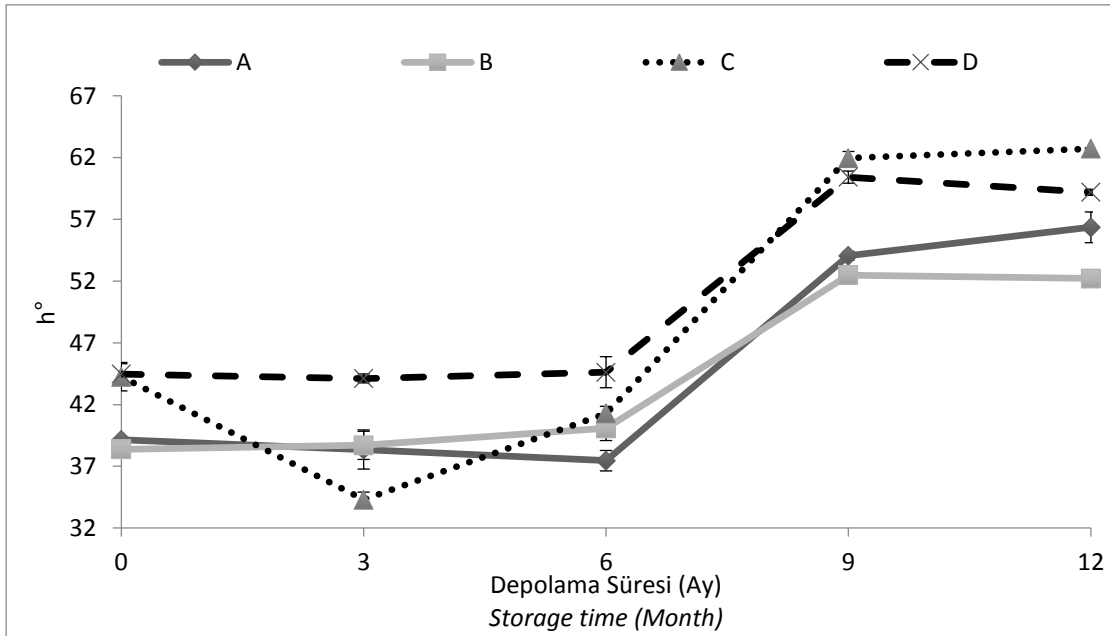
Şekil 8. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin C^* değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22 ± 3 °C'de depolama; B:zeytinyağlı 4 ± 1 °C'de depolama; C: zeytinyağsız 22 ± 3 °C'de depolama; D: zeytinyağsız 4 ± 1 °C'de depolama)

Figure 8. Changes in C^* values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22 ± 3 °C; B: Storage with olive oil at 4 ± 1 °C; C: Storage without olive oil at 22 ± 3 °C; D: Storage without olive oil at 4 ± 1 °C)

Depolama süresi interaksyonu C^* değeri üzerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olmuştur. Ayrıca, pul kırmızıbiberlerin C^* değerlerinin depolama süresi boyunca azaldığı belirlenmiştir ($p<0.05$) (Şekil 8). Korkmaz (2016) yaptığı çalışmada, pul kırmızıbiberlere ait C^* değerlerinin depolama boyunca azaldığını bildirmiştir. Ayrıca C^* değeri üzerine DS $P<0.001$, $ZixDS$, $ZixDZ$ ve $DSxDZ$ interaksyonları $P<0.01$ önemli bulunmasına rağmen $ZixDSxDZ$ interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Kırmızıbiberlere uygulanan kurutma veya işleme tekniğinin renk kalitesinde oluşturduğu değişikliğin açıklanmasında özellikle h^o (renk açısı) değerinin önemli olduğu bilinmektedir. Yapılan

çalışmada pul kırmızıbiberlerin h^o değeri üzerine depolama süresinin önemli olduğu ve depolama süresi boyunca h^o renk değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Depolama süresi interaksyonu h^o değeri üzerine $P<0.001$ düzeyinde etkili olmuştur (Şekil 9). Korkmaz (2016), pul kırmızıbiberler üzerine yaptığı çalışmada, kurumadde miktarının artmasına bağlı olarak renk değerlerinin de arttığını bildirmiştir. Ayrıca Zi , $ZixDZ$ ve $DSxDZ$ interaksyonlarının h^o renk değerine etkisi $P<0.001$, $ZixDS$ ile $ZixDSxDZ$ interaksyonlarının etkisi $P<0.01$ düzeyinde etkili olduğu ve depolama sıcaklığının ise h^o değeri üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$) (Çizelge 2).



Şekil 9. Depolama süresi boyunca pul kırmızıbiberlerin h^o değerlerinde meydana gelen değişimler (A: zeytinyağlı 22 ± 3 °C'de depolama; B: zeytinyağlı 4 ± 1 °C'de depolama; C: zeytinyağsız 22 ± 3 °C'de depolama; D: zeytinyağsız 4 ± 1 °C'de depolama)

Figure 9. Changes in h^o values of red pepper flakes during storage (A: Storage with olive oil at 22 ± 3 °C; B: Storage with olive oil at 4 ± 1 °C; C: Storage without olive oil at 22 ± 3 °C; D: Storage without olive oil at 4 ± 1 °C)

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak zeytinyağı ilavesinin pul kırmızıbiberlerin renk özellikleri üzerine olumlu etki yaptığı ve parlaklığını artırdığı saptanmıştır. Buna karşın, depolama sıcaklığı ve depolama süresinin artmasına bağlı olarak renk değerlerinde kayıplar olduğu belirlenmiştir. Özellikle pul kırmızıbiberlerin depolanmasında sıcaklığın büyük rol oynadığı tespit edilmiştir. Pul kırmızıbiberlerin kalite parametrelerinin korunabilmesi için düşük sıcaklıklarda mümkünse buzdolabı sıcaklığında

saklanması gerektiği ve zeytinyağının ilave edilmesinin gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bundan sonra pul kırmızıbiberlerde renk kalitesi üzerine ambalajların etkisinin de araştırılması gerekmektedir.

Ekler

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (HÜBAK) tarafından desteklenmiştir (Proje No: 16025).

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

Yazar Katkısı: Esra Çetiner üretimlerinin gerçekleştirilmesinde, analizlerin yapılmasında, makale yazımında; Mehmet Şükrü Karakuş verilerin analiz edilmesinde ve makale yazımında; Aziz Korkmaz üretimlerinin gerçekleştirilmesinde, analizlerin yapılmasında, Ahmet Ferit Atasoy araştırmanın tasarlanmasında, üretimlerin gerçekleştirilmesinde ve yazımında katkıda bulunmuştur. Yazarlar makalenin son halini okumuş ve onaylamışlardır.

Kaynaklar

- Anonim (2013). Türk Gıda Kodeksi Baharat Tebliği, Türk Gıda Kodeksi, Tebliğ No:2013/12, Ankara. Erişim tarihi:23.06.2022. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/04/20130410-19.htm>.
- AOAC (2005). Official Methods of Analysis, 18th edition, Association of Official Analytical Chemists. Arlington VA, USA.
- Ardıç, M., Karakaya, Y., Atasever, M., & Durmaz, H. (2008). Determination of aflatoxin B1 levels in deep-red ground pepper (isot) using immunoaffinity column combined with ELISA. *Food and Chemical Toxicology*, 46(5), 1596-1599. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.12.025>.
- Arslan, D., & Ozcan, M. M. (2011). Dehydration of red bell-pepper (*Capsicum annuum* L.): change in drying behavior, colour and antioxidant content. *Food and Bioprocess Processing*, 89(4), 504-513. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2010.09.009>.
- Atasoy, A.F., Aydogdu, M.H., Korkmaz, A., & Kara, E. (2016). Urfa İsoot Biberinin Özelliklerinin Belirlenerek Pazar Potansiyelinin Artırılması, T. C. Kalkınma Bakanlığı Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Tarımsal Araştırma Destekleri Proje Sonuç Raporu, Şanlıurfa, 270s.
- Bosland, P.W. (2010). An American in Spain. Proceedings of the XIVth UCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum & Eggplant, 30 August-1 Eylül, Valencia-Spain, 21-25p.
- Daghan, Ş. (2015). Farklı kurutma metodlarının pul biber kalitesi ve kurutma kinetiği üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 101s.
- Doymaz, İ. (1998). Üzüm ve Kahramanmaraş Biberinin Kuruma Karakteristiklerinin İncelenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 127s.
- Giuffrida, D., Dugo, P., Torro, G., Biagnardi, C., Cavazza, A., Corradini, C., & Dugo, G. (2013). Characterization of 12 Capsicum varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. *Food Chemistry*, 140(4), 794-802. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.060>.
- Gómez-Ladrón de Guevara, R., Pardo-González, J. E., Varón-Castellanos, R., & Navarro-Albaladejo, F. (1996). Evolution of color during the ripening of selected varieties of paprika pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(8), 2049-2052. <https://doi.org/10.1021/jf950465m>.
- İnanç, A.L. (2003). Bazı bitkisel yağların Maraş kırmızı pul biberinin (*Capsicum annuum* L.) kalitesi üzerine etkileri. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya Üniversitesi, Edirne, 162s.
- Jung, K., Song, M.S., Kim, M.J., Moon, B.G., Go, S.M., Kim, J.K., Lee, Y.L., & Park, J.H. (2015). Effect of X-ray, gamma ray, and electron beam irradiation on the hygienic and physicochemical qualities of red pepper powder. *LWT-Food Science and Technology*, 63(2), 846-851. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.030>.
- Kim, S., Park, J.B., & Hwang, K. (2002). Quality Attributes of Various Varieties of Korean Red Pepper Powders (*Capsicum annuum* L.) and Color Stability During Sunlight Exposure. *Food Chemistry and Toxicology*, 67(8), 2957-2961. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb08845.x>.
- Kooli, S., Fadhel, A., Farhat, A., & Belghith, A. (2007). Drying of red pepper in open sun and greenhouse conditions.: Mathematical modeling and experimental validation. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 1094-1103. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.025>.
- Korkmaz, A. (2016). Şanlıurfa pul biberlerinin (isot) üretim ve depolama aşamalarında meydana gelen bazı fizikokimyasal ve biyokimyasal değişimlerin saptanması. Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 292s.
- Korkmaz, A., Aydoğdu, M. H., Mutlu, N., & Atasoy, A. F. (2016). Geleneksel ve fabrikasyon yöntemiyle üretilen isot baharatlarının bazı fizikokimyasal ve renk özelliklerinin belirlenmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3), 204-213.
- Korkmaz, A., Atasoy, A. F., & Hayaloglu, A. A. (2021). The effects of production methods on the color characteristics, capsaicinoid content and antioxidant capacity of pepper spices (*C. annuum* L.). *Food Chemistry*, 341, 128184.
- Kuşçu, A. (2002). Sürekli sistemlerde kurutma işleminin kırmızıbiberde kalite özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 420s.
- Lee, J.H., Sung, T.H., Lee, K.T., & Kim, M.R. (2004). Effect of Gamma irradiation on color, pungency, and volatiles of Korean red pepper powder. *Journal of Food Science*, 69(8), 585-592. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb09904.x>.
- Nieto-Sandoval, J.M., Fernandez-Lopez, J.A., Almela, L., & Munoz, J.A. (1999). Dependence between apparent color and extractable color in paprika. *Color Research & Application*, 24(2), 93-97. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6378\(199904\)24:2%3C93::AID-COL4%3E3.0.CO;2-W](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6378(199904)24:2%3C93::AID-COL4%3E3.0.CO;2-W).
- Ozgun, M., Ozcan, A., Akpınar-Beyazıt, A., & Ersan-Yılmaz, L.

- (2011). Functional compounds and antioxidant properties of dried green and red peppers. *African Journal of Agricultural Research*, 6(25), 5638-5644. <https://doi.org/10.5897/AJAR11.709>.
- Rico, C., W., Kim, G.R., Ahn, J.J., Kim H.K., Furuta, M., & Kwon, J.H. (2010). The comparative effect of steaming and irradiation on the physicochemical and microbiological properties of dried red pepper (*Capsicum annum L.*). *Food Chemistry*, 119(3), 1012-1016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.08.005>.
- Serrano, M., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillen, F., Martinez-Romero, D., & Valero, D. (2010). Antioxidant and nutritive constituents during sweet pepper development and ripening are enhanced by nitrophenolate treatments. *Food Chemistry*, 118(3), 497-503. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.006>.
- Toontom, N., Meenune, M., Posri, W., & Lertsiri, S. (2012). Effect of drying on physical and chemical quality, hotness and volatile flavour characteristics of dried chilli. *International Food Research Journal*, 19(3), 1023-1031.
- Topuz, A., Feng, H., & Kushad, M. (2009). The effect of drying method and storage on color characteristics of paprika. *LWT-Food Science and Technology*, 42(10), 1667-1673. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.05.014>.
- Vega-Galvez, A., Discala, K., Rodriquez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., Lopez, J., & Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper. *Food Chemistry*, 117(4), 647-653. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.066>.
- Wang, D., & Bosland, P.W. (2006). The genes of Capsicum. *Hort Science*, 41(5), 1169-1187. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.41.5.1169>.



Geç hasadın Tombul fıncığının biyometrik ve renk özellikleri ile aflatoksin düzeyine etkisi

The effect of late harvest on the biometric and color characteristics and aflatoxin level of Tombul hazelnuts

Hasan KARAOSMANOĞLU^{1*} 

Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Fındık Ekspertiği Programı, Giresun

¹<https://orcid.org/0000-0002-4652-9861>

To cite this article:

Karaosmanoğlu, H. (2022). Geç hasadın Tombul fıncığının biyometrik ve renk özellikleri ile aflatoksin düzeyine etkisi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 26(4): 549-559.
DOI: 10.29050/harranziraat.1138327

*Address for Correspondence:

Hasan KARAOSMANOĞLU

e-mail:

hasan.karaosmanoglu@giresun.edu.tr

Received Date:

30.06.2022

Accepted Date:

28.11.2022

© 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 araştırma geç hasadın (GH), Giresun kalite Tombul fıncığının bazı fiziksel, kalite ve renk özellikleri ile aflatoksin düzeyine etkisini belirlemek için yapılmıştır. Bu amaçla normal hasat zamanı (NH) referans alınarak dört farklı zamanda hasat yapılmıştır (hasat öncesi-HÖ, erken hasat-EH, NH, GH). Örneklerin meyve ve iç boyutları, meyve ve iç ağırlığı, randıman, kabuk kalınlığı, göbek boşluğu, sağlam iç oranı, kusurlu iç oranı, beyazlama oranı ve diğer bazı fiziksel ve endüstriyel özellikleri belirlenmiştir. Natürel ve kavrulmuş fıncıkların *L*, *a*, *b*, kroma (*C*) ve hue (*h*) değerleri belirlenmiş ve renk skalası oluşturulmuştur. Ayrıca örneklerin aflatoksin düzeyleri tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre GH örneklerin göbek boşluğu daha düşük, zar atma oranı daha yüksek bulunmuştur. Geç hasatla beraber fıncık içlerinin parlaklığı ve doymunluğu kabuğundan farklı davranış göstererek azalırken her ikisinin de kırmızılığı artmıştır. Hiçbir dönemde aflatoksin oluşumu tespit edilmemiştir. Sonuç olarak fıncıkların geç hasat edilmesinin biyometrik ve renk özellikleri üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı, endüstriyel değerini artırdığı görülmüştür. Geç hasatta aflatoksin oluşumunun gözlenmemesi nedeniyle toksin probleminin hasattan sonraki aşamalardan kaynaklandığı düşünülebilir.

Anahtar Kelimeler: Geç hasat, Zar atma, Renk, Kavurma, Aflatoksin

ABSTRACT

This research was carried out to determine the effect of late harvest time (LH) on some physical, quality and color characteristics and aflatoxin level of Giresun quality Tombul hazelnut. For this purpose, harvesting was done at four different times (pre-harvest time -PH, early harvest time -EH, normal harvest time -NH, LH) with reference to the NH. Nut and kernel dimensions, nut and kernel weight, kernel percentage, shell thickness, kernel cavity, good kernel ratio, defective kernel ratio, blanching ratio and some other physical and industrial properties of the samples were determined. *L*, *a*, *b*, chroma (*C*) and hue (*h*) values of natural and roasted hazelnuts were determined and a color scale was created. In addition, aflatoxin level of the samples was determined. According to the results of the study, the kernel cavity of the GH samples was found to be lower and the blanching ability rate was higher. With the late harvest, the brightness and saturation of the hazelnut kernels decreased by showing a different behavior from the shell, while the redness of both increased. No formation of aflatoxin has been detected in any period. As a result, it was seen that the late harvest of hazelnuts did not have a negative effect on the biometric and color characteristics, and increases the industrial value. Since aflatoxin formation is not observed in late harvest, it can be thought that the toxin problem arises from the stages after harvest.

Key Words: Late harvest, Blanching ability, Color, Roasting, Aflatoxin

Giriş

Avrupa'daki kuruyemiş üretiminin yaklaşık %60'ını cevizle beraber oluşturan fındık (*Pycia* ve ark., 2019), natürel ve kavrulmuş olarak tüketilebilen, çeşitli gıda formülasyonlarına girebilen, yıllık yaklaşık 1 milyon ton üretimi ile dünya genelinde en popüler kuruyemişlerden birisidir (Karaosmanoğlu, 2022). Fındık, hoş tadı, besin maddeleri, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri, fitosterol, tokoferol gibi yağda çözünen biyoaktif maddeleri ve polifenollerini nedeniyle insan beslenmesinde çok önemli bir gıdadır (Pelvan ve ark., 2018; Karaosmanoğlu ve Üstün, 2019). Koroner kalp hastalığı riskini azaltmak için Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) fındığın da içinde bulunduğu kuruyemişlerin günlük 32.5 g tüketilmesini önermektedir (European Food Safety Authority, 2011).

Global fındık üretiminin %62.15'ini karşılayan Türkiye üretim ve ticarete öncü ülke konumundadır ve Türkiye'yi İtalya (%13.14), ABD (%6.02), Azerbaycan (%4.60) Şili (%3.17), Gürcistan (%3.05) ve Çin (%2.27) takip etmektedir (FAO, 2020). Ana üretici ülke konumundaki Türkiye'de fındık hasadı, ekolojik faktörlere bağlı olarak bir miktar değişiklik gösterse de ağustos ayı içerisinde (Çakıldak çeşidinde eylül) yapılmaktadır. Normal hasat dönemi olarak sınıflandırılan bu dönemde fındığın zurufları (dıştaki yeşil kabuk) iyice sararıp kahverengileşmeye başlamakta, daneler zuruf içerisinde rahatça çıkarılabilmekte, meyve kabuğu iyice kızarmakta, sertleşmekte ve dallar sallandığında toplam fındığın yaklaşık $\frac{3}{4}$ 'ü dökülmektedir. Ayrıca iç zar tamamıyla koyu renge dönmekte ve nem miktarı %30'un altına düşmektedir. Ancak fındık üreticilerinin fındık dışında başka işlerle uğraşmaları, yoğun zamanda işçi bulamama, fındık tarımıyla uğraşan üretici profiline yaşlanması, mevsimsel koşullar gibi nedenlerle hasat normal zamandan daha önce veya daha geç yapılabilir. Ayrıca geç hasat edilen bademlerde erken hasat edilenlere

kıyasla daha fazla lipid oksidasyonunun meydana geldiğini ve yağ kalitesinin bozulduğunu ancak meyve boyutlarının değişmediği bildirmişlerdir. Bademde yürütülen bir başka çalışmada ise geç hasadın meyve parlaklığını değiştirmediği ancak *a* ve *b* değerlerini düşürdüğü aktarılmıştır (Wei ve ark., 2022). Macadamia'da yürütülen başka bir araştırmada ise geç hasadın meyvenin raf ömrünü kısalttığı (Gama ve ark., 2020), *Torreya grandis* nut'ta (Chinese torreya) ise geç hasadın kuru madde miktarı, yağ oranı ve besinsel kaliteyi arttırdığı aktarılmıştır (Wang ve ark., 2021). Ayrıca bazı fındık çeşitlerinde hasat zamanı ilerledikçe çürük iç oranında artış olduğu rapor edilmiştir (Beyhan, 2000).

Geç hasadın, fındığın market değerini etkileyen fiziksel özellikleri üzerine olumlu etkileri olabileceği gibi renk bozulması gibi olumsuz etkileri de olması muhtemeldir. Diğer taraftan hasadın gecikmesi mikrobiyal kontaminasyon ve toksin oluşumu riski gibi gıda güvenliği problemlerine de yol açabilecektir. Diğer kuruyemişlerde tespit edilen ve yukarıda özetlenen bulgulara rağmen fındığın geç hasat edilmesinin meyve özellikleri, renk değerleri ve fındıktaki en önemli mikrobiyal problem olan aflatoksin düzeyine etkisine ilişkin bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı, hasat öncesi (HÖ), erken hasat (EH), normal hasat (NH) ve geç hasat (GH) olmak üzere dört farklı zamanda hasat edilen Giresun kalite Tombul fındıklarının meyve boyutları, renk özellikleri ve aflatoksin düzeylerindeki değişimleri belirleyerek geç hasadın etkilerini tespit etmektir.

Materyal ve Metod

Örnek toplama

Çalışma materyali olarak, en önemli Türk fındık çeşidi olan Tombul fındık seçilmiştir. Fındık örnekleri, Giresun (Türkiye) ili, Batlama vadisi, Akköy (40° 51' 38.52" N, 38° 18' 58.69" E), Seyitköy (40° 51' 40.40" N, 38° 19' 09.72" E) ve Alınca (40° 51' 59.55" N, 38° 19' 00.26" E) köylerindeki bahçelerden elle hasat edilmiştir. Her bahçeden "Z" desenine göre örnekleme

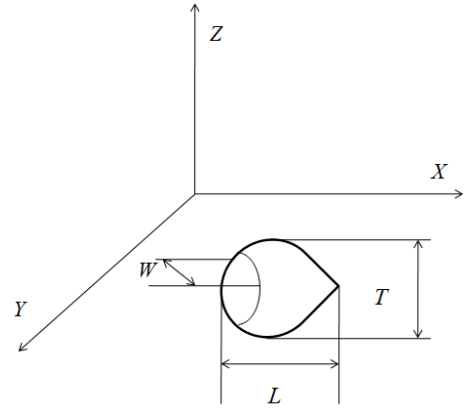
yapılmıştır. Örnek alınan ağaçlar işaretlenmiş ve tüm dönemlerde aynı ağaçlardan örnek toplanmıştır. Örnekleme normal hasat zamanı (12-30 ağustos) referans alınarak dört aşamada yapılmıştır: hasat öncesi (HÖ) 14 temmuz; erken hasat (EH) 1 ağustos; normal hasat (NH) 18 ağustos ve geç hasat (GH) 6 eylül. Hasat edilen fındıklar yeşil kabuklarından elle ayrılıp, plastik poşetlere yerleştirilip -18 °C'de bekletilmiştir. Hasat işlemleri tamamlandıktan sonra tüm örnekler beton harmanda, 5x5 m boyutundaki jüt örtü üzerine serilmiş, kurutma süresi boyunca günde 5 defa karıştırılmıştır. Kurutma işlemi 3 gün süreyle sabah 09:00 akşam 20:00 saatleri arasında ortam koşullarında (ortalama sıcaklık 24.7 °C) yapılmıştır. Akşam 20:00'dan sonra her grup ortaya toplanmış, dışarıdan nem transferini engellemek için naylon örtü ile üzerleri kapatılmıştır. Kurutma süresinin sonunda tüm örneklerde nem oranı %6'nın altına inmiş ve örnekler analiz gününe kadar -18 °C'de bekletilmiştir.

Metod

Meyve boyutları

Kabuklu fındıkların meyve boyutlarının (Şekil 1) tespiti için rastgele belirlenen 30 meyve kullanılmıştır. Seçilen örneklerin meyve uzunluğu (L), meyve genişliği (W) ve meyve kalınlığı (T) 0.01 mm duyarlılığa sahip dijital kumpas (İnsize, İtalya) ile ölçülüp aritmetik ortalamalarının hesaplanmasıyla belirlenmiştir. Meyve uzunluğu; meyve tablası ve uç kısım arasındaki mesafenin, meyve genişliği; iki kotiledon birleşme çizgisi arasındaki en geniş mesafenin, meyve kalınlığı; her iki kabuk yanakları arasındaki en geniş mesafenin ölçülmesiyle belirlenmiştir. Meyve boyutları belirlenen örneklerin kabukları kırılarak natürel iç fındıklar elde edilmiş ve aynı ölçümler tekrarlanmıştır. Meyve ağırlıkları ve aynı örneklerin iç ağırlıkları 0.01 g hassasiyete sahip dijital hassas terazi ile tek tek tartılıp aritmetik ortalamasının alınmasıyla bulunmuştur (Ayfer ve ark., 1986; Karaosmanoğlu ve Üstün, 2017). Meyve ve içlerinin; şekil indeksi ($\mathcal{S}i$), büyüklük (Dg), yuvarlaklık (Φ), yüzey alanı (S) (Ercisli ve ark.,

2011), hacimleri (V) ve yüzde hacim değişim (ΔV) (Delprete ve Sesena, 2014) değerleri aşağıdaki formüller yardımıyla belirlenmiştir.



Şekil 1. Kabuklu ve natürel iç fındığın boyutları (L: uzunluk, T: kalınlık, W, genişlik)

Figure 1. Dimensions of shelled and natural hazelnut kernels (L: length, T: thickness, W, width)

$$\mathcal{S}i = \frac{L}{(W+T)/2} \quad (1)$$

$$Dg = \sqrt[3]{LWT} \quad (2)$$

$$\Phi = \frac{\sqrt[3]{LWT}}{L} \times 100 \quad (3)$$

$$S = \pi Dg^2 \quad (4)$$

$$V = \frac{4}{3} \pi \frac{LWT}{2} = \frac{4}{3} \pi \frac{LWT}{2} = \frac{2}{9} \pi LWT \quad (5)$$

$$\Delta V = 100 \left(1 - \frac{V_{iç}}{V_{kabuklu}}\right) \quad (6)$$

Kabuk kalınlığı; meyve tablasından yukarıya doğru orta bölgenin en kalın yerinin ölçülmesiyle tespit edilmiştir. Göbek boşluğu; iç fındığın ortadan kesilip aradaki boşluğun en geniş yerinden ölçülmesiyle belirlenmiştir. İç oranı; toplam meyve ağırlığının toplam iç ağırlığına, sağlam iç oranı; kabuğu tamamen doldurmuş kusursuz içlerin toplam meyve sayısına, kusurlu iç oranı; sağlam olmayan ve boş içli meyveler dışındaki meyvelerin içlerinin toplam meyve sayısına oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Ayfer ve ark., 1986; Karaosmanoğlu ve Üstün, 2017).

Renk değerleri

Kabuklu fındık, natürel ve kavrulmuş iç, natürel ve kavrulmuş fındık unlarının L, a ve b değerleri HunterLab Color Flex EZ kolorimetre cihazı ile belirlenmiştir. Öncelikle cihazın X:79.05, Y:84.02, Z:89.03 olacak şekilde kalibrasyonu yapılmıştır. Yirmi fındık optik silindirin içerisine yerleştirilip farklı noktalardan okuma yapılarak L, a ve b

değerleri belirlenmiştir (Mexis ve Kontominas, 2009). İlaveten elde edilen renk değerleri Adobe photoshop-CS6 programında Lab renk sistemine girilerek renk skalası oluşturulmuştur. Munsell renk sistemine göre; renk yoğunluğunun veya doygunluğunun bir ölçüsü olan ve 0 (tamamen doymamış) ile 100 (saf renk) arasında değişen kromatikliği tanımlayan kroma (C) ve rengin tonunu yansıtan ve 360° ölçekte derece olarak ifade edilen hue (h°) değeri (Patras, 2019) ve kahverengileşme indeksi (BI) (Marzocchi ve ark., 2017) aşağıdaki formüllerle belirlenmiştir. Zar atma oranı (beyazlama oranı); sağlam iç fındıkların konvansiyonel fırında 175 °C'de 15 dk kavrulup el ile ovularak zarından ayrılması ve beyazlanan fındıkların toplam fındık sayısına oranlanması ile hesaplanmıştır. Ayrıca natürel ve kavrulmuş fındıkların blenderda çekilmesiyle elde edilen unların renk değerleri de belirlenmiştir.

$$C = \sqrt{(a)^2 + (b)^2} \quad (7)$$

$$h^\circ = \arctan(b/a) \quad (8)$$

$$BI = 100 \times \frac{x - 0.31}{0.17}, \quad (9)$$

$$x = \frac{(a+1.75L)}{(5.645L+a-3.012b)} \quad (9)$$

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (10)$$

Aflatoksin analizi

Fındık örneklerinin toplam aflatoksin (TA) ve aflatoksin B1 (AB1) düzeyleri yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) (Shimadzu Corporation, Japan) cihazı ile belirlenmiştir. 125 g öğütülmüş fındık numunesine 5 g sodyum klorür ve 125 mL %70'lik metanol eklenmiştir. Karışım 2 dakika süreyle yüksek hızla vortekslenmiş ve filtre kağıdıyla süzümüştür. Süzüntüden 10 mL, içerisinde 10 mL deiyonize su bulunan şırıngayla çekilmiş ve karıştırılmıştır. Elde edilen karışımdan 10 mL, 3 mL/dak hızla immünoafinite kolondan geçirilmiştir. Kolondan 1 mL metanol geçirilerek aflatoksin ayrılmış ardından 1 mL deiyonize su geçirilerek yıkanmıştır. Elde edilen ekstraktan 50 µL HPLC cihazına enjekte edilerek analiz edilmiştir (TSE, 2010; Turan ve Karaosmanoğlu, 2019).

İstatistiksel analiz

İstatistik analizler JMP (pro 16) istatistik yazılımı kullanılarak yapılmıştır ve üç tekerrürlü yürütülmüştür. Çalışma gruplarının ortalamalarını karşılaştırmak için tek yönlü ANOVA ve ardından Tukey post-hoc testi kullanılmış, sonuçlar ortalama \pm standart sapma (n=3) olarak ifade edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların meyve ve iç boyutları

Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların biyometrik özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre hasat zamanının meyve boyutlarını etkilemediği ($P>0.05$) görülmüştür. Sonuçlarımızla kıyaslanabilir şekilde Bostan ve Koç Güler (2016) NH fındıkların meyve uzunluğu, genişliği ve kalınlığını sırasıyla 17.73 mm, 15.72 mm ve 16.50 mm olarak bildirmişlerdir. Diğer taraftan hasat zamanının meyvenin iç boyutları üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu saptanmıştır. Hasadın gecikmesiyle iç uzunluğu (İU) 13.23 mm'den 14.11 mm'ye, iç genişliği (İG) 10.67 mm'den 11.77 mm'ye, iç kalınlığı (İK) 11.35 mm'den 12.25 mm'ye yükselmiştir. HÖ ve EH arasında her üç boyutta da dramatik artış gerçekleştiği görülürken, NH ve GH arasında sadece İG yönünden farklılık tespit edilmiştir ($P<0.01$). Karaosmanoğlu ve Üstün (2017) NH Tombul fındıkların İU, İG, İK değerlerini sırasıyla 13.19 mm, 12.48 mm, 12.15 mm olarak rapor etmişlerdir. Ozdemir ve Akinci (2004) tarafından yürütülen bir araştırmada NH Tombul iç fındıkların boyutları (İU, İG, İK; 12.69 mm, 11.96 mm, 11.63 mm sırasıyla) sonuçlarımıza yakın olarak bildirilmiştir. Ercisli ve ark. (2011) ise meyve ve iç boyutlarını sonuçlarımızdan daha yüksek rapor etmişlerdir. Fındıkların biyometrik özelliklerini çeşit, genotip, hasat sezonu ve tür gibi faktörler etkileyebilmektedir (Xu ve Hann, 2010; Turan, 2019; Balta ve ark., 2006), önceki çalışmalarla olan farklılık sıralanan faktörlerle ilgili olabilir.

Hasat zamanları arasında meyve ağırlığı 1.56 g ile 1.75 g arasında değişmesine rağmen farklılık

anlamli bulunmamıştır (P>0.05). Diğer taraftan iç ağırlığının hasat zamanından etkilendiği görülmüş ancak farklılık HÖ (0.73 g) ve EH (0.89 g) arasında gerçekleşmiş, EH'den sonra iç ağırlığında değişim gözlenmemiştir. Randıman en önemli meyve özelliklerinden birisi olmanın yanı sıra çeşit faktörüyle birlikte fındığın ekonomik değerini belirleyen en önemli parametredir (Karaosmanoğlu, 2018). Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte meyve ağırlığının değişmemesi ancak iç ağırlığının artmasına bağlı olarak randımanda da artış gözlenmiştir. Ancak bu

artış HÖ (%49.12) – EH (%56.22) arasında olmuş NH (%55.29) – GH (%56.25) arasında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir. Beyhan (2000) ve Kalkisim ve ark. (2016) sonuçlarımızı doğrular şekilde hasat zamanının ilerlemesiyle fındık meyve ağırlığının değişmediğini ancak iç ağırlığının arttığını rapor etmişlerdir. Wang ve ark. (2021) *Torreya grandis*'in (Chines nut) geç hasat edilmesinin randımanı değiştirmedeğini, Kazantzis ve ark. (2003) ise erken ve geç hasat edilen bademlerin meyve ağırlıklarının benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların meyve boyutları ve bazı kalite özellikleri
Table 1. Fruit sizes and some quality characteristics of hazelnuts harvested at different times

Hasat Zamanı Harvest Time	HÖ PH	EH EH	NH NH	GH LH	Önem Sign.
meyve uzunluğu (mm) nut length (mm)	18.23±0.89	18.06±1.04	18.07±1.29	18.12±1.14	öd
meyve genişliği (mm) nut width (mm)	15.37±1.08	15.45±0.96	15.36±1.16	15.17±0.83	öd
meyve kalınlığı (mm) nut depth (mm)	16.61±0.88	16.40±1.08	16.47±1.22	16.35±0.90	öd
iç uzunluğu (mm) kernel length (mm)	13.23±0.79b	13.81±1.31ab	13.81±1.29ab	14.11±1.19a	*
iç genişliği (mm) kernel width (mm)	10.67±1.31b	11.74±1.63b	11.76±1.49b	11.77±0.98a	**
iç kalınlığı (mm) kernel depth (mm)	11.35±1.11b	12.00±1.52b	12.26±1.35a	12.25±1.26ab	*
meyve ağırlığı (g) nut weight (g)	1.56±0.29	1.69±0.35	1.75±0.35	1.70±0.39	öd
iç ağırlığı (g) kernel weight (g)	0.73±0.17b	0.89±0.23a	0.92±0.22a	0.91±0.23a	**
randıman (%) kernel percentage (%)	49.12±0.15b	56.22±0.18a	55.29±0.15a	56.25±0.171a	*
kabuk kalınlığı (mm) Shell thickness (mm)	1.01±0.3	0.98±0.14	0.91±0.111	0.95±0.16	öd
göbek boşluğu (mm) kernel cavity (mm)	1.52±1.33a	1.91±0.98a	1.69±1.21a	0.73±1.04b	**
sağlam iç oranı (%) good kernel ratio (%)	82.22±1.92c	92.89±0.77b	96.67±0.58a	96.67±0.58a	**
kusurlu iç oranı (%) defect kernel ratio (%)	17.78±1.92a	7.11±0.77b	3.33±0.58c	3.33±0.58c	**
meyve şekil indeksi shape index	1.14±0.06	1.14±0.07	1.14±0.08	1.15±0.07	öd
meyve yuvarlaklığı- Φ (%) nut sphericity- Φ (%)	92.52±3.04	94.25±2.05	93.15±1.45	93±3.24	öd
iç yuvarlaklığı- Φ (%) kernel sphericity- Φ (%)	94.12±1.08	98.22±2.78	96.15±2.11	96.89±1.07	öd
meyve büyüklüğü- Dg (mm) nut size- Dg (mm)	16.69±0.80	16.59±0.83	16.58±1.03	16.49±0.79	öd
yüzey alanı- S (cm ²) surface area- S (cm ²)	8.77±0.84	8.67±0.87	8.67±1.08	8.57±0.82	öd
meyve hacmi- V- meyve (mm ³) nut volume V- nut (mm ³)	32645.51±84.12	3209.32±88.94	3210.16±110.12	3152.74±82.79	öd
iç hacmi- V-iç (mm ³) kernel volume	1130.89±42.98b	1398.84±71.55a	1413.71±63.71a	1434.91±58.95a	*
hacim değişimi- ΔV (%) percentage volume- ΔV (%)	65.01±1.38a	55.05±2.74b	54.53±2.68b	53.23±2.49b	*

Tüm değerler ortalama \pm standart sapma (n= 3) olarak sunulmuştur. Aynı satırda ortak harfi (a-d) olmayan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Önem düzeyi; *, ** ve "öd"; P< 0.05, 0.01 ve "önemli değil" sırasıyla. HÖ- hasat öncesi, EH- erken hasat, NH- normal hasat, GH- geç hasat

Hasat zamanı meyvelerin kabuk kalınlığını etkilemezken göbek boşluğu üzerinde etkili olmuştur ($P<0.01$). En düşük göbek boşluğu 0.73 mm ile GH'de tespit edilmiştir. Göbek boşluğu çevresinde polifenoloksidaz enzimlerinin sebep olduğu esmerleşme reaksiyonları nedeniyle fındık içinde renk bozulması meydana gelebilmektedir (Karaosmanoğlu, 2018). Bu nedenle fındıkların geç hasat edilmesi renk bozulmaları üzerinde pozitif etki sağlayabilir. Sağlam ve kusurlu iç oranlarına hasat zamanının etkisi olduğu görülmüş, en yüksek sağlam ve en düşük kusurlu iç oranları NH ve GH'de tespit edilmiş ve bu örnekler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Beyhan (2000) Palaz haricindeki çeşitlerde hasat zamanının ilerlemesiyle kusurlu iç oranında bir değişim olmadığını bildirmiştir.

Diğer fiziksel özelliklerden meyve şekil indeksi, meyve yuvarlaklığı, iç yuvarlaklığı, meyve büyüklüğü, yüzey alanı ve meyve hacmi üzerinde hasat zamanının etkili olmadığı görülmüştür. İç hacmi, iç ağırlık artışına paralel olarak hasat zamanının ilerlemesiyle artmış ($P<0.05$) ancak EH'den sonra değişmemiştir. Meyve hacminin değişmemesi buna karşın iç hacminin artışına bağlı olarak ΔV düşüş göstermiştir. Sonuçlarımız bazı çalışmalarda Türk Tombul fındıkları için bildirilen değerlere oldukça yakındır (Ozdemir ve Akinci, 2004; Balta ve ark., 2006; Ercisli ve ark., 2011). Ancak çeşit ve lokasyonun meyve boyutlarını ve randımanı etkilemesi nedeniyle farklı çeşit ve bölge fındıklarıyla, sıralanan parametreler açısından farklılıklar gözlenebilmektedir (Pliestic ve ark., 2006; Milosevic ve Milosevic, 2017; Çetin ve ark., 2020).

Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların kabuk, natürel iç ve natürel unlarının renk değerleri

Renk kurutulmuş gıdalarda tüketici tercihini ve gıdanın market değerini etkileyen en önemli kriterlerin başında gelmektedir (Özdemir ve Devres, 2000; Özdemir ve ark., 2001). Gıdaların renkleri duyuşal panellerin yanı sıra enstrümantal olarak da belirlenebilmektedir. Bu çalışmada örneklerin L (parlaklık), a (kırmızılık) ve b (sarılık)

değerleri kolorimetre cihazı ile belirlenmiş ve bu değerler kullanılarak renk skalası oluşturulmuştur.

Farklı zamanlarda hasat edilen kabuklu, natürel ve natürel fındıklardan elde edilen natürel un örneklerine ait L , a , b , C ve h değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. Hasat zamanları arasında incelenen parametreler kabukta ve içte farklı davranışlar göstermiştir. L , kabukta HÖ'de en yüksek değeri alırken EH'de en düşük değere inmiş ve daha sonra GH'ye kadar artmıştır. a , b , C ve h değerleri de genellikle L 'ye paralel bir değişim göstermiştir. Kabukta ölçülen tüm değerlerde GH fındıkların NH'ye göre daha yüksek değerler aldığı dikkat çekmiştir. Natürel iç ve unda birbirlerine benzer şekilde değişim gözlenmiş, L HÖ - EH arasında yükselmiş sonra sürekli düşmüştür. İç (47.82) ve un (73.51) örneklerinde en yüksek L değeri yani en parlak örnekler EH'deki fındıklarda tespit edilmiştir. Geç hasatla birlikte NH'ye göre iç ve unların parlaklığı azalmıştır ($P<0.01$). İç ve unda L değeri gibi b , C ve h değerleri de HÖ'den sonra önce yükselmiş sonra da genellikle düşmüştür. NH'ye göre GH'nin b , C ve h değerlerinin tamamı daha düşük olarak tespit edilmiştir. Bunların aksine a ise GH'de daha yüksek olarak saptanmıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde kabukların parlaklığı, kırmızılığı ve doygunluğu hasat geciktikçe artmıştır. İçte ise geç hasatla beraber fındıkların parlaklığı ve doygunluğu azalırken kırmızılığı artmıştır. İç ve undaki özellikle EH'den sonraki düzenli koyulaşma renk skalasında oldukça belirgin görülmektedir (Şekil 2). Polifenoloksidaz (POD) ve peroksidaz (PO) enzimleri polifenollerini parçalamaktadır (Seyhan ve ark., 2007). Polonya fındıklarında (Pycia ve ark., 2020) ve cevizde (Pycia ve ark., 2019) hasat zamanının ilerlemesiyle polifenol konsantrasyonunda düşüş olduğunu rapor edilmiştir. Çalışmamız sonuçlarına göre geç hasatta meydana gelen renk değişiminin nedeni POD ve PO aktiviteleri sonucunda azalan polifenol konsantrasyonu olabilir. Çünkü enzim aktivitesinin daha düşük olduğu kabukta, GH örneklerde tüm değerler artmıştı. Sonuçlarımıza benzer şekilde

Wei ve ark. (2022) cevizde hasat zamanının ilerledikçe *L* ve *b* değerlerinin azaldığını ancak farklı olarak *a* değerinin de azaldığını bildirmişleridir. Normal hasat fındıklarda yapılan bazı çalışmalar sonuçlarımızla oldukça uyumludur. Örneğin iç fındıklarda *L* değerini Guine ve ark. (2015) 42.6-47.2, *a* değerini Mexis ve Kontominas (2009) 6.84, *b* değerini Karaosmanoğlu ve Üstün (2022) 18.97 olarak rapor etmişlerdir. Ercisli ve ark. (2011) *L* değerini daha düşük, Çetin ve ark. (2020) *a* değerini, Akçin ve Bostan (2019) *b* değerini daha yüksek bildirmişlerdir. Coğrafik orjin, sezon, çeşit, depolama koşulları (Guine ve ark., 2015), ölçüm yöntemleri ve iklim (Karaosmanoğlu ve Üstün, 2021) fındıkların rengini etkileyebilmektedir. Literatürle olan farklılığın sıralanan faktörlerden kaynaklanabileceği söylenebilir.

Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların kavrulmuş iç ve kavrulmuş unlarının renk değerleri

Farklı zamanlarda hasat edilip kavurulmuş iç fındık ve unlarına ait renk değerleri Çizelge 3'te özetlenmiştir. Hasat zamanının kavurulmuş içlerin renk değerlerinin tamamında, unlarının ise *b* ve *C* değerleri üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Unların *L* ve *a* değerleri üzerinde hasat zamanının etkisi istatistiksel olarak anlamlı olmasına rağmen bu farklılık duyuşal olarak algılanabilecek seviyede değildir (Şekil 2). Ayrıca NH ve GH örneklerin tamamı istatistiksel olarak aynı grupta sınıflandırılmıştır. Kavurma prosesiyle fındığın renkli olan zarı uzaklaştırılmakta, geriye oldukça beyaz ve renk farklılığının tespiti zor olan kısmı kalmaktadır. Kavurulmuş iç ve unlardaki renk değerlerinin yakınlığı bu nedenden kaynaklanıyor olabilir. Özdemir ve ark. (2001) kavurulmuş fındıkların *L* (58.29-70.09), *a* (4.07-8.66) ve *b* (18.74-22.66) değerlerini sonuçlarımızla oldukça uyumlu olarak rapor etmişlerdir.

Hasat zamanı Harvest Time	HÖ PH	EH EH	NH NH	GH LH
Kabuk Shell				
Natürel iç Kernel				
Natürel un Naturel flour				
Kavurulmuş iç Roasted kernel				
Kavurulmuş un Roasted flour				

Şekil 2. Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların kabuk, natürel iç, natürel un, kavurulmuş iç, kavurulmuş unlarına ait renk skalası. HÖ- hasat öncesi, EH- erken hasat, NH- normal hasat, GH- geç hasat.

Figure 2. Color scale of the shell, natural kernel, natural flour, roasted kernel, roasted flours of hazelnuts harvested at different times

Çizelge 2. Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların kabuk, natürel iç ve natürel un renk değerleri
Table 2. Shell, natural kernel and natural flour color values of hazelnuts harvested at different times

Hasat zamanı Harvest Time	HÖ PH	EH EH	NH NH	GH LH	Önem Sign.
L-kabuk L-shell	55.71±0.01a	35.73±0.01d	41.84±0.06c	42.24±0.03b	**
a-kabuk a-shell	8.87±0.02a	6.24±0.02c	6.03±0.01d	8.66±0.01b	**
b-kabuk b-shell	22.84±0.02a	9.95±0.01d	11.21±0.01c	12.55±0.01b	**
C-kabuk C-shell	24.51±0.01a	11.73±0.02d	12.75±0.01c	15.25±0.01b	**
h-kabuk h-shell	68.75±0.01a	57.86±0.02c	61.74±0.03b	55.33±0.02d	**
L-iç L-kernel	44.25±0.01c	47.82±0.00a	46.36±0.01b	42.72±0.03d	**
a-iç a-kernel	6.55±0.00c	5.13±0.01d	8.19±0.01b	8.53±0.02a	**
b-iç b-kernel	14.85±0.01d	16.16±0.02b	16.88±0.01a	15.63±0.02c	**
C-iç C-kernel	16.25±0.01d	16.99±0.01c	18.75±0.01a	17.78±0.03b	**
h-iç h-kernel	66.18±0.03b	72.37±0.02a	64.12±0.01c	61.36±0.02d	**
L-un L-flour	67.64±0.02d	73.51±0.01a	70.78±0.01b	68.56±0.02c	**
a-un a-flour	2.75±0.01a	1.34±0.00d	2.01±0.01c	2.21±0.01b	**
b-un b-flour	20.03±0.02b	24.37±0.02a	18.85±0.01c	16.45±0.03d	**
C-un C-flour	20.22±0.01b	24.41±0.01a	18.95±0.01c	16.62±0.00d	**
h-un h-flour	82.16±0.01d	86.83±0.02a	83.86±0.02b	82.40±0.01c	**

Tüm değerler ortalama ± standart sapma (n= 3) olarak sunulmuştur. Aynı satırda ortak harfi (a-d) olmayan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Önem düzeyi; *, ** ve “öd”; P< 0.05, 0.01 ve “önemli değil” sırasıyla. HÖ- hasat öncesi, EH- erken hasat, NH- normal hasat, GH- geç hasat

Beyazlama oranı (zar atma) iç fındık ticareti bakımından ürünün pazar fiyatını belirleyen önemli endüstriyel özelliktir (Beyhan, 2000), özellikle çerezlik olarak tüketilecek fındıklarda yüksek olması istenir. Hasat zamanları arasında HÖ'den GH'ye kadar beyazlama oranı sürekli artmıştır (P<0.01). Beyazlama oranında NH (93.35) ve GH (96.40) arasında yaklaşık %3'lük fark görülmüştür. HÖ ise %81.74 ile en düşük zar atmanın olduğu hasat zamanı olmuştur. Beyhan (2000) hasat zamanının ilerlemesiyle bazı fındık çeşitlerinde beyazlama oranının arttığını ancak Tombul'da değişim olmadığını bildirmiştir. Turan (2019) Tombul fındıkta beyazlama oranını 97.02-97.33 aralığında rapor etmiştir. Kavurma prosesiyle renk değişimi üzerine genel bir değerlendirme yapabilmek amacıyla BI değeri hesaplanmıştır (Çizelge 3). İç fındıklar arasında fark tespit edilmezken unlarda anlamlı farklılık görülmüştür (P<0.01). Ancak GH ile NH

istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Kavurma sürecinde fındıklardaki kahverengileşme Maillard reaksiyonu ve karamelizasyon gibi enzimatik olmayan reaksiyonlarla gerçekleşmektedir. Karamelizasyon reaksiyonu yüksek sıcaklıkta şekerlerin doğrudan parçalanması ile, Maillard reaksiyonu ise serbest amino asitlerin, proteinlerin veya peptitlerin serbest amino grupları ile indirgen şekerler veya lipit oksidasyon ürünleri arasında gerçekleşmektedir (Özdemir ve Devres, 2000; Özdemir ve ark., 2001; Şimşek, 2007; Marzocchi ve ark., 2017). Diğer taraftan bitkilerin kimyasal kompozisyonu meyve gelişimi süresince değişmektedir (Ilyasoglu, 2015; Gama ve ark., 2020). Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların BI değerleri arasındaki farklılığın karamelizasyon ve Maillard reaksiyonlarına giren bileşiklerin konsantrasyon farkından kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 3. Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların kavrulmuş iç ve kavrulmuş un renk değerleri
 Table 3. Roasted kernel and roasted flour color values of hazelnuts harvested at different times

Hasat zamanı Harvest Time	HÖ PH	EH EH	NH NH	GH LH	Önem Sign.
L-iç L-kernel	57.77±11.69	56.2±2.26	58.04±4.36	57.05±2.18	öd
a-iç a-kernel	5.53±2.61	7.42±0.76	7.04±0.24	7.61±1.99	öd
b-iç b-kernel	22.84±5.98	25.53±0.97	26.91±1.99	25.45±1.08	öd
C-iç C-kernel	23.62±5.84	26.33±1.15	27.82±1.98	26.61±1.18	öd
h-iç h-kernel	75.77±7.31	73.74±2.14	75.3±0.66	73.4±4.23	öd
L-un L-flour	64.63±0.63ab	64.13±0.73b	64.38±1.46ab	66.52±0.5a	*
a-un a-flour	8.5±0.31a	8.3±0.32ab	7.69±0.2ab	7.28±0.64b	*
b-un b-flour	29.54±0.92	30.44±1.26	29.05±0.93	28.94±0.3	öd
C-un C-flour	30.74±0.95	31.55±1.3	30.11±1.01	29.84±0.43	öd
h-un h-flour	73.94±0.34b	74.75±0.08ab	75.20±0.49ab	75.89±1.09a	*
beyazlama (%) blanching (%)	81.71±0.25c	93.55±0.39b	93.35±0.31b	96.40±0.24a	**
kahverengileşme indeks-iç browning index-kernel	56.56±11.07	68.78±1.59	69.56±0.62	67.56±5.61	öd
kahverengileşme indeks-un browning index-flour	69.2±2.18ab	72.09±2.92a	67.27±1.02ab	63.77±1.88b	**
ΔE-iç ΔE-kernel	16.01±12.87	12.84±2.07	15.49±4.59	17.49±2.22	öd
ΔE-un ΔE-flour	11.53±0.76b	13.22±0.4b	13.39±0.24b	13.64±0.53a	**

Tüm değerler ortalama ± standart sapma (n= 3) olarak sunulmuştur. Aynı satırda ortak harfi (a-d) olmayan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır. Önem düzeyi; *, ** ve "öd"; P< 0.05, 0.01 ve "önemli değil" sırasıyla. HÖ- hasat öncesi, EH- erken hasat, NH- normal hasat, GH- geç hasat

Farklı zamanlarda hasat edilen fındıkların aflatoksin düzeyleri

Mikotoksinler çeşitli tarım ürünlerinde, hasattan tüketime kadar olan aşamalarda bazı küf türlerince ortam şartlarına bağlı olarak üretilen ikincil metabolitlerdir. Bilinen mikotoksinler arasında aflatoksinler en toksik, tehlikeli ve yaygın olanlarıdır (Atasoy ve ark., 2017). Fındığın aflatoksinjenik mantarlar tarafından enfeksiyonu, meyve bahçesinde hasattan önce, hasat sırasında ve/veya depolama sırasında meydana gelebilir (Kabak, 2016).

Çalışma sonuçlarımıza göre hiçbir hasat zamanında aflatoksin oluşumu gözlenmemiştir. Aflatoksinjenik küfler, kontamine oldukları gıdalarda genellikle uygun nem ve sıcaklık bulunduğu gelişmekte ve aflatoksin oluşturmaktadır (Gürses ve ark., 2004). Fındık

bahçesi aflatoksinjenik mantarların doğal yaşam alanı olmasının yanı sıra genel olarak hasat zamanında toksin üretimi için uygun nem ve sıcaklık değerlerine sahip olmasına rağmen, hasat zamanının gecikmesiyle dahi fındıklarda aflatoksin oluşumu tespit edilememiştir. Sonuç olarak fındık sektöründe zaman zaman karşılaşılan aflatoksin problemine hasat öncesinden daha çok hasat sonrasındaki kurutma, depolama ve işleme aşamalarındaki yanlış uygulamaların sebep olduğu düşünülebilir.

Sonuçlar

Bu çalışma, geç hasat edilen Giresun kalite Tombul fındıkların bazı fiziksel ve renk özelliklerinin yanı sıra aflatoksin düzeylerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma

sonuçlarına göre NH dönemiyle karşılaştırıldığında geç hasadın fındıkların meyve ve iç boyutlarına etkisi iç genişliği ve göbek boşluğu haricinde önemsiz çıkmış, GH fındıkların göbek boşlukları önemli derecede daha düşük bulunmuştur. Hasat zamanının ilerlemesiyle kabukların parlaklığı, kırmızılığı ve doygunluğu artmış, fındık içlerinin ise geç hasatla beraber parlaklığı ve doygunluğu azalırken kırmızılığı artmıştır. Hasat zamanının kavrulmuş fındıkların renkleri üzerindeki etkisi genellikle önemsiz çıkarken geç hasadın zar atma miktarını bir miktar arttırdığı görülmüştür. Ayrıca hiçbir hasat döneminde aflatoksin tespit edilmemiştir. Sonuç olarak geç hasadın, fındığın market değerine önemli ölçüde etki eden fiziksel ve renk özellikleri üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığı, zar atma oranını arttırdığı ayrıca toksin problemine yol açmadığı tespit edilmiştir.

Çıkar Çatışması: Herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederim.

Yazar Katkısı: Hasan KARAOSMANOĞLU çalışmayı tasarlayıp, yürütmüş, verileri analiz etmiş ve makaleyi yazmıştır.

Kaynaklar

- Akçin, Y., & Bostan, S. Z. (2019). Tömbul fındık çeşidinde renk değerlerinin sulama ve depolama süresine göre değişimi. Akademik Ziraat Dergisi, 8 (Özel Sayı), 85-90. <https://doi.org/10.29278/azd.643582>
- Atasoy, A. F., Hayoğlu, İ., Korkmaz, A., Esra, K., & Yıldırım, A. (2017). Geleneksel ev isot baharatının aflatoksin içeriğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 21(1), 35-40. <https://doi.org/10.29050/harranziraat.303132>
- Ayfer, M., Uzun, A., & Baş, F. (1986). Türk fındık çeşitleri. Karadeniz Bölgesi Fındık İhracatçıları Birliği Yayınları, Ankara, 95s.
- Balta, M. F., Yarılgaç, T., Aşkın, M. A., Kuçuk, M., Balta, F., & Özenk, K. (2006). Determination of fatty acid compositions, oil contents and some quality traits of hazelnut genetic resources grown in eastern Anatolia of Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 19(6-7), 681-686. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.10.007>
- Beyhan, N. (2000). Değişik hasat zamanlarının fındıkta bazı meyve özellikleri üzerine etkisi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 15(3), 1-6.
- Bostan, S. Z., & Koç Güler, S. (2016). Kabuklu olarak depo edilen bazı fındık çeşitlerinde kalite değişimleri. Bahçe, 45(2), 41-53.

- Çetin, N., Yaman, M., Karaman, K., & Demir, B. (2020). Determination of some physicochemical and biochemical parameters of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 44(5), 439-450. doi:10.3906/tar-1905-115
- Delprete, C., & Sesana, R. (2014). Mechanical characterization of kernel and shell of hazelnuts: Proposal of an experimental procedure. Journal of Food Engineering, 124, 28-34. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.09.027>
- Ercisli, S., Oztürk, I., Kara, M., Kalkan, F., Seker, H., Duyar, O., & Ertürk, Y. (2011). Physical properties of hazelnuts. International Agrophysics, 25(2).
- European Food Safety Authority, 2011. Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to nuts and essential fatty acids (omega-3/omega-6) in nut oil (ID 741, 1129, 1130, 1305, 1407) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. EFSA Journal, 9(4), Article 2032. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2032>
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Statistics Division. Erişim tarihi 3 Mart 2022, https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity
- Gama, T., Wallace, H. M., Trueman, S. J., Jones, K., & Hosseini-Bai, S. (2020). Late-dropping macadamia nuts have reduced shelf life. Scientia Horticulturae, 268, 109378. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109378>
- Guiné, R. P., Almeida, C. F., & Correia, P. M. (2015). Influence of packaging and storage on some properties of hazelnuts. Journal of Food Measurement and Characterization, 9(1), 11-19. <https://doi.org/10.1007/s11694-014-9206-3>
- Gürses, M., Erdogan, A., & Sert, S. (2004). Farklı depolama şartlarının *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 küf suşu ile aşılana tulum peynirinde aflatoksin oluşumu üzerine etkisi. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28(1), 233-238.
- Ilyasoglu, H. (2015). Changes in sterol composition of hazelnut during fruit development. International Journal of Food Properties, 18:2, 456-463. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.837065>
- Kabak, B. (2016). Aflatoxins in hazelnuts and dried figs: Occurrence and exposure assessment. Food Chemistry, 211, 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.141>
- Kalkisim, O., Turan, A., Okcu, Z., & Ozdes, D. (2016). Evaluation of the effect of different harvest time on the fruit quality of foşa nut. Erwerbs-Obstbau, 58(2), 89-92. <https://doi.org/10.1007/s10341-015-0259-1>
- Karaosmanoğlu, H. (2018). Organik fındığın besinsel karakterizasyonu. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 198s, Samsun
- Karaosmanoğlu, H. (2022). Lipid characteristics, bioactive properties, and mineral content in hazelnut grown under different cultivation systems. Journal of Food Processing and Preservation, 46, e16717. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16717>
- Karaosmanoğlu, H., & Üstün N.Ş. (2017). Organik ve konvansiyonel fındıkların (*Corylus avellana* L.) bazı

- fiziksel özellikleri. Akademik Gıda 15(4): 377–385. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.370107>
- Karaosmanoğlu, H., & Üstün, N. Ş. (2019). Variations in fatty acid composition and oxidative stability of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties stored by traditional method. *Grasas y Aceites*, 70(1), e288-e288. <https://doi.org/10.3989/gya.0463181>
- Karaosmanoğlu, H. & Üstün, N. Ş. (2021). Determination of color properties of organic and conventional hazelnut flour. *Akademik Ziraat Dergisi* 10(1): 11-18 DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.749983>
- Karaosmanoğlu, H., & Üstün, N. Ş. (2022). Proximate, mineral composition, color properties of organic and conventional grown hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Erwerbs-Obstbau*, 64(2), 261-270. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00634-x>
- Kazantzis, I., Nanos, G. D., & Stavroulakis, G. G. (2003). Effect of harvest time and storage conditions on almond kernel oil and sugar composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(4), 354-359. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1312>
- Marzocchi, S., Pasini, F., Verard, V., H. Ciemniowska-Zytkiewicz, Caboni, M. F., & Romani, S. (2017). Effects of different roasting conditions on physical-chemical properties of Polish hazelnuts (*Corylus avellana* L. var. Katalonski). *LWT-Food Science and Technology*, 77: 440-448. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.068>
- Mexis, S. F., & Kontominas, M. G. (2009). Effect of γ -irradiation on the physicochemical and sensory properties of hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *Radiation Physics and Chemistry*, 78, 407–413. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.03.008>
- Milošević, T., & Milošević, N. (2017). Determination of size and shape features of hazelnuts using multivariate analysis. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 16, 49-61. DOI: 10.24326/asphc.2017.5.6
- Ozdemir, F., & Akinci, I. (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering*, 63(3), 341-347. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.08.006>
- Özdemir, M., & Devres, O. (2000). Kinetics of color changes of hazelnuts during roasting. *Journal of Food Engineering*, 44, 31-38. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(99\)00162-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(99)00162-4)
- Özdemir, M., Seyhan, F. G., Bakan, A. K., İltir, S., Özay, G., & Devres, O. (2001). Analysis of internal browning of roasted hazelnuts. *Food Chemistry*, 73, 191-196. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00273-9](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00273-9)
- Patras, A. (2019). Stability and colour evaluation of red cabbage waste hydroethanolic extract in presence of different food additives or ingredients. *Food Chemistry*, 275, 539–548. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.100>
- Pelvan, E., Olgu, E. Ö., Karadağ A., & Alasalvar, C. (2018). Phenolic profiles and antioxidant activity of Turkish Tömbül hazelnut samples (natural, roasted, and roasted hazelnut skin). *Food Chemistry*, 244, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.10.011>
- Pliestic, S., Dobricevic, N., Filipović, D., & GospodaricZ. (2006). Physical properties of Filbert nut and kernel. *Biosystems Engineering* 93(2), 173–178. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2005.11.008>
- Pycia, K., Kapusta, I., & Jaworska, G. (2019). Impact of the degree of maturity of walnuts (*Juglans regia* L.) and their variety on the antioxidant potential and the content of tocopherols and polyphenols. *Molecules*, 24(16), 2936. <https://doi.org/10.3390/molecules24162936>
- Pycia, K., Kapusta, I., & Jaworska, G. (2020). Changes in antioxidant activity, profile, and content of polyphenols and tocopherols in common hazel seed (*Corylus avellana* L.) depending on variety and harvest date. *Molecules*, 25(1), 43. <https://doi.org/10.3390/molecules25010043>
- Seyhan, F., Ozay, G., Saklar, S., Ertaş, E., Satır, G., & Alasalvar, C. (2007). Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) during fruit development. *Food Chemistry*, 105(2), 590-596. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.016>
- Şimşek, A. (2007). The use of 3D-nonlinear regression analysis in mathematics modeling of colour change in roasted hazelnuts. *Journal of Food Engineering*, 78: 1361-1370. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.01.008>
- Turan, A. (2019). Kurutma yöntemlerinin fındığın fiziksel özellikleri üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(3), 296-303. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.536346>
- Turan, A., & Karaosmanoğlu, H. (2019). Effect of drying methods on long term storage of hazelnut. *Food science and Technology*, 39(Suppl.2), 406-412. <https://doi.org/10.1590/fst.20518>
- TSE. (2010). Turkish Standards Institution. Determination of aflatoxins in oil dried fruits. TSE, TS EN ISO 16050. Turkey: TSE.
- Wang, Y., Yao, X., Yang, L., Fei, X., Cao, Y., Wang, K., & Guo, S. (2021). Effects of harvest time on the yield, quality and active substance of *Torreya Grandis* nut and its oil. *Journal of Oleo Science*, 70(2), 175-184. <https://doi.org/10.5650/jos.ess20155>
- Wei, F., Li, Y., Sun, D., Chen, Q., Fu, M., Zhao, H., Chen, X., Huang, Y., & Xu, H. (2022). Odor, tastes, nutritional compounds and antioxidant activity of fresh-eating walnut during ripening. *Scientia Horticulturae*, 293, 110744. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110744>
- Xu, Y. X., & Hanna, M.A. (2010). Evaluation of Nebraska hybrid hazelnuts: Nut/kernel characteristics, kernel proximate composition, and oil and protein properties. *Industrial Crops and Products*, 31: 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.09.005>

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 kenden 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.

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/harranziraat>

e-ISSN: 2587-1358