

ISSN 2757-8097

alatarım

Cilt 24, Özel Sayı, 2025



Published by
Alata Horticultural Research Institute, Erdemli, Mersin, TÜRKİYE

TAGEM JOURNALS

Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Adına
Alata Horticultural Research Institute On Behalf of

Sahibi-Owner
Dr. Nihal DENLİ

Baş Editör-Chief Editor
Dr. Ayhan AYDIN, , Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin, Türkiye

Özel Sayı Editörleri- Special Issue Editors

Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Bahçe Bitkileri
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya, Hatay, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa ERKAN, Bahçe Bitkileri
Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye
Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ, Bahçe Bitkileri
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
Dr. Veysel ARAS, Bahçe Bitkileri
Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin, Türkiye

Özel Sayı Yayın Kurulu -Special Issue Editorial Board

Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Bahçe Bitkileri
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya, Hatay, Türkiye
Prof. Dr. Burhan ÖZTÜRK, Bahçe Bitkileri
Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye
Prof. Dr. Fatih ŞEN, Bahçe Bitkileri
Ege Üniversitesi, İzmir Türkiye
Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR, Bahçe Bitkileri
Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Prof. Dr. Kenan KAYNAŞ, Bahçe Bitkileri
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye
Prof. Dr. Mehmet Ali KOYUNCU, Bahçe Bitkileri
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye
Prof. Dr. Muharrem ÖZCAN, Bahçe Bitkileri
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa AKBULUT, Bahçe Bitkileri
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa ERKAN, Bahçe Bitkileri
Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa ÖZDEN, Bahçe Bitkileri
Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi, Niğde, Türkiye
Prof. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU, Bahçe Bitkileri
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye
Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ, Bahçe Bitkileri
Ankara Üniversitesi, Ankara Türkiye
Prof. Dr. Rahmi TÜRK, Bahçe Bitkileri
Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye
Prof. Dr. Okan ÖZKAYA, Bahçe Bitkileri
Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye
Prof. Dr. Ömür DÜNDAR, Bahçe Bitkileri
Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye

Türkçe ve İngilizce olarak altı ayda bir elektronik ortamda yayınlanır.

TÜBİTAK/ULAKBİM TR Dizin ve
CAB INTERNATIONAL tarafından dizenlenen hakemli bir
dergidir.

Elektronik Posta
alatarim@yahoo.com

Web Adresi
<http://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata>

Telefon
0 324 518 00 52-54

Bu bilimsel dergi 9-12 Ekim 2024 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakùltesi tarafından düzenlenen "IX. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu Özel Sayı Yayın Kurulu" tarafından yayına hazırlanmış ve Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü tarafından yayınlanmıştır.

Hakem Kurulu – Sepcial Issue Scientific Board

Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Bahçe Bitkileri
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Antakya, Hatay, Türkiye
Prof. Dr. Burhan ÖZTÜRK, Bahçe Bitkileri
Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye
Prof. Dr. Erdi BAL, Bahçe Bitkileri
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ, Türkiye
Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR, Bahçe Bitkileri
Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye
Prof. Dr. Mustafa ERKAN, Bahçe Bitkileri
Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye
Prof. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU, Bahçe Bitkileri
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye
Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ, Bahçe Bitkileri
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
Doç. Dr. Adem DOĞAN, Bahçe Bitkileri
Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye
Doç. Dr. Derya ERBAŞ, Bahçe Bitkileri
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye
Doç. Dr. Erdal AĞLAR, Bahçe Bitkileri
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye
Doç. Dr. İbrahim KAHRAMANOĞLU, Bahçe Bitkileri
Lefke Avrupa Üniversitesi, Lefke, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
Doç. Dr. İhsan CANAN, Bahçe Bitkileri
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye
Doç. Dr. Melike ÇETİNBAS, Bahçe Bitkileri
Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Eğirdir, Isparta, Türkiye
Doç. Dr. Mustafa SAKALDAŞ, Bahçe Bitkileri
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, Türkiye
Doç. Dr. Saadet KOÇ GÜLER, Bahçe Bitkileri
Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye
Doç. Dr. Tuba DİLMAÇÜNAL, Bahçe Bitkileri
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye
Dr. Cemile Ebru ONURSAL, Bahçe Bitkileri
Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Umut ATEŞ, Bahçe Bitkileri
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Burak Erdem ALGÜL, Bahçe Bitkileri
Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın, Türkiye
Dr. Öğr. Üyesi Özge HORZUM, Bahçe Bitkileri
Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye
Dr. Hatice DEMİRCİOĞLU, Bahçe Bitkileri
Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye
Dr. Işlay KARAŞAHİN YILDIRIM, Bahçe Bitkileri
Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, Türkiye
Dr. Mustafa ÜNLÜ, Bahçe Bitkileri
Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü, Mersin, Türkiye
Dr. Nalan BAKOĞLU, Bahçe Bitkileri
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize, Türkiye

İÇİNDEKİLER

Araştırmalar

- 1 Kitosan ve Antagonist Mayanın Elmada Kurşuni Küfe (*Botrytis cinerea*) Karşı Antifungal Etkisi
Keziban Sinem TULUKOĞLU KUNT,
Ömer Umut YAŞAR, Mustafa ÖZDEN
- 7 Semperfresh® Uygulamalarının ‘Santa Maria’ Armut Çeşidinde Muhafaza ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri
Okan ÖZKAYA, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Ömür DÜNDAR, Aşkın BAHAR
- 14 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamalarının ‘Santa Maria’ Armut Çeşidinde Muhafaza ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri
Okan ÖZKAYA, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Aşkın BAHAR, Ömür DÜNDAR
- 22 Derim Sonrası 1-MCP Uygulaması ve Kontrollü Atmosferli Depolama Teknolojisinin ‘Ankara’ Armudunun Soğuk Muhafazasındaki Rolü
Özge HORZUM, Nurdan TUNA GÜNEŞ
- 32 Ayvada Derim Sonrası GABA Uygulamasının Soğukta Depolama Boyunca Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi
Mehmet Ali KOYUNCU, Derya ERBAŞ,
Seda SEVİNÇ ÜZÜMCÜ
- 40 Derim Öncesi Melatonin Uygulamasının Eşme Ayva Çeşidinin Pomolojik Özellikleri Üzerine Etkisi
Derya ERBAŞ, Mehmet Ali KOYUNCU,
Fatma KOYUNCU
- 47 Bazı Trabzon Hurması Çeşitlerinde Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropene ve Karbondioksit Uygulamalarının Meyve Kalitesine ve Burukluğun Giderilmesine Etkileri
Mustafa SAKALDAŞ, Mehmet Ali GÜNDOĞDU,
Fatih YALAV
- 56 Farklı Derim Zamanlarının ‘Hayward’ Kivi Meyvelerinin Depolama ve Raf Ömrü Süreçlerindeki Duyusal Kalite Özelliklerine Etkisi
Nalan BAKOĞLU, Nurdan TUNA GÜNEŞ
- 66 Soğukta Muhafaza Edilen Geççi Şeftali Çeşitlerinin Fenolik İçeriği Üzerine Uçucu Yağ Emdirilmiş Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Etkisi
Gizem ALKIN, Kenan KAYNAŞ
Mehmet Ali GÜNDOĞDU, Mustafa SAKALDAŞ
- 73 Kademeli Olarak Artırılan Depolama Sıcaklığının ‘Sweetheart’ Kiraz Çeşidinde Raf Ömrü ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri
Okan ÖZKAYA, Ebru KURT,
Hatice DEMİRCİOĞLU, Edanur ÇAĞIMLAR,
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA, Ömür DÜNDAR

CONTENTS

Researches

- 1 The Antifungal Effect of Chitosan and Antagonistic Yeast Against Gray Mold (*Botrytis cinerea*) on Apples
Keziban Sinem TULUKOĞLU KUNT,
Ömer Umut YAŞAR, Mustafa ÖZDEN
- 7 Effects of Semperfresh® Applications on Storage and Quality Characteristics of ‘Santa Maria’ Pear Variety
Okan ÖZKAYA, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Ömür DÜNDAR, Aşkın BAHAR
- 14 Effects of 1-Methylcyclopropane (1-MCP) Treatments on Storage and Quality Characteristics of ‘Santa Maria’ Pear Variety
Okan ÖZKAYA, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Aşkın BAHAR, Ömür DÜNDAR
- 22 The Role of Postharvest 1-MCP Treatment and Controlled Atmosphere Storage Technology in Cold Storage of ‘Ankara’ Pear
Özge HORZUM, Nurdan TUNA GÜNEŞ
- 32 The Effect of Postharvest GABA Treatment on the Fruit Quality of Quince during Cold Storage
Mehmet Ali KOYUNCU, Derya ERBAŞ,
Seda SEVİNÇ ÜZÜMCÜ
- 40 Effect of Pre-harvest Melatonin Treatment on the Pomological Characteristic of Quince Fruit cv. Eşme
Derya ERBAŞ, Mehmet Ali KOYUNCU,
Fatma KOYUNCU
- 47 The Effects of Postharvest 1-Methylcyclopropene and Carbondioxide Applications on Quality and Removing the Astringency of Some Persimmon Cultivars
Mustafa SAKALDAŞ, Mehmet Ali GÜNDOĞDU,
Fatih YALAV
- 56 Effect of Different Harvest Times on Sensory Evaluation Characteristics of ‘Hayward’ Kiwifruit during Storage and Shelf Life Periods
Nalan BAKOĞLU, Nurdan TUNA GÜNEŞ
- 66 Effect of Essential Oil Impregnated Modified Atmosphere Packaging Applications on Phenolic Content of Late Peach Varieties Stored in Cold Storage
Gizem ALKIN, Kenan KAYNAŞ
Mehmet Ali GÜNDOĞDU, Mustafa SAKALDAŞ
- 73 Effects of Gradually Increasing Storage Temperature on Shelf Life and Quality Criteria in Sweet Cherry cv. of ‘Sweetheart’
Okan ÖZKAYA, Ebru KURT,
Hatice DEMİRCİOĞLU, Edanur ÇAĞIMLAR,
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA, Ömür DÜNDAR

- | | | | |
|-----|---|-----|--|
| 84 | Yenilebilir Film Kaplama Kitosan Uygulamalarının ‘Sweetheart’ Kiraz Çeşidinde Raf Ömrü ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri
Nihal YAVUZ, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Ebru KURT, Okan ÖZKAYA | 84 | Effects of Edible Film Coating Chitosan Applications on Shelf Life and Quality Criteria in ‘Sweetheart’ Cherry Variety
Nihal YAVUZ, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Ebru KURT, Okan ÖZKAYA |
| 99 | Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Kiraz (<i>Prunus avium</i> L.) Meyvesinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Depolama Süresi Üzerine Etkileri
Tuba DİLMAÇÜNAL,
Abdul Saboor DAWLATZAI,
Adnan N. YILDIRIM, Civan ÇELİK | 99 | Effect of Some Postharvest Treatments on the Quality and Storage Life of Sweet Cherry (<i>Prunus avium</i> L.) Fruit
Tuba DİLMAÇÜNAL,
Abdul Saboor DAWLATZAI,
Adnan N. YILDIRIM, Civan ÇELİK |
| 109 | Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Vişne (<i>Prunus cerasus</i> L.) Meyvesinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Depolama Süresi Üzerine Etkileri
Tuba DİLMAÇÜNAL,
Abdul Saboor DAWLATZAI,
Adnan N. YILDIRIM, Civan ÇELİK | 109 | Impact of some Postharvest Treatments on the Physicochemical Properties and Storage Life of Sour Cherry (<i>Prunus cerasus</i> L.) Fruit
Tuba DİLMAÇÜNAL,
Abdul Saboor DAWLATZAI,
Adnan N. YILDIRIM, Civan ÇELİK |
| 119 | Modifiye Atmosfer ve Soğuk Su Uygulamasının Kestane Meyve Kalitesi ve Depolama Ömrü Üzerine Etkileri
Burak Erdem ALGÜL, Engin ERTAN | 119 | Effects of Modified Atmosphere and Cold Water Applications on Chestnut Fruit Quality and Storage Life
Burak Erdem ALGÜL, Engin ERTAN |
| 128 | Limon Muhafazasında Biphenyl Emdirilmiş Kağıtlara Alternatif Bitkisel Antifungal Ekstraktlar ve Yavaş Salımlı Biyolojik Preperat İçerikli Kağıt Geliştirilmesi
Okan ÖZKAYA, Ömür DÜNDAR,
Hatice DEMİRCİOĞLU, Ebru KURT,
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA, Gökmen KOÇ,
Handan ŞAPÇI | 128 | Development of Paper Containing Herbal Antifungal Extracts and Slow Release Biological Preparations as an Alternative to Biphenyl Impregnated Papers in Lemon Storage
Okan ÖZKAYA, Ömür DÜNDAR,
Hatice DEMİRCİOĞLU, Ebru KURT,
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA, Gökmen KOÇ,
Handan ŞAPÇI |
| 139 | ‘Kütdiken’ Limon Çeşidinin Doğal Soğutmalı Depoda Muhafazasına Bazı Uygulama ve Paketlemelerin Etkileri
Zafer KARAŞAHİN, Ahmet Erhan ÖZDEMİR | 139 | The Effects of Some Treatments and Packaging on the Storage of ‘Kütdiken’ Lemon Variety in Common Storage
Zafer KARAŞAHİN, Ahmet Erhan ÖZDEMİR |
| 149 | Washington Navel Portakal Çeşidinin Depolanma Süresi ve Meyve Kalitesi Üzerine Ozon Uygulamalarının Etkisi
Elif BODUR, Mehmet Ali KOYUNCU,
Derya ERBAŞ | 149 | Effect of Ozone Treatments on the Storage Life and Fruit Quality of Orange cv. Washington Navel
Elif BODUR, Mehmet Ali KOYUNCU,
Derya ERBAŞ |
| 158 | Maviyemiş Meyvesinin Olgunlaşması Sırasında Bazı Fizyolojik, Fenolik İçerik ve Antioksidan Aktivitedeki Değişimler
Nalan BAKOĞLU | 158 | Changes in Some Physiological, Phenolic Content and Antioxidant Activity during Maturation of Blueberry
Nalan BAKOĞLU |
| 164 | Bazı Maviyemiş Çeşitlerinde Muhafaza, Taşıma, Dağıtım ve Raf Ömrü Simülasyonları için Farklı Sıcaklık ve Sürelerde Tutulmasının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri
Emrah ZORLU, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Ebru KURT, Edanur ÇAĞIMLAR,
Okan ÖZKAYA | 164 | Effects of Keeping at Different Temperatures and Durations for Storage, Transportation, Distribution and Shelf Life Simulations on Fruit Quality in Some Blueberry Varieties
Emrah ZORLU, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Ebru KURT, Edanur ÇAĞIMLAR,
Okan ÖZKAYA |
| 178 | Farklı Hasat Zamanlarında Hasat Edilen ‘Bluecrop’ Maviyemiş Çeşidi Meyvelerinde Budamanın Bazı Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklere Etkisi
Mustafa AKBULUT, Mehmet Zahit AYDIN,
Songül YILDIZ, Şefik Tunahan ÇENGEL | 178 | Effects of Pruning on Some Pomological and Chemical Characteristics in ‘Bluecrop’ Blueberry Cultivar
Mustafa AKBULUT, Mehmet Zahit AYDIN,
Songül YILDIZ, Şefik Tunahan ÇENGEL |

186 Farklı Çilek Çeşitlerinde Yapraktan Kalsiyum ve Bor Uygulamalarının Raf Ömrü Süresine ve Meyve Kalite Değişimleri Üzerine Etkileri
Okan ÖZKAYA, Ömür DÜNDAR,
Hatice DEMİRCİOĞLU,
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA, Ebru KURT,
Nurcan DÖLEK, Nihal YAVUZ,
Mehmet Ali SARIDAŞ, Sevgi PAYDAŞ KARGI

194 Hasat Sonrası Melatonin ve Kitosan Uygulamalarının Soğukta Muhafaza Süresince Albion Çilek Çeşidinde Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri
Sümeyye YAMAN, Sevil ÜNAL,
Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

203 ‘Dwarf Cavendish’ Muz Klonunda Modifiye Atmosferde Paketleme (RipeLock) ve 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamalarının Raf Ömrü Üzerine Etkileri
Halil Mert DİKEL, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Ebru KURT, Okan ÖZKAYA

215 ‘Sıcak Su Uygulamalarının ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ Avokado Çeşitlerinin Soğukta Muhafazasına Etkileri
Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Canan AYDINLIOĞLU,
Okan ÖZKAYA, Derya KILIÇ

227 Hasat Olgunluğu ve Kükürtleme Koşullarının Kuru Kayısı Meyvelerinde Kükürt Dioksit Kalıntı Miktarına Etkilerinin Belirlenmesi
Fatih ŞEN, Oğuz AŞÇIOĞUL, Bilge TÜRK,
Uygun AKSOY

234 Kuru İncir Üretiminde Hasat Örtülerinin Kullanılabilirliğinin Araştırılması
Fatih ŞEN, Mehmet ÖZKUL, Merve ÖZKUL,
Oğuz AŞÇIOĞUL, Bilge TÜRK, Uygun AKSOY

242 Farklı Kurutma Tekniklerine Göre İşlem Görmüş Dut Meyvelerinin Fenolik Bileşik İçeriklerindeki Değişim
Müjde KIRALAN, Akgül TAŞ,
Muttalip GÜNDOĞDU, Mustafa Kenan GEÇER

252 Semt Pazarlarında Bahçe Ürünlerinin Satışında Kullanılan Söz ve Deyimler
Muharrem ÖZCAN

Derlemeler

261 Kesme Gül ve Krizantemde Hasat Sonrası Farklı Uygulamalar
Hatice DEMİRCİOĞLU, Ömür DÜNDAR,
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA

186 Effects of Foliar Calcium and Boron Applications on Shelf Life and Fruit Quality Changes in Different Strawberry Varieties
Okan ÖZKAYA, Ömür DÜNDAR,
Hatice DEMİRCİOĞLU,
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA, Ebru KURT,
Nurcan DÖLEK, Nihal YAVUZ,
Mehmet Ali SARIDAŞ, Sevgi PAYDAŞ KARGI

194 Effects of Postharvest Melatonin and Chitosan Treatments on Quality Properties in Strawberry cv. Albion during Cold Storage
Sümeyye YAMAN, Sevil ÜNAL,
Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

203 Effects of Modified Atmosphere Packaging (RipeLock) and 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Applications on Shelf Life of ‘Dwarf Cavendish’ Banana Clone
Halil Mert DİKEL, Hatice DEMİRCİOĞLU,
Ebru KURT, Okan ÖZKAYA

215 The Effects of Hot Water Treatments on Cold Storage of ‘Bacon’ and ‘Fuerte’ Avocado Cultivars
Ahmet Erhan ÖZDEMİR, Canan AYDINLIOĞLU,
Okan ÖZKAYA, Derya KILIÇ

227 Determination of the Effects of Harvest Maturity and Sulfurization Conditions on the Sulfur Dioxide Residue Amount in Dried Apricot Fruits
Fatih ŞEN, Oğuz AŞÇIOĞUL, Bilge TÜRK,
Uygun AKSOY

234 Investigation of the Usability of Harvest Covers in Dried Fig Production
Fatih ŞEN, Mehmet ÖZKUL, Merve ÖZKUL,
Oğuz AŞÇIOĞUL, Bilge TÜRK, Uygun AKSOY

242 Changes in Phenolic Compound Contents of Mulberry Fruits Treated According to Different Drying Techniques
Müjde KIRALAN, Akgül TAŞ,
Muttalip GÜNDOĞDU, Mustafa Kenan GEÇER

252 Expressions and Idioms Used in the Sales of Horticultural Products at Street Markets
Muharrem ÖZCAN

Reviews

261 Different Postharvest Treatments for Cut Roses and Chrysanthemums
Hatice DEMİRCİOĞLU, Ömür DÜNDAR,
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA

Kitosan ve Antagonist Mayanın Elmada Kurşuni Küfe (*Botrytis cinerea*) Karşı Antifungal Etkisi

Keziban Sinem TULUKOĞLU KUNT 

Ömer Umut YAŞAR 

Mustafa ÖZDEN 

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

Öz

Botrytis cinerea, elmada hasat sonrası kurşuni küf hastalığına neden olan en önemli hasat sonrası fungal etmenler arasında yer almasının yanı sıra, elmada hasat sonrası dönemde önemli düzeyde gerek miktar ve gerekse kalite kayıplarına neden olmaktadır. Nitekim, sunulan bu çalışmada alternatif bir mücadele yöntemi olarak kitosan ve antagonist maya kombinasyonunun elmalarda kurşuni küfe karşı antifungal etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, çalışmada ilk olarak antagonist maya kaynağı olarak kullanılan, *Aureobasidium pullulans* RTC4 izolatının büyüme eğrisi tespit edilmiş, ardından ise farklı konsantrasyonlardaki kitosan (%0.0, %0.01, %0.1, and %0.5 w/v) uygulamalarının, yapay besi yeri ortamında antagonist *A. pullulans* izolatın büyüme performansına etkisi araştırılmıştır. Söz konusu deneme sonuçlarına göre, farklı konsantrasyonlarda uygulanan kitosanın, mayanın büyüme performansına etkisinin de farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise, en yüksek büyüme performansı %0.01 kitosan uygulamasından elde edilmiştir. Bu adım sonrasında ise *B. cinerea* patojenine karşı kitosan (%0.01), *A. pullulans* ve *A. pullulans* ile %0.01 kitosan karışımının *in vitro* miselyum inhibasyon oranına (MIO, %) etkileri incelenmiştir. Deneme sonuçlarına göre, *A. pullulans* (%44.71) ve *A. pullulans* ile %0.01 kitosan karışımının (%43.27) miselyum inhibasyonları arasında önemli derecede farklılık tespit edilmemiştir ($p < 0.05$). En düşük MIO (%) ise, %0.01 kitosan (%1.90) uygulamasında tespit edilmiştir. Araştırma verileri doğrultusunda, kitosanın antagonist *A. pullulans* RTC4 maya izolatının antifungal etkinliğine olumlu yönde etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca, çalışma ile %0.01 kitosan uygulamasının da *B. cinerea* patojenine karşı engelleyici etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aureobasidium pullulans*, *Botrytis cinerea*, biyolojik kontrol, hasat sonrası, *in vitro*.

The Antifungal Effect of Chitosan and Antagonistic Yeast Against Gray Mold (*Botrytis cinerea*) on Apples

Abstract

Botrytis cinerea is a well-known postharvest fungi pathogen of apples. It is a casual agent of gray mold and causes important quantity and quality loss during the postharvest stage. Therefore, this study aimed to find out the antifungal effect of chitosan and antagonist yeast combination against gray mold on apples as an alternative control strategy. For this purpose, this study first determined the *Aureobasidium pullulans* RTC4 antagonistic yeast isolate growth curve and then examined the different concentrations of chitosan (0.0%, 0.01%, 0.1%, and 0.5% w/v) on the growth performance of antagonistic yeast *A. pullulans* in growth media (NYDB, Nutrient Yeast Dextrose Broth). The experiment showed that different concentrations of chitosan have various effects on the growth performance of *A. pullulans* compared to the control. 0.01% of chitosan concentration showed the highest growth performance of the yeast among the other concentrations. Then, we tested the mycelium inhibition rate (MIR, %) of chitosan (0.01%) and *A. pullulans* alone and enhanced with 0.01% chitosan against *B. cinerea*. The result of the study showed no significant difference ($p < 0.05$) in inhibition rate between *A. pullulans* alone (44.71%) and enhanced with 0.01% chitosan (43.27%) whereas chitosan (0.01%) showed the lowest inhibition rate (1.90%). As a result of this study, it can be concluded that chitosan supplementation has no positive effect on the antifungal activity of *A. pullulans* RTC4 isolate. Also, this research reported that 0.01% of chitosan treatment has no inhibition activity against *B. cinerea*.

Keywords: *Aureobasidium pullulans*, *Botrytis cinerea*, biological control, postharvest, *in vitro*.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: M. Özden; mozden70@gmail.com
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Keziban Sinem TULUKOĞLU KUNT  <https://orcid.org/0000-0001-7443-9022>

Ömer Umut YAŞAR  <https://orcid.org/0009-0007-5829-4960>

Mustafa ÖZDEN  <https://orcid.org/0000-0001-5275-1250>

Giriş

Elma (*Malus domestica* L.), yaklaşık 5 milyon hektarlık üretim alanı ve 96 milyon tonluk yıllık üretim miktarı ile dünya genelinde kültürü

yapılan önemli bir ılıman iklim meyve türüdür (FAO, 2022). Üretimi yapılan elmalar, soğukta muhafaza veya kontrollü atmosfer ile muhafaza gibi yöntemler ile 6-12 ay arasında depolanabilmekte ve yıl boyu pazara elma arzı

mümkün olmaktadır. Ancak, depolama sürecinde özellikle fungal patojenlerin neden olduğu çürümeler, muhafaza edilen elmalarda ciddi kayıplara sebebiyet vermektedir. Depolanan elmalarda kurşuni küf hastalığına neden olan, *Botrytis cinerea* ise elmalarda çürümeye neden olan en önemli hasat sonrası fungal patojenler arasında yer almaktadır (Sholberg ve Conway, 2004). Hasat sonrası fungal hastalıklar ile mücadele yaygın olarak sentetik fungusitler ile yapılmaktadır. Ancak, tüketicilerin artan sağlık endişeleri, çevre dostu ve sürdürülebilir gıdalara yönelimi, kullanılan fungusitlere karşı artan direnç gibi nedenler, araştırmaları sentetik fungusitlere alternatif mücadele yöntemlerine karşı yönlendirmiştir (Droby ve ark., 2016). Bu yöntemler arasında ise bakteri, fungus gibi antagonist mikroorganizmaların kullanıldığı biyolojik kontrol stratejileri, hasat sonrası hastalıklar ile mücadelede ümit vaat etmektedir (Droby ve ark., 2016).

Biyolojik kontrol etmeni (BKE) olarak kullanılan antagonist mayalarla, hasat sonrası hastalıkların mücadelesinde ümitvar sonuçların elde edildiği bildirilmiştir (Miranda ve ark., 2024). Nitekim, mayaların antibiyotik veya mikotoksin gibi toksik sekonder metabolitleri sentezleyememesi, birçok farklı besin kaynağını kullanabilmesi ve düşük oksijen ve su aktivitesi gibi olumsuz çevre koşullarında büyüme ve gelişimlerini sürdürebilmeleri özellikleri neticesinde, önem kazanmaktadır. *B. cinerea*'nın yanı sıra *Penicillium expansum*, *Colletotrichum acutatum*, *Monillia* spp., gibi hasat sonrası patojenlere karşı, antagonist özellik gösterdiği bilinen maya benzeri fungus *Aureobasidium pullulans* uygulamalarının etkin bir kontrol gösterdiği bildirilmiştir (Di Francesco ve ark., 2023). Ancak, yalnızca ümitvar olduğu tespit edilen BKE'lerinin kullanımı, sentetik fungusitler kadar etkili bir koruma sağlamamaktadır (Janisiewicz ve Korsten, 2002). Hasat sonrası biyokontrol etmeni olarak kullanılan mayaların, performanslarını arttırmak için farklı yöntemler denenmiştir. Bu yöntemler arasında organik ve inorganik katkı maddeleri ile antagonist mayaların kombinasyonun yanı sıra besi ortamında yapılan fizyolojik manipülasyon uygulamalarının da antagonist mayaların biyokontrol potansiyelini arttırdığı rapor edilmiştir (Teixidó et al., 1998). Sözü edilen uygulamalar arasında, kitosan gibi kaplama

materyalleri ile desteklenen mayaların etkinliğinin arttığı tespit edilmiştir (Godana, 2020; Zhang ve ark., 2014; Zhou ve ark., 2016).

Kitosan, doğada en fazla bulunan ikinci polisakkarittir ve kitinin deasetilasyonu ile üretilmektedir. Kitosan doğal, güvenli, hayvan ve insan sağlığına toksik olmayan biyoçözünür yapıda, antifungal özellikte bir polimer olup, meyve yüzeyinde kaplama materyali olarak kullanımını içeren birçok çalışma literatürde yer almaktadır (Miranda ve ark., 2024). Nitekim, kitosan ile beraber antagonist maya *Rhodotorula mucilaginosa* kullanımı, çilekte *Rhizopus stolonifer* ve *B. cinerea* patojenlerine karşı maya etkinliğini arttırmış (Zhang ve ark., 2014), benzer şekilde kitosan ve antagonist maya *Pichia anomala* uygulaması, üzümde *Penicillium expansum* (Godana, 2020), *P. membranaefaciens* ile kitosan kombinasyonu ise turunçgil meyvelerinde *Colletotrichum gloeosporioides* patojenlerine karşı biyokontrol aktiviteleri arttırmıştır (Zhou ve ark., 2016). Ancak literatürde, kitosanın *A. pullulans*'ın hasat sonrası patojenlere karşı antifungal etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Sunulan bu çalışmanın amacı, kitosan, *A. pullulans* ve kitosan-*A. pullulans* kombinasyonun kurşuni küf etmeni *B. cinerea*'ya karşı *in vitro* antifungal etkisini araştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Patojen ve antagonist maya kaynaklarını, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü kültür koleksiyonunda yer alan isolatlar oluşturmaktadır. Patojen *B. cinerea* elma yüzeyinden elde edilmiş, morfolojik ve moleküler olarak karakterize edilmiştir. Antagonist olarak kullanılan *A. pullulans* RTC4 izolatu ise kuşburnu meyve yüzeyinden izole edilmiş, antagonistik etkinliği test edilerek, moleküler olarak karakterize edilmiştir.

A. pullulans RTC4 izolatının, 600 nm dalga boyu altında, farklı konsantrasyonlarının optik yoğunluk (OD) değerlerinin saptanması için, standart eğri oluşturulmuştur. Bu amaçla RTC4 izolatu NYDB besi yeri içeren erlenlerde 48 sa süreyle, dairesel çalkalayıcıda (140rpm), oda koşullarında geliştirilmiştir. Elde edilen hücre kültüründen ise seyreltme serileri oluşturulmuş, seriler ile 600 nm dalga boyunda spektrofotometere ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen absorbans değerleri ile hücre sayısını karşılaştırmak için her bir seyreltme serisinden 100 µl NYDA (Nutrien Yeast Desktröz Agar) besiyerine yayma yöntemi ile ekilmiş ve petriler 25°C’de, karanlık ortamda 2 gün süresince inkübe edilmiştir. İnkübasyon bitiminde oluşan kolaniler sayılarak, kayıt edilmiştir. Seyreltme serilerinden elde edilen absorbans ve koloni sayı değerleri kullanılarak *A. pullunans* RTC4 izolatı için standart büyüme eğrisi oluşturulmuştur.

Farklı konsantrasyonlardaki kitosan solüsyonlarının *A. pullunans* RTC4 izolatının gelişimine etkisinin belirlenmesi amacıyla ilk olarak kitosan stok solüsyonu (%1), %0.1 (v/v) asetik asit solüsyonu içerisinde homojen hale gelene kadar manyetik karıştırıcı kullanılarak çözündürülmüştür ve stok solüsyon otoklav yardımıyla steril edilmiştir (121 °C, 1 atm, 15 dk). Hazırlanan stok solüsyon, son hacim %0.0, %0.01, %0.1 ve %0.5 olacak şekilde steril NYDB sıvı besi yerine eklenmiştir (Nutrient Yeast Desktoz Broth).

Antagonist hücre süspansiyonları NYDB besi ortamında, 25°C’de, karanlık ortamda, 2 gün süreyle inkübe edilen kültürlerden elde edilmiştir. İlk olarak 5 ml steril %0.05 Tween-20 (v/v) solüsyonu kültürlerle eklenmiş, steril öze kullanılarak maya hücrelerinin solüsyona geçişleri sağlanmıştır. Ardından elde edilen hücre süspansiyonun konsantrasyonu thoma lamı kullanılarak 1×10^8 hücre/ml’ye ayarlanmış ve farklı kitosan konsantrasyonu içeren her bir tüpe 100µl hücre süspansiyonu eklenmiştir. Tüpler oda koşullarında, yatay çalkalayıcıda (140 rpm), 3 gün süreyle inkübe edilmiştir (Cao ve ark., 2011). İnkübasyon süresince uygulama solüsyonlarının, 0 (inkübasyondan 1 sa sonra), 24, 48 ve 72 sa sonra OD600 değerleri UV-VIS spektrofotometre kullanılarak ölçülmüştür (Godana, 2020). Deneme 3 tekrarlı, her bir tekrarda 3 adet deney tüpü olacak şekilde kurulmuş ve deneme bir defa tekrar edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, *A. pullunans* RTC4 izolatının gelişimine etkisi en iyi olan kitosan konsantrasyonu seçilmiş ve denemenin diğer adımlarında kullanılmıştır.

Kitosan, maya ve optimum kitosan-maya karışımının miselyum büyümesine karşı etkisi tespit edilmiştir. Bu amaçla, optimum kitosan konsantrasyonunun *in vitro* antifungal etkisi yayma yöntemi, maya ve kitosan-maya karışımının

antifungal etkisi ise ikili kültür yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Kitosan, maya ve kitosan-maya karışımı solüsyonları her iki yöntem için, yukarıda açıklanan şekilde hazırlanmıştır. Yama yönteminde 100µl %0.01 kitosan solüsyonu, NYDB besi ortamına eklenmiş ve steril drigalsgi spatülü ile ortama yayılmıştır. İkili kültür yöntemi için ise, 3µl maya hücre süspansiyonu (1×10^8 hücre/ml) ve kitosan-maya karışımı, içerisinde NYDA besi ortamı içeren petrilerin kenarından 2cm içerde olacak şekilde, inoküle edilmiştir. Patojen kaynağı *B. cinerea* ise 7 gün süreyle, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de, PDA (Patates Dekstroz Agar) besi yeri üzerinde, karanlık ortamda geliştirilmiş ve 6mm çaplı steril mantar delici kullanılarak fungal diskler elde edilmiştir. Patojen diskler (Ø; 6mm) kitosan uygulama petrilerinin merkezine gelecek şekilde, maya ve kitosan-maya karışımı uygulama petrilere ise, petri kenarından 2cm içerde olacak şekilde ekim yapılmıştır. Kontrol grubunu ise Tween-20 (%0.05) solüsyonu uygulanan petriler oluşturmuştur. Uygulama yapılan petriler, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de, karanlık ortamda, kontrol grubu petri yüzeyini tamamen kaplayana kadar inkübe edilmiş, inkübasyon bitiminde *B. cinerea* miselyum yarı çapları cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Elde edilen veriler ile aşağıda belirtilen formül kullanılarak Miselyum Engelleme Oranı (MEO, %) belirlenmiştir. Deneme 3 tekrarlı, her bir tekrarda 3 petri olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Miselyum Engelleme Oranı (MEO, \%)} = ((\text{Kontrol-Uygulama})/\text{Kontrol}) \times 100$$

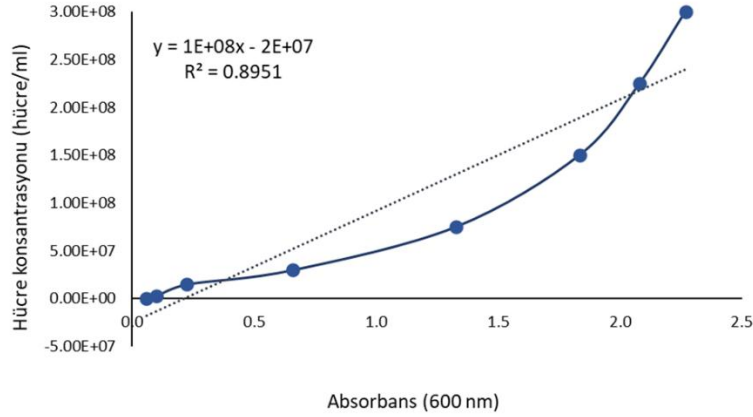
Denemeler, Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı ve her tekrar 1 deneme birimi olacak şekilde kurulmuştur. Elde edilen sonuçlar ile tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve farklılar Tukey çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır ($p<0.05$). İstatistiksel analizler RStudio (Ver. 2023.12.0+369, PositTeam, 2023) yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Besi yerine eklenen farklı konsantrasyonlardaki kitosan solüsyonlarının, antagonist mayaların büyüme ve gelişmesini etkisinin incelenmesi, optimum kitosan konsantrasyonunun belirlenmesi için önem teşkil etmektedir. Bu bağlamda, *A. pullunans* RTC4 izolatu için çalışmanın diğer aşamasında kullanılmak için

standart büyüme eğrisi oluşturulmuştur (Şekil 1). Elde edilen büyüme eğrisi korelasyon katsayısı ($R^2=0.90$) doğrultusunda, hücre konsantrasyonu

(hücre/ml) ve OD600 absorbans değerleri ile ilişkisinden bahsedilebilmektedir.



Şekil 1. *A. pullunans* RTC4 izolatının standart büyüme eğrisi

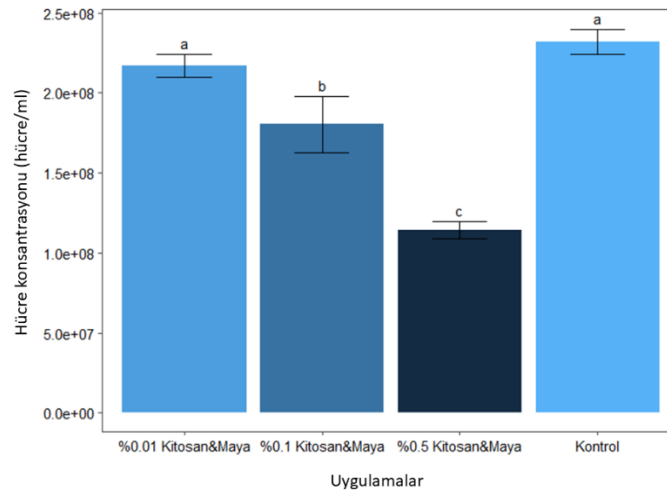
Besi yerine eklenen farklı konsantrasyonlardaki kitosanın (%0, %0.01, %0.1 ve %0.5), *A. pullunans* izolatının büyüme performansına etkisi denenmiş ve denemeye ait sonuçlar Çizelge 1 ve Şekil 2’de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, farklı konsantrasyonlarda besi

yerine eklenen kitosanın, *A. pullunans* RTC4 izolatının büyümesine etkisi istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p<0.05$). En yüksek *A. pullunans* hücre konsantrasyonu kontrolden elde edilirken, bu sonucu %0.01 kitosan uygulaması izlemiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Farklı konsantrasyonlardaki kitosanın *A. pullunans* RTC4 izolatının büyümesine etkisi

Uygulama	Hücre Konsantrasyonu (hücre/ml)*
Kontrol	$2.3 \times 10^8 \pm 7.9 \times 10^6$ a
%0.01 Kitosan&Maya	$2.2 \times 10^8 \pm 7.2 \times 10^6$ a
%0.1 Kitosan&Maya	$1.8 \times 10^8 \pm 1.8 \times 10^7$ b
%0.5 Kitosan&Maya	$1.1 \times 10^8 \pm 5.5 \times 10^6$ c

*Aynı satırdaki farklı harfler belirtilen değerler arasında, $p<0.05$ önem düzeyinde farklılık bulunmaktadır.



Şekil 2. Farklı konsantrasyonlardaki kitosanın *A. pullunans* RTC4 izolatının büyümesine etkisi

Her bir sütun, tekrarların ortalamasını temsil etmektedir. Sütun üzerindeki çubuklar standart hataları göstermektedir. Sütun üzerinde farklı harfler ile belirtilen uygulamalar, $p < 0.05$ önem düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık göstermektedir.

Ayrıca kontrol ve %0.01 kitosan uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır. Nitekim bu sonuç

doğrultusunda, %0.01 kitosan konsantrasyonu optimum konsantrasyon olarak belirlenerek çalışmanın diğer adımında kullanılmıştır. Ayrıca,

kitosan konsantrasyonu arttıkça, *A. pullunans* RTC4 izolatının büyüme performansını olumsuz etkilediği görülmektedir. Deneme sonucunda %0.1 kitosan uygulaması ile 1.8×10^8 hücre/ml, %0.5 kitosan uygulaması ile 1.1×10^8 hücre/ml maya konsantrasyonu elde edilmiştir. Benzer şekilde, *P. membranaefaciens* izolatının %0.1'den düşük konsantrasyonda kitosan ile kombinasyonun, *C. gloeosporioides* miselyum büyümesini olumsuz yönde etkilemediği bildirilmiştir (Zhou ve ark., 2016).

Kitosan (%0.01), *A. pullunans* RTC4 ve kitosan (%0.01)- *A. pullunans* RTC4 karşımının *B.cinerea*'nın miselyum büyümesine etkisi yayma ve ikili kültür yöntemleri doğrultusunda belirlenmiştir (Çizelge 2, Şekil 3). *A. pullunans* RTC4 ve kitosan (%0.01)- *A. pullunans* RTC4

karşımı arasında istatistiksel olarak fark bulunmazken, %0.01 kitosan uygulaması antifungal etkinlik göstermemiştir (Şekil 4). En yüksek MEO (%), *A. pullunans* RTC4 ve ardından ise kitosan (%0.01)- *A. pullunans* RTC4 karşımı uygulamalarından elde edilmiş, en düşük MEO (%) ise, %0.01 kitosan uygulaması sonucunda tespit edilmiştir (Çizelge 2). Kitosan gibi organik katkı maddelerinin, sağlıklı hücre gelişimini destekleyerek, mayalara olumsuz çevre koşullarına karşı direnç kazandırmaktadır (Droby ve ark., 2016). Nitekim, %1 kitosan ile geliştirilmiş antagonist maya uygulamasının, mayanın *P. expansum*'a karşı antifungal etkinliğini artırdığı rapor edilmiştir (Godana, 2020). Ancak, literatürdeki bu sonuçlar sunulan çalışma ile paralellik göstermektedir.

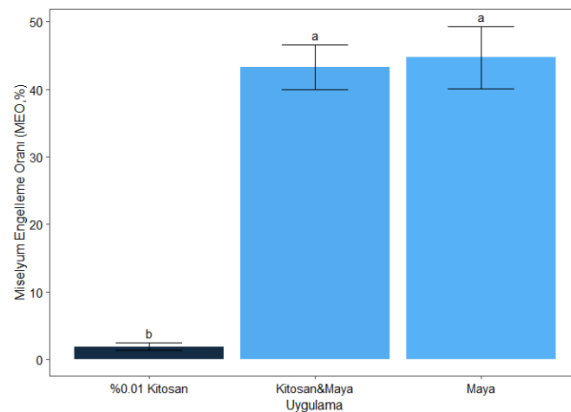


Şekil 3. *In vitro* yayma ve iki kültür yöntemleri

Çizelge 2. Kitosan, maya ve kitosan-maya karışımının miselyum büyümesine etkisi

Uygulama	Miselyum Engelleme Oranı (MEO, %)*
Maya	44.71±4.64 a
Kitosan&Maya	43.27±3.33 a
%0.01 Kitosan	1.9±0.57 b

*Aynı satırdaki farklı harfler belirtilen değerler arasında, $p < 0.05$ önem düzeyinde farklılık bulunmaktadır.



Şekil 4. Kitosan, maya ve kitosan-maya karışımının miselyum büyümesine etkisi.

Her bir sütun, tekrarların ortalamasını temsil etmektedir. Sütun üzerindeki çubuklar standart hataları göstermektedir. Sütun üzerinde farklı harfler ile belirtilen uygulamalar, $p < 0.05$ önem düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık göstermektedir.

Sonuç

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, %0.01 kitosanın *A. pullunans* RTC4 izolatının hücre konsantrasyonunu kontrole göre etkilemediği, ayrıca hasat sonrası kurşuni küf etmeni *B. cinerea*'ya karşı ise biyokontrol performansını arttırmadığı tespit edilmiştir. Ancak, literatürde antagonist etkinliği bilinen *A. pullunans* ile kitosan kullanımını inceleyen çalışmaya rastlanmamasından dolayı, sunulan bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Cao, S., Yang, Z., Hu, Z., Zheng, Y., 2011. The effects of the combination of *Pichia membranaefaciens* and BTH on controlling of blue mould decay caused by *Penicillium expansum* in peach fruit. Food Chemistry 124, 991–996.
- Di Francesco, A., Zajc, J., Stenberg, J.A., 2023. *Aureobasidium* spp.: Diversity, Versatility, and Agricultural Utility. Horticulturae 9, 59.
- Droby, S., Wisniewski, M., Teixidó, N., Spadaro, D., Jijakli, M.H., 2016. The science, development, and commercialization of postharvest biocontrol products. Postharvest Biology and Technology 122, 22–29.
- FAO., (2022). Food and Agricultural Organization. (<https://www.fao.org/faostat/en/#home>, Erişim tarihi: 18.08.2024).
- Godana, E.A., 2020. Bio-control activity of *Pichia anomala* supplemented with chitosan against *Penicillium expansum* in postharvest grapes and its possible inhibition mechanism. Food Science and Technology. LWT, 124, 109188.
- Janisiewicz, W.J., Korsten, L., 2002. Biological control of postharvest diseases of fruits. Annual review of phytopathology, 40(1), 411–441.
- Miranda, M., Bai, J., Pilon, L., Torres, R., Casals, C., Solsona, C., Teixidó, N., 2024. Fundamentals of Edible Coatings and Combination with Biocontrol Agents: A Strategy to Improve Postharvest Fruit Preservation. Foods 13, 2980.
- Posit team 2023. RStudio: Integrated Development Environment for R. Posit Software, PBC, Boston, MA.
- Sholberg, P.L., Conway, W.S., 2004. Postharvest pathology. In: Gross, K.C., Wang, C.Y., Saltveit, M. (Eds.), Agriculture Handbook Number 66: The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. Published online <http://usna.usda.gov/hb66/contents.html> by The U.S. Department of Agriculture (USDA), The Agricultural Research Service (ARS), Washington, DC, USA.
- Teixidó, N., Viñas, I., Usall, J., Magan, N., 1998. Control of Blue Mold of Apples by Preharvest Application of *Candida sake* Grown in Media with Different Water Activity. Phytopathology® 88, 960–964.
- Zhang, H., Ge, L., Chen, K., Zhao, L., Zhang, X., 2014. Enhanced Biocontrol Activity of *Rhodotorula mucilaginosa* Cultured in Media Containing Chitosan against Postharvest Diseases in Strawberries: Possible Mechanisms Underlying the Effect. J. Agric. Food Chem. 62, 4214–4224.
- Zhou, Y., Zhang, L., Zeng, K., 2016. Efficacy of *Pichia membranaefaciens* combined with chitosan against *Colletotrichum gloeosporioides* in citrus fruits and possible modes of action. Biological Control 96, 39–47.

Semperfresh® Uygulamalarının ‘Santa Maria’ Armut Çeşidinde Muhafaza ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Okan ÖZKAYA¹ 

Hatice DEMİRCİOĞLU¹ 

Ömür DÜNDAR¹ 

Aşkın BAHAR² 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi, Silifke-Taşucu Meslek Yüksekokulu, Taşucu, Mersin, Türkiye

Öz

Bu çalışmada, farklı doz Semperfresh® uygulamalarının (%1 ve %2) ‘Santa Maria’ armut çeşidinin muhafazası ve kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Armutlar 0°C’de %90 oransal nem koşullarında 30 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Çalışmada ağırlık kaybı (%), meyve eti sertliği (N), suda çözünabilir kuru madde miktarı (% SÇKM), titre edilebilir asit miktarı (% TEA), meyve kabuk rengi (h°), solunum hızı, etilen üretim miktarları belirlenmiştir. 30 gün muhafaza sonunda %2 Semperfresh® uygulamasının ‘Santa Maria’ armut çeşidinde kalite özellikleri üzerine diğer uygulamalara göre olumlu etki yaptığı bulunmuştur. %2 Semperfresh® uygulanan ‘Santa Maria’ armut çeşidinde muhafaza süresince en az ağırlık kaybı, etilen üretim miktarı ve solunum hızı ile en yüksek meyve eti sertliği, TEA ve SÇKM miktarı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Armut, Semperfresh®, kalite parametreleri, muhafaza.

Effects of Semperfresh® Applications on Storage and Quality Characteristics of ‘Santa Maria’ Pear Variety

Abstract

In this study, the effects of different doses of Semperfresh® applications (0, 1% and 2%) on the storage and quality characteristics of Santa Maria pears were investigated. Pears were stored at 0°C and 90% relative humidity for 30 days. In the pear samples taken periodically at 15-day intervals; some physical and chemical changes such as weight loss (%), fruit flesh firmness (N), total soluble solids (% TSS), titratable acidity (% TA), fruit peel color (h°), respiration rate, ethylene production amount and decay were determined. At the end of 30 days of storage, it was found that 2% Semperfresh® application had a positive effect on the quality characteristics of Santa Maria pears compared to other applications. The least weight loss, ethylene production amount and respiration rate and the highest fruit flesh hardness, TA and TSS amount were obtained in the ‘Santa Maria’ pear variety applied with 2% Semperfresh® during storage.

Keywords: Pear, Semperfresh®, quality parameters, storage.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: Okan Özkaya; : okanozkaya@yahoo.com
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Okan ÖZKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9448-5576>
Ömür DÜNDAR  <https://orcid.org/0000-0002-2388-0333>

Hatice DEMİRCİOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2469-5030>
Aşkın BAHAR  <https://orcid.org/0000-0002-1809-1700>

Giriş

Armut, yumuşak çekirdekli meyveler grubunda olup ülkemizde taze de tüketilen bir meyvedir. Ülkemizin bazı bölge ve yöreleri armut yetiştiriciliği açısından önemli bir yere sahiptir. Armut yetiştiriciliği çok eski tarihlere dayanmaktadır. Ülkemizin hemen hemen tüm ekolojik bölgelerinde armut yetiştirebilmektedir. Bugün ülkemizde 2024 yılında 222584 dekar alanda 630530 ton armut üretilmiştir (TÜİK, 2025). ‘Santa Maria’ armudu yazlık bir çeşit olup Williams X Coscia melezi olarak 1951 yılında İtalya’da bulunmuştur. Ağaçları orta kuvvette büyür ve dik olarak gelişir. ‘Santa Maria’ armudu iri, boyun kısmı uzunca, alta doğru genişler ve armut biçimindedir. Meyve zemin rengi yeme

olumunda çok açık sarıdır. Meyve eti beyaz, orta sulu, az tatlı olup orta kalitededir. Bu çeşit temmuz sonu yada ağustos ayı başında olgunlaşır. Yeme kalitesi iyi olmakla beraber yeme olumundaki rengi ve kozmetik görünüşü nedeni ile pazarlama değeri yüksek olan bir çeşittir (Anonim, 2009).

‘Santa Maria’ armut çeşidi, ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen ‘Deveci’ armut çeşidine göre iki ay, ‘Williams’ armut çeşitlerine göre ise yaklaşık bir ay daha erken hasat olgunluğuna ulaşmaktadır (Ertürk ve ark., 2009). Avrupa çeşidi armutlardan olan ‘Santa Maria’ armut çeşidi erkenci bir armut çeşidi olduğu için derim zamanı doğru belirlenmelidir. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde hasat olumu ve yeme olumu

şeklinde iki ayrı olum safhası bulunmaktadır. Bu sebeple bu armutlarda başarılı bir depolama yapılabilmesi için hasat olumunun doğru saptanması oldukça önemlidir (Anonim, 2009). Uygun olgunlukta hasat edilmeyen armutlar, fizyolojik bozukluklara daha duyarlı ve kısa bir depolama ömrüne sahip olurlar (Chen, 2004). Erken hasat edilen armutlar henüz normal büyüklüklerini almadıkları gibi depolama sonrası yeme olumuna gelmemekte veya olgunlaştıklarında gerek görünüş gerekse tekstür, tat ve aroma bakımından düşük kaliteli meyveler meydana getirmektedirler. Genellikle, erken hasat edilen armutlar daha çabuk su kaybetmekte, daha çok buruşmakta ve bazı fizyolojik bozukluklara daha duyarlı olmaktadırlar. Geç hasat edilen armutlarda ise meyvelerin depolama ömrü kısalmakta, fizyolojik ve fungal bozukluklara duyarlı hale gelmekte ve kalite kayıpları görülmektedir (Anonim, 2025).

Meyvelerin muhafaza sürelerini uzatmak amacı ile farklı kimyasallar kullanılmaktadır. Genellikle meyvelerin solunum hızları yavaşlatmak, etilen üretimlerini azaltmak amacıyla ve normal olgunlaşma süreçlerini geciktirmeden yeşil rengi ve meyve basıncını korumak için kullanılan kimyasallardan biri de Semperfresh®'dir. Semperfresh®, meyve endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sakkaroz ester esaslı bir kaplamadır. Semperfresh, yenilebilir film ve kaplamaların üretiminde kullanılan malzemelerden biridir (Otoni ve ark., 2017; Ghidelli ve PerezGago, 2018). Özellikle kirazlarda, depolama sırasında kaliteyi korumak ve raf ömrünü uzatmak için kullanılır. Bu kaplama materyali meyve yüzeyinin kaplaması ile meyve ve çevresi arasında gaz alışverişine izin verirken su kaybını önleyen, seçici olarak geçirgen bir film oluşturur. Bu şekilde meyve yüzeyinde seçici geçirgenlik sağlanarak solunumun ve ağırlık kayıplarının minimuma indirilmesi amaçlanmaktadır (Yaman ve Bayındırlı, 2002; Zhou ve ark., 2011).

Armutta farklı kaplama ürünlerinin etkilerini araştırmak amacı ile yapılan çalışmada depolama süresince meyve eti sertliği ve kabuk parlaklığı bakımından Semperfresh® uygulamasının kontrol ve shellac ile kaplamaya göre daha etkili olduğunu belirlenmiştir (Zhou ve ark., 2011). Ayrıca Semperfresh® uygulamasının armut meyvelerinin depolaması süresi boyunca ağırlık

kayıplarının yavaşlattığını ve azalttığını bildirmiştir (Sumnu, 2000). Semperfresh® uygulamasının depolama süresince etilen üretimini ve ağırlık kayıplarını azalttığı, TEA miktarı ve SÇKM miktarı değerlerinde ise önemsiz düzeyde azalma olduğunu bildirmişlerdir (Deng ve ark., 2017). Farklı meyvelerde yapılan benzer çalışmalarda ise benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kaynas ve ark. (2010) tarafından erikte yapılan çalışmada Semperfresh® uygulanmış meyvelerde meyve etinin yumuşamasını önemli ölçüde Semperfresh®'in geciktirdiği bildirilmiştir.

Bu çalışmada son zamanlarda büyük bir üretim potansiyeline sahip olan 'Santa Maria' armudunda kısa süreli muhafaza koşullarında ürün kalite kriterlerini en iyi şekilde korumak amacı ile yüzey kaplama materyali olarak kullanılan Semperfresh®'in farklı dozlarının muhafaza süresince etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait soğuk hava deposunda yürütülmüştür. Araştırmada Mersin ili Silifke ilçesinde bulunan özel bir üretici bahçesinde yetiştiriciliği yapılan 'Santa Maria' armut çeşidi kullanılmıştır. Hasat sonrasında meyveler ön elemeden geçirilmiş ve soğutmalı bir araç ile aynı gün içerisinde Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarına getirilerek periyodik analizler ve uygulamalar için gruplandırılmıştır. Semperfresh® uygulaması için meyveler seçilmiş, %1 ve %2 hazırlanmış Semperfresh® solüsyonu içerisine 2 dk batırılmıştır. Kontrol grubu meyveler ise sadece çeşme suyuna 2 dk batırılmıştır. Meyveler kurutulduktan sonra muhafaza edilmek üzere depoya konulmuştur. Meyveler 0±1°C'de, %90 hava oransal nem koşullarında 30 gün depolanmıştır. Bu muhafaza süresince meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler 15 günde bir yapılan periyodik analizler ile belirlenmiştir.

Ağırlık kaybı, muhafaza başlangıcında her tekerrürdeki meyveler numaralandırılarak tartılmış, analiz periyotlarında tekrar tartılarak ve meydana gelen ağırlık kayıpları başlangıca göre oranlanarak belirlenmiş ve % olarak ifade

edilmiştir. Muhafaza süresi boyunca meyveler teker teker incelenerek muhafaza sırasında oluşan mantarsal ve fizyolojik nedenli bozulmaların neden olduğu toplam çürük meyve miktarına bakılmıştır. Meyve kabuk rengi, Minolta CR-300 model renk ölçüm cihazı kullanılarak saptanmıştır. Ölçüm değerleri L^* , a^* ve b^* değerleri üzerinden gerçekleştirilip daha sonra hue açısı (h°) değeri cinsinden ifade edilmiştir. Meyvelerin solunum hızı ve etilen üretim miktarı ölçümleri için her analiz döneminde belirli ağırlık ve hacimdeki meyveler gaz geçirimsiz kavanoza konulmuş ve 20°C sıcaklıkta bir saat bekletilmiştir. Armutların CO_2 ($\text{ml CO}_2\text{kg}^{-1}\text{s}^{-1}$) ölçümleri CO_2 ölçüm cihazıyla ve etilen üretim miktarları ($\mu\text{l kg}^{-1}\text{h}^{-1}$) gaz kromatografisi (Shimadzu 14B) ile ölçülmüştür. Meyve eti sertliği ölçümleri meyvenin ekvator bölgesinin karşılıklı iki yanından penetrometre (11 mm uç) ile ölçülmüş ve Newton (N) cinsinden hesaplanmıştır. Armutların suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TEA) miktarlarını belirlemek üzere meyveler katı meyve sıkacağından geçirilmiş ve meyve suyu elde edilmiştir. Elde edilen meyve suyu örneklerinin SÇKM miktarı el refraktometresi yardımıyla ölçülmüş ve % olarak belirlenmiştir. Aynı meyve suyundan 5 ml alınarak 100 ml'ye saf su ile tamamlanmış ve sonrasında dijital büret yardımı ile 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH, 8.1 değerine gelinceye kadar titre edilmiştir. Meyve suyundaki TEA miktarı malik asit cinsinden g malik asit/100 ml meyve suyu olarak saptanmıştır.

Deneme her tekerrürde 10 meyve olmak üzere 3 tekerrürlü olarak "Faktöriyel Düzende Tesadüf

Çizelge 1. 'Santa Maria' armut çeşidinde Semperfresh® uygulamalarının depolama süresince ağırlık kaybına etkileri (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)		Ortalama
	15	30	
Kontrol	0.69	1.72	1.21 ab
%1 Semperfresh®	0.82	2.50	1.66 a
%2 Semperfresh®	0.41	1.36	0.89 b
Ortalama	0.64 b	1.86 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.58, LSD_(0.05) MS: 0.48, LSD_(0.05) Uyg.*MS: Ö.D., Ö.D.: Önemli değil.

Muhafaza edilen armutlarda tüm uygulamalarda h° değerinde azalma gözlenmiştir (Çizelge 2). Çalışmada h° değeri üzerine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama*muhafaza süresi etkileşimini istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. En yüksek h° değeri %1

Parselleri" deneme desenine göre kurulmuştur. Veriler JMP (5.0.1) paket programında analiz edilmiş ve ortalamalar arası farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile $P \leq 0.05$ önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Muhafaza edilen armutlarda tüm uygulamalarda muhafaza süresince ağırlık kaybında artış gözlenmiştir (Çizelge 1). Ağırlık kaybında uygulamalar ve muhafaza süresi (MS) istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. En fazla ağırlık kaybı %1 Semperfresh® uygulanmış meyvelerde olurken bunu kontrol meyveler izlemiştir. Zhou ve ark. (2008), yapılan çalışmada Shellac ve Semperfresh® uygulamış armutlarda kontrol meyveleriyle karşılaştırıldığında daha az ağırlık kaybı olduğunu bulmuşlardır. Yaman ve Bayındırlı (2002), 'Sweet Cherry' kiraz çeşidinde ağırlık kaybını azaltmada en etkili olanın 20 g L^{-1} 'lik Semperfresh™ olduğunu bulmuşlardır. Sitrashine kaplı armut meyvelerinde, kontrole kıyasla en düşük ortalama fizyolojik ağırlık kaybının (%2,82) olduğu bulunmuştur (Mahajan ve ark., 2011). Kaplamalar, su buharına karşı yarı geçirgen bir bariyer oluşturarak, ağırlık kaybının azalmasına yol açar (Tharanathan, 2003). Ağırlık kaybı meyvelerde solunum ve depo hava sirkülasyonunun yol açtığı meyve yüzeyinden evaporasyon ile meydana gelmektedir. Depo oransal neminin yüksek olmasına karşı meydana gelen ağırlık kayıpları kabul edilebilir değerler içerisinde.

Semperfresh® ve kontrol meyvelerinde olurken en düşük h° açısı değeri ise %2 Semperfresh® meyvelerinde belirlenmiştir. Açısı değerinin azalma miktarı incelendiğinde bunun pratikte gözle seçilebilecek bir değişim olmadığı, ancak yine de uzun dönemde önemli bir parametre

olabileceği düşünülmektedir. Semperfresh'e batırılan 'Anjou' armut çeşidinde, kontrol meyvelerine göre daha yüksek bir renk tonu açısına (daha fazla yeşil renge) sahip olduğu bulunmuştur (Kupferman ve Gutzwiler, 2003). Yenilebilir kaplamaların daldırma veya püskürtme yöntemiyle uygulanması, meyvelerin kalitesinin daha uzun süre korunmasını sağlayabilir ve bu meyvelerin pazarlanabilirliğinin daha uzun süre uzatılmasına yardımcı olur. Ayrıca ürün rengini korur (Kumar

ve Sethi, 2018). Merwe ve ark. (2002), yaptıkları bir çalışmada farklı elma ve armut çeşitlerinde %1.4 ve %2.0 dozlarında Semperfresh® uygulamaları sonrasında normal ve kontrollü atmosfer koşullarında muhafaza sonrasında Semperfresh® uygulamasının raf ömrü süresince meyve kabuk rengini korumada etkili olduğunu bildirmişlerdir. Muhafaza sırasında tüm uygulama meyvelerinde mantarsal ve fizyolojik nedenli bozulmalar gözlenmemiştir.

Çizelge 2. 'Santa Maria' armut çeşidinde Semperfresh® uygulamalarının depolama süresince meyve kabuğunda renk değişimine etkileri (h°)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama
	0	15	30	
Kontrol	104.15 a	103.82 a	103.15 a	103.71 a
%1 Semperfresh®	104.15 a	104.14 a	103.60 a	103.96 a
%2 Semperfresh®	104.15 a	101.62 b	100.76 b	102.18 b
Ortalama	104.15 a	103.19 b	102.50 b	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.84, LSD_(0.05) MS: 0.84, LSD_(0.05) Uyg.*MS: 1.46.

Muhafaza edilen armutlarda solunum hızı değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. Solunum hızı üzerine uygulamalar, muhafaza süresi ve uygulamalar*muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. En yüksek solunum hızı değeri kontrol grubu meyvelerde olurken en düşük solunum hızı değeri ise %1 ve %2 Semperfresh® uygulanmış meyvelerde belirlenmiştir. Depolanan meyvelerin solunum hızının depolama süresinin ilerlemesiyle arttığı bulunmuştur (Kumar ve

Sethi, 2018). Kitosan+balmumu kaplamasının çileklerin solunum hızını önemli ölçüde azalttığı ve dolayısıyla daha iyi bir koruma sağladığı bulunmuştur (Velickova ve ark., 2013). Kaplamalar, su buharı ve gaz değişimine karşı yarı geçirgen bir bariyer oluşturarak solunum hızının değişmesine ve yaşlanmanın gecikmesine yol açar (Tharanathan, 2003). Worrell ve ark. (2002), araştırılan tüm kaplamalarda solunum hızının azaldığını bulmuşlardır.

Çizelge 3. 'Santa Maria' armut çeşidinde Semperfresh® uygulamalarının depolama süresince solunum hızına etkileri ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama
	0	15	30	
Kontrol	1.57 e	2.76 a	2.66 b	2.33 a
%1 Semperfresh®	1.57 e	2.27 d	2.41 c	2.08 b
%2 Semperfresh®	1.57 e	2.21 d	2.61 b	2.13 b
Ortalama	1.57 c	2.41 b	2.56 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.05, LSD_(0.05) MS: 0.05, LSD_(0.05) Uyg.*MS: 0.09.

Muhafaza süresince armutlarda etilen üretim miktarı değişimi Çizelge 4'de verilmiştir. Etilen üretim miktarı üzerine muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunurken uygulama ve muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza süresince etilen üretim miktarı artış göstermiştir. Muhafazanın

başlangıcında $0.05 \mu\text{l kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ olarak tespit edilen etilen üretim miktarı 30 günde $1.69 \mu\text{l kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. Worrell ve ark. (2002), araştırılan tüm kaplamalarda etilen üretim miktarının azaldığını bulmuşlardır. Bu çalışmada etilen üretim miktarı muhafaza süresince arttığı bulunmuştur.

Çizelge 4. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde Semperfresh® uygulamalarının depolama süresince etilen üretim miktarına etkileri ($\mu\text{l kg}^{-1} \text{s}^{-1}$)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama
	0	15	30	
Kontrol	0.05	0.12	2.25	0.80
%1 Semperfresh®	0.05	0.07	1.65	0.59
%2 Semperfresh®	0.05	0.08	1.16	0.43
Ortalama	0.05 b	0.09 b	1.69 a	

LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD_(0.05) MS: 0.23, LSD_(0.05) Uyg.*MS: Ö.D., Ö.D.: Önemli değil.

Meyve eti sertliğinde uygulamalar ve muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Armutlarda meyve eti sertliğinde muhafaza süresince Semperfresh® uygulamalarında artış gözlenmiştir. En yüksek meyve eti sertliği %1 ve %2 Semperfresh® uygulanmış meyvelerde olurken en düşük meyve eti sertliği kontrol grubu meyvelerinde belirlenmiştir (Çizelge 5). Yaman ve Bayındırlı (2002), ‘Sweet Cherry’ kiraz çeşidinde meyve eti sertliğinin Semperfresh™ uygulanan meyvelerde yüksek olduğunu bulmuşlardır. Aynı zamanda

Semperfresh™ kaplama konsantrasyonu arttıkça sertlik değerlerinin de arttığı bulunmuştur. Bu çalışmada da Semperfresh® uygulamalarında benzer sonuçlar elde edilmiştir. Farklı elma ve armut çeşitlerinde yapılan bir çalışmada %1.4 ve %2.0 dozlarında Semperfresh® uygulamaları farklı depolama koşullarında raf ömrü süresince meyve eti sertliği korumada etkili olduğu bildirilmiştir (Merwe ve ark., 2002). Semperfresh ile muamele edilen ‘Anjou’ armut çeşidinin daha sert olduğu bulunmuştur (Kupferman ve Gutzwiler, 2003).

Çizelge 5. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde Semperfresh® uygulamalarının depolama süresince meyve et sertliğine etkileri (N)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama
	0	15	30	
Kontrol	42.55	41.77	41.90	42.08 b
%1 Semperfresh®	42.55	50.16	45.36	46.02 a
%2 Semperfresh®	42.55	49.77	45.92	46.08 a
Ortalama	42,55 b	47,23 a	44,39 b	

LSD_(0.05) Uyg.: 2.75, LSD_(0.05) MS: 2.75, LSD_(0.05) Uyg.*MS: Ö.D., Ö.D.: Önemli değil.

SÇKM miktarı üzerine muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunurken uygulama ve muhafaza süresi x uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz ($P \leq 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 6). Muhafaza sürecinin başlangıcında ortalama %11.53 olan SÇKM miktarı muhafazanın 15. gününde %14.82 ve 30. gününde %12.98 olarak tespit edilmiştir. Yaman ve Bayındırlı (2002),

kirazlarda yapmış oldukları bir çalışmada Semperfresh® uygulamalarının kirazın depolama ömrünü kontrolden daha iyi koruduğunu bildirmişlerdir. Shellac ve Semperfresh® uygulamış ‘Huanghua’ armut çeşidinde SÇKM miktarının muhafaza süresince önemli oranda azaldığı bulunmuştur (Zhou ve ark., 2008).

Çizelge 6. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde Semperfresh® uygulamalarının depolama süresince SÇKM miktarına etkileri (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama
	0	15	30	
Kontrol	11.53	14.40	12.20	12.71
%1 Semperfresh®	11.53	14.47	11.93	12.64
%2 Semperfresh®	11.53	15.60	14.80	13.98
Ortalama	11.53 c	14.82 a	12.98 b	

LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD_(0.05) MS: 0.03, LSD_(0.05) Uyg.*MS: Ö.D., Ö.D.: Önemli değil.

Semperfresh® uygulamalarının TEA miktarı üzerine etkileri Çizelge 7’de verilmiştir.

Muhafazanın ilk 15. günde artmış sonrasında ise azalmıştır. Semperfresh® uygulamalarında

kontrole göre daha yüksek TEA miktarının olduğu bulunmuştur. Uygulamaların TEA miktarı üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Shellac ve

Semperfresh® uygulamış ‘Huanghua’ armut çeşidinde TEA miktarının muhafaza süresince önemli oranda azaldığı bulunmuştur (Zhou ve ark., 2008).

Çizelge 7. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde Semperfresh® uygulamalarının depolama süresince TEA miktarına etkileri (g malik asit/100 ml meyve suyu)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama
	0	15	30	
Kontrol	0.28	0.37	0.30	0.32
%1 Semperfresh®	0.28	0.36	0.33	0.32
%2 Semperfresh®	0.28	0.36	0.39	0.34
Ortalama	0.28 b	0.36 a	0.34 a	

LSD_(0.05) Uyg.:Ö.D., LSD_(0.05) MS: 1.25, LSD_(0.05) Uyg.*MS: Ö.D., Ö.D.: Önemli değil.

Sonuç

Deneme sonuçlarının değerlendirilmesinde, araştırma koşullarında ‘Santa Maria’ armut çeşidine yapılan %1 ve %2’lik Semperfresh® kaplama materyalinin kontrol ile karşılaştırılmasında muhafaza süresince uygulamaların kalite kriterlerini koruduğu belirlenmiştir. Uygulamalar arasında %2 Semperfresh® kaplamasının meyvelerin 30 gün muhafazası süresince ağırlık kayıpları azaltma ve meyve eti sertliğinin korunması üzerine etkili olduğu saptanmıştır. Bu çalışma sonucunda 30 gün $0 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %90 oransal nem muhafaza koşullarında %2’lik Semperfresh® uygulamasının ‘Santa Maria’ armut çeşidi muhafazası üzerine olumlu etkileri olduğu gözlenmiştir. Bu araştırmanın Semperfresh® uygulamalarının daha uzun süreli muhafaza ve raf ömrü çalışmaları ile geliştirilmesi pratikte kullanım olanakları için olumlu olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2009. Bahçecilik, Armut Yetiştiriciliği. MEGEP, 2009. Erişim Tarihi:01.05.2025.
- Anonim, 2025. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>. Erişim Tarihi:01.05.2025.
- Chen, P.M., 2004. Pear. The Commercial Storage Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks (K.C. Gross, C.Y. Wang, and M.E. Saltveit, eds.). USDA Agriculture Handbook No. 66. Washington, 471–480.
- Deng, Z., Jung, J., Simonsen, J., Wang, Y., Zhao, Y., 2017. Cellulose Nanocrystal Reinforced Chitosan Coatings for Improving the Storability of Postharvest

- Pears Under Both Ambient and Cold Storages. Journal of Food Science. 82, 453–462.
- Ertürk, Y., Güler, M., Erdoğan, Ü.G., 2009. Quince A Üzerine Aşılı Bazı Armut Çeşitlerinin İspir (Yukarı Çoruh Havzası) Koşullarındaki Verim ve Gelişme Durumlarının Belirlenmesi. Bahçe. 38(1),11–17.
- Ghidelli, C., Pérez-Gago M.B., 2018. Recent Advances in Modified Atmosphere Packaging and Edible Coatings to Maintain Quality of Fresh-cut Fruits and Vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 58 (4), 662–679.
- Kaynas, K., Sakaldas, M., Yurt, U., 2010. The Effects of Different Postharvest Applications and Different Modified Atmosphere Packaging Types on Fruit Quality of ‘Angeleno’ Plums. Acta Hort. 876, 209–216.
- Kumar, P., Sethi, S., 2018. Edible Coating for Fresh Fruit: A Review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 7(05), 2619–2626.
- Kupferman, E., Gutzwiller, J., 2003. Use of Diphenylamine, Ethoxyquin and Semperfresh on Anjou Pears. Washington State University, Tree Fruit Research And Extension Center, 1–15.
- Mahajan, B.V.C., Singh, J., Dhillon, W.S., 2011. Effect of Different Edible Coatings on Quality and Shelf Life of Pears under Supermarket and Ordinary Market Conditions. International Journal Fruit Science. 11, 207–219.
- Merwe, J.A., van der Nielsen, M., Lamont, M., 2002. Effect of Semperfresh on the Post-

- storage Quality of Packham's Triumph Pears and Golden Delicious Apples. SA Fruit Journal. 1, 47–52.
- Otoni, C.G., Avena-Bustillos, R.J., Azeredo, H.M.C., Lorevice, M.V., Moura, M.R., 2017. Recent Advances on Edible Films Based on Fruits and Vegetables-A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 16, 1151–1169.
- Sumnu, G., 2000. "Quality Control Charts for Storage of Pears. European Food Research and Technology. 211(5), 355–359.
- Tharanathan, R.N., 2003. Biodegradable Films and Composite Coatings: Past, Present and Future. Trends Food Sci Technol. 14, 71–78.
- TÜİK, 2025. Bitkisel Üretim İstatistikleri. [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&l](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr)ocale=tr Erişim Tarihi:02.03.2025.
- Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, B.D., 2013. Impact of Chitosan-Beeswax Edible Coatings on the Quality of Fresh Strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under Commercial Storage conditions. Food Sci. Technol. 52,80–92.
- Worrell, D.B., Carrington, C.M.S., Huber, D.J., 2002. The Use of Low Temperature and Coatings to Maintain Storage Quality of Breadfruit, *Artocarpus altilis* (Parks.) Fosb. Postharvest Biol. Technol. 25,33–40.
- Yaman, Ö., Bayındırlı, L., 2002. Effects of an Edible Coating and Cold Storage on Shelf-life and Quality of Cherries. LWT-Food Science and Technology. 35(2), 146–150.
- Zhou, R., Li, Y., Yan, L., Xie, J., 2011. Effect of Edible Coatings on Enzymes, Cell-membrane Integrity, and Cell-wall Constituents in Relation to Brittleness and Firmness of Huanghua Pears (*Pyruspyrifolia Nakai*, cv. Huanghua) during Storage. Food Chemistry. 124(2), 569-575.
- Zhou, R., Mo, Y., Li, Y., Zhou, Y., Zhang, G., Hu, Y., 2008. Quality and Internal Characteristics of Huanghua Pears (*Pyruspyrifolia Nakai*, cv. Huanghua) Treated with Different Kinds of Coatings during Storage. Postharvest Biology and Technology. 49 (1), 171–179.

1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamalarının ‘Santa Maria’ Armut Çeşidinde Muhafaza ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Okan ÖZKAYA¹ 

Hatice DEMİRCİOĞLU¹ 

Aşkın BAHAR² 

Ömür DÜNDAR¹ 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi, Silifke-Taşucu Meslek Yüksekokulu, Taşucu, Mersin, Türkiye

Öz

Bu çalışmada, farklı doz 1-MCP uygulamalarının (0, 250, 500, 750 ve 1000 ppb) ‘Santa Maria’ armut çeşidinin muhafazası ve kalite özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Armutlar 0°C’de %90 oransal nem koşullarında 40 gün muhafaza edilmiştir. Meyveler periyodik olarak 10 gün aralıklarla çıkartılmış ve muhafaza sonrası +3 gün bekletilen armut örneklerinde; ağırlık kaybı (%), meyve eti sertliği (N), suda çözünabilir kuru madde miktarı (%), titre edilebilir asit miktarı (%), meyve kabuk rengi (h°), solunum hızı, etilen üretim miktarı ve çürüme gibi bazı fiziksel ve kimyasal değişimler belirlenmiştir. 40 gün muhafaza sonunda 3 gün rafta bekletilen meyvelerde 500 ve 750 ppb 1-MCP uygulamalarının ‘Santa Maria’ armut çeşidinin kalite özellikleri üzerine kontrole göre daha olumlu etki yaptığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Armut, 1-MCP, kalite parametreleri, raf ömrü, muhafaza.

Effects of 1-Methylcyclopropane (1-MCP) Treatments on Storage and Quality Characteristics of ‘Santa Maria’ Pear Variety

Abstract

In this study, the effects of different doses of 1-MCP applications (0, 250, 500, 750 and 1000 ppb) on the storage and quality characteristics of ‘Santa Maria’ pear variety were investigated. Pears were stored at 0°C and 90% relative humidity for 40 days. Fruits were periodically removed at 10-day intervals and some physical and chemical changes such as weight loss (%), fruit flesh firmness (N), total soluble solids (%), titratable acidity (%), fruit peel color (h°), respiration rate, ethylene production amount and decay were determined in pear samples that were kept on the shelf for 3 days after storage. It was found that 500 and 750 ppb 1-MCP applications had a more positive effect on the quality characteristics of the ‘Santa Maria’ pear variety in fruits kept on the shelf for 3 days after 40 days of storage compared to the control.

Keywords: Pear, 1-MCP, quality parameters, shelf life, storage.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: Okan Özkaya; : okanozkaya@yahoo.com

Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Okan ÖZKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9448-5576>

Aşkın BAHAR  <https://orcid.org/0000-0002-1809-1700>

Hatice DEMİRCİOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2469-5030>

Ömür DÜNDAR  <https://orcid.org/0000-0002-2388-0333>

Giriş

Armut, yumuşak çekirdekli meyveler grubunda olup ülkemizde genel olarak taze tüketilen bir meyvedir. Ülkemizin bazı bölge ve yöreleri armut yetiştiriciliği açısından önemli bir yere sahiptir. Armut yetiştiriciliği çok eski tarihlere dayanmaktadır. Anadolu’da, İtalya, Fransa, Belçika gibi ülkelerde uzun yıllardır armut yetiştirilmektedir. Ülkemizde hemen hemen her yerde armut yetiştirebilmektedir. Bugün ülkemizde 2024 yılında 222584 dekar alanda 630530 ton armut üretilmiştir (TÜİK, 2025).

Armut meyvesi olgunluk zamanlarına göre yazlık, güzlük ve kışlık çeşitler olmak üzere üç grupta toplanmaktadır (Özbek, 1978; Özçağırın ve ark., 2004). ‘Santa Maria’ armut çeşidi yazlık bir armut çeşididir. Ülkemizde yetişen armut

çeşitlerine göre 45-60 gün daha erken hasat olumuna gelmektedir (Ertürk, 2009). ‘Santa Maria’ armut çeşidi ortalama 65-70 mm genişlikte, sap hariç 105 mm uzunlukta olup yaklaşık 220 gram ağırlığındadır. Ağustos ayının ilk haftası itibarıyla hasat edilir. Yeme kalitesi iyi olmakla beraber yeme olumundaki rengi ve görünüşü caziptir. Meyve eti sulu ve tüketici tarafından tercih edilen pazarlama değeri yüksek bir çeşittir. Soğuk hava deposunda olgunluğa ulaştığında kabuğu sarı renk alır ve uzun süre depolanabilir (Anonim, 2009; Mete, 2019).

Meyvelerin yeme kalitesi ve depolanabilirliği açısından en uygun özelliklere sahip olması hasat zamanının doğru belirlenmesiyle mümkündür. Armut meyvesi klimakterik özellikte olarak değerlendirilir (Kader, 1989). Klimakterik

özellikteki tüm meyvelerde olduğu gibi armut meyvesi de biyokimyasal değişimlerle doğal olgunlaşma sürecini tamamlar (Hoffman ve Yang, 1980).

Armutta hasat olumu; büyüme, gelişme gibi fiziksel ve kimyasal değişimler ile tamamlanır. Meyvenin bu metabolik değişimleri kalite parametreleri (tat, aroma, irilik, renk, şekil) olarak değerlendirilir. Bu değerlendirmeler ile yeme olumu belirlenir. Hasat olumu ise; meyvenin ağaç, bitki ya da omcadan ayrılmasının ardından olgunlaşmanın tamamlandığı fizyolojik evreyi tanımlar (Watada ve ark., 1974; Reid, 1992).

Elma ve armutlar olgunlaşmaları için ağaçta bırakıldığında yeme olumuna erişmeler de iyi bir kalite kazanamazlar ve yapıları unlu bir hal alır. Bu nedenle armutlarda hasat zamanının tespit edilmesi elmalara oranla daha fazla önem taşımaktadır (Özelkök ve ark., 1987).

Armut görünüş ve tekstür bakımından muhafazaya dayanıklı gibi görünmesinin yanında aslında depolama istekleri açısından seçici bir türdür. Armutta hasat zamanının doğru belirlenmesi muhafaza edilebilirlik açısından önemlidir. İdeal hasat zamanı meyvenin yeme kalitesi açısından olduğu gibi hasat sonrasındaki fizyolojik bozuklukların önlenmesi ve muhafaza sonunda kalite özelliklerini kaybetmemesi açısından da önemlidir (Özelkök ve ark., 1995; Anonim, 2009).

1-Methylcyclopropene (1-MCP); klimakterik meyve ve sebze türlerinde genel anlamda etileni inhibe edici özelliği olan bir kimyasaldır. 1-MCP, hasat sonrasında olgunlaşmayı kontrol eden uygulamalar içerisinde en uygulanabilir ve etkili olarak kabul edilmektedir. 1-MCP etilen reseptörlerini kapatarak ve etilenin bağlanmasına engel olarak aktivasyonu engellediği için klimakterik tepkiler gerçekleşmez. Meyve olgunlaşması ve yaşlanma sırasında etilen sinyalini inhibe etmek için 1-MCP kullanılır (Watkins, 2006). 1-MCP maddesinin etkili uygulama konsantrasyonu; ürüne, zamana, sıcaklığa ve uygulama biçimine göre değişiklikler gösterir (Watkins, 2002). 1-MCP armut meyvelerinin tazeliğinin korunması ve depolanmasında kullanılan maddelerden biridir (Sun ve ark., 2001; Mac Lean ve ark., 2007; Hui ve ark., 2009). Daha önce yapılan çalışmalarla 1-MCP uygulamasının bazı armut türlerinde hasat

sonrasında meyve yumuşaması, meyve iç kararması, zemin rengi değişimi ve depo yanıklığı gibi bazı kalite özelliklerine etkili olduğu saptanmıştır (Baritelle ve ark., 2001; Argenta ve ark., 2003; Kubo ve ark., 2003; Hiwasa ve ark., 2003; Sakalıdaş ve ark., 2010).

Armutlarda meyve kalitesi korunarak yeme olumuna gelmesi için başarılı bir hasat sonrası işlemlerin yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada son zamanlarda büyük bir üretim potansiyeline sahip olan ‘Santa Maria’ armut çeşidinde hasat sonrası muhafaza ve raf ömrü süresince kalite kriterlerinin korunması üzerine klimakterik olan meyvelerde olgunlaşmanın yavaşlatılarak muhafaza süresinin uzamasını sağlayan 1-MCP’nin farklı dozlarının etkilerinin incelenmesi ve kalitenin korunması açısından en ideal 1-MCP uygulama dozunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü soğuk hava deposunda yürütülmüştür. Çalışmada Mersin ili Silifke ilçesinde bulunan ticari bir bahçeden temin edilen ‘Santa Maria’ armut çeşidi kullanılmıştır. Hasat sonrasında meyveler ön elemenden geçirilmiş ve soğutmalı bir araç ile aynı gün içerisinde Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarına getirilerek periyodik analizler ve uygulamalar için gruplandırılmıştır. Bu gruplarda 0 (Kontrol), 250, 500, 750 ve 1000 ppb dozlarında 1-MCP uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar 20°C’de 24 saat kapalı gaz sızdırmaz sistemde gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu meyvelerine herhangi bir uygulama yapılmamış, bu meyveler aynı sıcaklık ve sürede bekletilmiştir.

Uygulama sonrasında meyveler 0°C’de, %90 hava oransal nem koşullarında bulunan soğuk hava deposunda 40 gün muhafaza edilmiştir. Meyveler periyodik olarak 10 gün aralıklarla çıkartılmış ve muhafaza sonrası +3 gün 20°C’de bekletilen armut meyvelerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler yapılan periyodik analizler ile belirlenmiştir.

Ağırlık kaybı, muhafaza sonrası +3 gün raf ömrü başlangıcında her tekerrürdeki meyveler

numaralandırılarak tartılmış, analiz periyotlarında tekrar tartılarak ve meydana gelen ağırlık kayıpları başlangıca göre oranlanarak belirlenmiş % olarak ifade edilmiştir. Muhafaza sonrası 3 gün raf ömrü sonunda meyveler teker teker incelenerek muhafaza sırasında oluşan mantarsal ve fizyolojik nedenli bozulmaların neden olduğu toplam çürük meyve miktarı saptanmıştır. Meyve kabuk rengi, Minolta CR-300 model renk ölçüm cihazı kullanılarak saptanmıştır. Ölçüm değerleri L*, a* ve b* değerleri üzerinden gerçekleştirilip daha sonra hue açısı (h°) değeri cinsinden ifade edilmiştir. Meyvelerin solunum hızı ve etilen üretim miktarı ölçümleri için her analiz döneminde belirli ağırlık ve hacimdeki meyveler gaz geçirimsiz kavanoza konulmuş ve 20°C sıcaklıkta bir saat bekletilmiştir. Armutların CO₂ (ml CO₂kg⁻¹s⁻¹) ölçümleri CO₂ ölçüm cihazıyla ve etilen üretim miktarları (µl kg⁻¹h⁻¹) gaz kromatografisi (Shimadzu 14B) ile ölçülmüştür. Meyve eti sertliği ölçümleri meyvenin ekvator bölgesinin karşılıklı iki yanından penetrometre (11 mm uç) ile ölçülmüş ve Newton (N) cinsinden hesaplanmıştır. Armutların suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TEA) miktarlarını belirlemek üzere meyveler katı meyve sıkacağından geçirilmiş ve meyve suyu elde edilmiştir. Elde edilen meyve suyu örneklerinin SÇKM miktarı el refraktometresi yardımıyla ölçülmüş ve % olarak belirlenmiştir. Aynı meyve

suyundan 5 ml alınarak 100 ml'ye saf su ile tamamlanmış ve sonrasında dijital büret yardımı ile 0.1 N NaOH çözeltisi ile pH, 8.1 değerine gelinceye kadar titre edilmiştir. Meyve suyundaki TEA miktarı malik asit cinsinden g malik asit/100 ml meyve suyu olarak saptanmıştır.

Deneme her tekerrürde 10 meyve olmak üzere 3 tekerrürlü olarak "Faktöriyel Düzende Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre kurulmuştur. Veriler JMP (5.0.1) paket programında analiz edilmiş ve ortalamalar arası farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile P≤0.05 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Muhafaza edilen armutlarda muhafaza sonrası 3 gün raf ömründe tüm uygulamalarda ağırlık kaybında artış gözlenmiştir (Çizelge 1). En fazla ağırlık kaybı 250 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde %2.12 olurken en az ağırlık kaybı ise 500 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde %1.70 olarak görülmüştür. Ağırlık kaybında uygulamalar ve muhafaza süresi (MS) istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. Watkins ve William (2005) armut meyvesinde 1-MCP uygulamasının meyvenin ağırlık kaybını azalttığını bildirmişlerdir. 1-MCP uygulanan "Deveci" armut çeşidinde depolama süresindeki artışlar ağırlık kaybında artışa neden olduğu bulunmuştur (Sakaldaş, 2014).

Çizelge 1. 'Santa Maria' armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının depolama ve raf ömrü süresince ağırlık kaybına etkileri (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi+Raf Ömrü (gün)					Ortalama
	0+3	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	0.87	1.49	2.00	2.53	2.81	1.94 b
250 ppb 1-MCP	0.87	1.49	2.15	2.95	3.13	2.12 a
500 ppb 1-MCP	0.87	1.29	1.72	2.13	2.48	1.70 c
750 ppb 1-MCP	0.87	1.26	2.04	2.60	2.99	1.95 b
1000 ppb 1-MCP	0.87	1.33	2.13	2.53	2.79	1.93 b
Ortalama	0.87 e	1.37 d	2.01 c	2.55 b	2.84 a	

LSD(0.05) Uyg.: 0.13, LSD(0.05) MS: 0.13, LSD(0.05) Uyg.*MS: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil.

Muhafaza edilen armutlarda muhafaza sonrası 3 gün raf ömründe tüm uygulamalarda h° açısı değerinde azalma gözlenmiştir (Çizelge 2). En yüksek h° açısı değeri 750 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde 102.09 h° olurken en düşük h° açısı değeri ise 1000 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde 101.37 h° olarak belirlenmiştir. h° açısı değerinde muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. Armut

meyvesinde 1-MCP uygulamasının meyvede kabuk kararmasını, kabuk yanıklığını azalttığını ve geciktirdiğini bildirilmiştir (Watkins ve William, 2005). Sakaldaş (2014), 'Deveci' armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının yüksek dozunda meyve kabuk renginde h° açısı değeri muhafaza süresince yüksek olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada ise 1-MCP uygulamalarında h° açısı değeri yüksek değerde bulunmuştur. 1-MCP

uygulanarak depolanan armutlarda kabuk renginin sarardığı kanısına varılmıştır (Calvo ve ark., 2011; Cucchi ve Regiroli, 2011; Rizzolo ve ark., 2013; Vanoli ve ark., 2015). Muhafaza ve

raf ömrü süresince tüm uygulama meyvelerinde mantarsal ve fizyolojik nedenli bozulmalar gözlenmemiştir.

Çizelge 2. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının depolama ve raf ömrü süresince armut kabuğunda renk değişimine etkileri (h°)

Uygulamalar	Muhafaza+ Raf Ömrü (gün)					Ortalama
	0+3	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	102.51	102.01	101.74	101.08	100.68	101.60
250 ppb 1-MCP	102.51	102.20	102.04	101.51	100.94	101.84
500 ppb 1-MCP	102.51	102.15	102.06	101.33	100.90	101.79
750 ppb 1-MCP	102.51	102.35	102.34	101.84	101.40	102.09
1000 ppb 1-MCP	102.51	101.58	101.44	100.76	100.56	101.37
Ortalama	102.51 a	102.06 a	101.92 ab	101.30 bc	100.90 c	

LSD_(0.05) Uyg.:Ö.D., LSD_(0.05) MS: 0.75, LSD_(0.05) Uyg.*MS: Ö.D.

Muhafaza edilen armutlarda muhafazadan 3 gün sonra raf ömründe solunum hızı değerleri Çizelge 3’te verilmiştir. En yüksek solunum hızı kontrol grubu meyvelerde 1.45 mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ olurken en düşük solunum hızı ise 250 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde 1.30 mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ olarak belirlenmiştir. Uygulamalar, muhafaza süresi ve uygulamalar*muhafaza süresi istatistiksel olarak solunum hızında önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ‘Suli’ armut çeşidinde yapılan bir çalışmada kontrol ve 1-MCP ile işlem gören meyvelerin solunum hızı, oda sıcaklığında 3 gün depolamada hemen düştüğü ve 12 gün depolamadan sonra zirve seviyesi ile kademeli olarak arttığı bulunmuştur. Muhafaza esnasında, kontrol ve 1-MCP ile işlem gören armutların solunum hızı, 50 ve 70 gün depolamada küçük bir tepe noktası seviyesiyle azalmıştır. 20 gün depolamadan sonra, 1-MCP ile işleme tabi

tutulan armutların solunum hızı kontrol grubundan farklı olmadığı bulunmuştur (Dong ve ark., 2011). Wang ve Sugar (2015) ‘Barlett’ armut çeşidinde yaptıkları çalışmada 1-MCP uygulanan meyvelerin solunum hızının kontrol grubu meyvelerine göre düşük olduğunu bulmuşlardır. Armut meyvesinde 1-MCP uygulamasının solunum hızını azalttığı bildirilmiştir (Watkins ve William, 2005). ‘Laiyang’ armut çeşidinde 1-MCP uygulanan ve kontrollü atmosfer koşulunda depolanan meyvelerdeki solunumun hızının maksimum zirvesi kontrolden daha sonra gerçekleşmiştir (Liu ve ark., 2013). Bu sonuçlar, 1-MCP uygulamalarının solunum hızını önemli ölçüde azaltılabileceğini ve ‘Santa Maria’ armut meyvesinin fizyolojisi ve metabolizması sürecinde gecikmeye yol açabileceğini göstermektedir.

Çizelge 3. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının depolama ve raf ömrü süresince solunum hızına etkileri (mg CO₂.kg⁻¹.h⁻¹)

Uygulamalar	Muhafaza+Raf Ömrü (gün)					Ortalama
	0+3	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	1.98 a	1.21 f-j	1.29 cd	1.31 c	1.46 b	1.45 a
250 ppb 1-MCP	1.98 a	1.10 l	1.14 j-l	1.16 i-l	1.14 j-l	1.30 c
500 ppb 1-MCP	1.98 a	1.22 e-i	1.19 h-k	1.24 d-h	1.21 f-i	1.37 b
750 ppb 1-MCP	1.98 a	1.20 g-k	1.18 h-k	1.26 c-g	1.24 d-h	1.37 b
1000 ppb 1-MCP	1.98 a	1.27 c-f	1.28 c-e	1.30 cd	1.31 c	1.43 a
Ortalama	1.98 a	1.20 c	1.21 c	1.25 b	1.27 b	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.03, LSD_(0.05) MS: 0.03, LSD_(0.05) Uyg.*MS: 0.07.

1-MCP uygulamaları ve kontrol grubu meyvelerin muhafaza sonrası 3 gün raf ömründe içsel etilen miktarları Çizelge 4’de verilmiştir. En yüksek etilen üretim miktarı kontrol grubu meyvelerde 8.62 µl.kg⁻¹.s⁻¹ olurken en düşük

etilen üretim miktarı ise 750 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde 3.43 µl.kg⁻¹.s⁻¹ olarak belirlenmiştir. Etilen üretim miktarında uygulamalar istatistiksel olarak önemli (P≤0.05) bulunmuştur. ‘Laiyang’ armut çeşidinde etilen

üretimindeki artış tüm uygulamalarda gözlemlenmiş, kontrolle karşılaştırıldığında, 1-MCP uygulanan ve kontrollü atmosfer koşulunda depolanan meyveler ilk 4 ayda belirgin şekilde daha düşük etilen seviyesi göstermiştir (Liu ve ark., 2013). Sakaldaş (2014), ‘Deveci’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının yüksek dozunda meyve kabuğunda etilen üretim miktarının muhafaza süresince düşük olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada ise 1-MCP uygulamalarında etilen üretim miktarı kontrole göre daha düşük değerde bulunmuştur. 1-MCP

uygulanan armutlar 1°C’de 6-8 ay ve 7 gün 20°C’de depoladıklarında meyvelerde depolama süresi boyunca etilen üretiminin azaldığını bildirilmiştir (Xie ve ark., 2014). Wang ve Sugar (2015), ‘Barlett’ armut çeşidinde yapılan bir çalışmada 1-MCP uygulanan meyvelerde etilen üretim miktarının kontrol grubu meyvelerine göre düşük olduğunu bulmuşlardır. 1-MCP uygulanarak depolanan armutlarda etilen üretiminin azaldığı bildirilmiştir (Calvo ve ark., 2011; Cucchi ve Regiroli, 2011; Rizzolo ve ark., 2013; Vanoli ve ark., 2015).

Çizelge 4. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının depolama ve raf ömrü süresince etilen üretim miktarına etkileri ($\mu\text{l.kg}^{-1}\text{s}^{-1}$)

Uygulamalar	Muhafaza+Raf Ömrü (gün)					Ortalama
	0+3	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	4.67	11.18	10.00	10.25	7.02	8.62 a
250 ppb 1-MCP	4.67	3.00	5.00	6.33	5.00	4.80 b
500 ppb 1-MCP	4.67	4.00	4.00	4.50	4.67	4.37 b
750 ppb 1-MCP	4.67	3.00	4.50	3.00	2.00	3.43 b
1000 ppb 1-MCP	4.67	3.00	4.00	4.50	3.25	3.88 b
Ortalama	4.67	4.84	5.50	5.72	4.39	

LSD_(0.05) Uyg.: 1.53, LSD_(0.05) MS: Ö.D., LSD_(0.05) Uyg.*MS: Ö.D.

Armutlarda meyve eti sertliğinde muhafaza sonrası 3 gün raf ömründe genel olarak azalma görülmüştür. En yüksek meyve eti sertliği 750 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde 45.83 N olurken en düşük meyve eti sertliği kontrol grubu meyvelerinde 40.67 N olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). Meyve eti sertliğinde uygulamalar ve muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 5. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının depolama ve raf ömrü süresince meyve eti sertliğine etkileri (N)

Uygulamalar	Muhafaza+Raf Ömrü (gün)					Ortalama
	0+3	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	46.31	43.83	40.83	37.59	34.79	40.67 c
250 ppb 1-MCP	46.31	44.84	41.02	42.03	37.10	42.26bc
500 ppb 1-MCP	46.31	48.40	44.22	42.00	39.62	44.11 ab
750 ppb 1-MCP	46.31	51.79	47.09	41.41	42.55	45.83 a
1000 ppb 1-MCP	46.31	48.23	43.50	43.11	43.48	44.93 a
Ortalama	46.31 a	47.42 a	43.33 b	41.23 c	39.51 c	

LSD_(0.05) Uyg.: 1.95, LSD_(0.05) MS: 1.95, LSD_(0.05) Uyg.*MS: Ö.D.

Araştırma bulguları incelendiğinde 750 ppb 1-MCP uygulama dozunun denemeye alınan armut çeşidinde eşik dozunu sağladığı belirlenmiştir. Armut meyvesinde 1-MCP uygulamasının yumuşamayı azalttığını ve geciktirdiğini bildirilmiştir (Watkins ve William, 2005). ‘Suli’ armut çeşidinde yapılan çalışmada 1-MCP ve kontrol grubu meyvelerde muhafaza ve raf ömründe sertliğin azaldığı ve 1-MCP uygulanmış meyvelerde sertliğin hafif yüksek olduğu bulunmuştur (Dong ve ark., 2011). ‘Laiyang’ armut çeşidinde meyve eti sertliği kontrollü

atmosfer depolama süresi boyunca tüm uygulamalarda azalma eğilimi gösterdiği ve hem 1-MCP uygulamasının hem de kontrollü atmosfer depolamanın meyve sertliğinin azalmasını engellediği bulunmuştur (Liu ve ark., 2013). Sakaldaş (2014), ‘Deveci’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının yüksek dozunda sertliğin muhafaza süresince yüksek olduğunu bulmuştur. ‘Barlett’ armut çeşidinde yapılan bir çalışmada 1-MCP uygulanan meyvelerin sertliğinin yüksek olduğu bulunmuştur (Wang ve Sugar, 2015). 1-MCP

uygulanarak depolanan armutlarda meyve eti yumuşamasının geciktiği bildirilmiştir (Calvo ve ark., 2011; Cucchi ve Regioli, 2011; Rizzolo ve ark., 2013; Vanoli ve ark., 2015).

Armutlarda SÇKM miktarında muhafaza sonrası 3 gün raf ömründe genel olarak azalma görülmüş ancak 500 ppb ve 750 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde SÇKM miktarında artış gözlenmiştir (Çizelge 6). SÇKM miktarında uygulamalar, muhafaza süresi ve uygulamalar*muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Dong ve ark. (2011), oda ve depolama koşullarında 1-MCP uygulanmış ‘Suli’ armut çeşidinde SÇKM miktarında hafif artış

olduğunu ve kontrolle arasında önemli farklılık olmadığını bulmuşlardır. ‘Laiyang’ armut çeşidinde SÇKM içeriği kontrollü atmosfer depolamanın erken aşamasında arttığı ve sonrasında düştüğü bulunmuştur. 1-MCP uygulamasında içerikler ilk 4 ayda kontroldekinden daha düşük olup depolamanın son 3 ayında daha yüksek olmuştur (Liu ve ark., 2013). Sakaldaş (2014), ‘Deveci’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının yüksek dozunda SÇKM miktarının muhafaza süresince düşük olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada ise 500 ve 750 ppb 1-MCP uygulamalarında SÇKM miktarı kontrole göre artmıştır.

Çizelge 6. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının depolama ve raf ömrü süresince SÇKM miktarına etkileri (%)

Uygulamalar	Muhafaza+Raf Ömrü (gün)					Ortalama
	0+3	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	12.27 d-f	11.33e-1	10.93f-1	11.07e-1	10.80 g-1	11.28 b
250 ppb 1-MCP	12.27 d-f	10.47 ı	11.13e-1	11.27 e-1	10.73 g-1	11.17 b
500 ppb 1-MCP	12.27 d-f	13.13 b-d	14.27 a-c	15.13 a	12.13 d-g	13.39 a
750 ppb 1-MCP	12.27 d-f	14.47 ab	12.00 d-h	12.93 cd	12.40 de	12.81 a
1000 ppb 1-MCP	12.27 d-f	10.87 f-1	10.53 ı	10.67 hı	10.73 g-1	11.01 b
Ortalama	12.27 a	12.05 a	11.77 ab	12.21 a	11.36 b	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.02, LSD_(0.05) MS: 0.02, LSD_(0.05) Uyg.*MS: 0.05.

Muhafaza sonrasında 3 gün raf ömrü sonunda TEA değerlerindeki değişim Çizelge 7’de verilmiştir. TEA miktarında 1-MCP dozuna göre genel olarak azalma görülmüş ancak 500 ppb ve 750 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelerde artış gözlenmiştir. TEA miktarında uygulamalar, muhafaza süresi ve uygulamalar*muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. ‘Laiyang’ armut çeşidinde 1-MCP uygulanan meyvelerdeki TEA içeriği kontroldekine kıyasla yavaş yavaş azaldığı bulunmuştur (Liu ve ark., 2013). Sakaldaş

(2014), ‘Deveci’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının yüksek dozunda TEA miktarında muhafaza süresince yüksek olduğunu bulmuştur. Bu çalışmada ise 500 ppb ve 750 ppb (sırasıyla %0.36, %0.35) 1-MCP uygulamalarında TEA miktarı diğer uygulamalara göre yüksek değerde bulunmuştur. ‘Barlett’ armut çeşidinde yapılan bir çalışmada 1-MCP uygulanmış meyvelerin TEA miktarının yüksek olduğu bulunmuştur (Wang ve Sugar, 2015).

Çizelge 7. ‘Santa Maria’ armut çeşidinde 1-MCP uygulamalarının depolama ve raf ömrü süresince TEA miktarına etkileri (%)

Uygulamalar	Muhafaza+Raf Ömrü (gün)					Ortalama
	0+3	10+3	20+3	30+3	40+3	
Kontrol	0.33 c-e	0.30 d-f	0.29 f	0.31 d-f	0.27 f	0.30 b
250 ppb 1-MCP	0.33 c-e	0.27 f	0.29 f	0.30 d-f	0.29 ef	0.30 b
500 ppb 1-MCP	0.33 c-e	0.34 cd	0.40 ab	0.42 a	0.30 d-f	0.36 a
750 ppb 1-MCP	0.33 c-e	0.39 ab	0.31 d-f	0.36 bc	0.34 cd	0.35 a
1000 ppb 1-MCP	0.33 c-e	0.28 f	0.29 f	0.27 f	0.27 f	0.29 b
Ortalama	0.33 a	0.32 a	0.31 ab	0.33 a	0.29 b	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.63, LSD_(0.05) MS: 0.63, LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: 1.41.

Sonuç

1-MCP depolama sezonunu uzatabilir ve ‘Santa Maria’ armut çeşidinde kalite kaybını önleyebilir. Ticari uygulamada tutarlı bir etki sağlamak için 1-MCP uygulaması sırasında etilen üretimini veya fizyolojik olgunluk evresini etkileyen faktörler dikkate alınmalıdır. 1-MCP uygulanmış armutların depolama sonrası olgunlaşması için bekletilme süresi 3 gün olması bu çalışmada bu çeşit için uygun bulunmuştur. 40 gün muhafaza sonunda 3 gün rafta bekletilen meyvelerde 500 ppb ve 750 ppb 1-MCP uygulamalarının armudun kalite özellikleri üzerine kontrole göre olumlu etki yaptığı bulunmuştur. Tüm parametreler açısından bu uygulama dozları benzer şekilde ve yakın seviyede, muhafaza sonrası raf ömrü süresince kalitenin korunmasını sağlamıştır. Ayrıca bu iki doz, solunum hızını düşürmüş ve etilen üretimini önemli seviyede engelleyerek olgunlaşma sürecini yavaşlatmıştır. Sonuç olarak 500 ppb 1-MCP uygulama dozunun, ‘Santa Maria’ armut çeşidi için muhafaza sonrası raf ömrü süresince meyve kabuk rengi, meyve eti sertliği, SÇKM miktarı, TEA miktarı gibi kalite özellikleri açısından önerilmesi uygundur. Bu araştırmanın 1-MCP uygulamalarının daha uzun süreli muhafaza ve raf ömrü çalışmaları ile geliştirilmesi pratikte kullanım olanakları için olumlu olacaktır.

Kaynaklar

Anonim, 2009. Bahçecilik, Armut Yetiştiriciliği. MEGEP, 2009. Erişim Tarihi:01.05.2025
 Argenta, L.C., Fan, X.T., Mattheis, J.P., 2003. Influence of 1-methylcyclopropene on ripening, storage life and volatile production by d’Anjou cv. Pear fruit, J. Agric. Food Chem. 51: 3585–3564.
 Baritelle, A.L., Hyde, G.M., Fellman, J.K., Varith, J., 2001. Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. Postharvest Biol. Technol. 23: 153–160.
 Calvo, G., Candan, A.P., Gomila, T., 2011. Post-harvest performance of ‘Abate Fetel’ pears grown in Argentina in relation to harvest time. Acta Hortic. 909, 725–730.
 Cucchi, A., Regiroli, G., 2011. Temperature and ethylene: two useful tools to be used in combination with Smartfresh™ (1-MCP) for delivering optimal quality pears. Acta Hortic. 909, 679–686.

Dong, Y., Liu, L., Guan, J., 2011. Effects of 1-Methylcyclopropene on NO Content, NOS Activity, and H₂O₂ Content in Postharvest Suli Pears. Agricultural Sciences in China, 10(5): 797-804.
 Ertürk, Y., Güler, M., Erdoğan, Ü.G., 2009. Quince A Üzerine Aşılı Bazı Armut Çeşitlerinin İspir (Yukarı Çoruh Havzası) Koşullarındaki Verim ve Gelişme Durumlarının Belirlenmesi. BAHÇE 38 (1):11–17.
 Hiwasa, K., Kinugasa, Y., Amano, S., Hashimoto, A., Nakano, R., Inaba, A., Kubo, Y., 2003. Ethylene is required for both initiation and progression of softening in pear (*Pyrus communis* L.) fruit, J.Exp. Bot. 54(383): 771–779.
 Hoffman, N.E., Yang, S., 1980. Changes of 1-Aminocyclopropane-1-Carboxylic Acid Content in Ripening Fruits in Relation to Their Ethylene Production Rates. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(4): 492-495.
 Hui, W., Niu, R.X., Song, Y.Q., Li, D.Y., 2009. Inhibitory effects of 1-MCP and DPA on superficial scald of ‘Dangshansuli’ pear. Scientia Agricultura Sinica, 43, 1221-1228. (in Chinese)
 Kader, A.A., 1989. Postharvest Biology and Technology on Overwiev. “In Postharvest Technology of Horticultural Crops”. Univ. California. Pub. No: 311.
 Kubo, Y., Hiwasa, K., Omondi Owino, W., Nakano, R., Inaba, A., 2003. Influence of time and concentration of 1-MCP application on the shelf life of pear “La France” fruit. HortScience 38(7): 1414–1416.
 Liu, R., Lai, T., Xu, Y., Tian, S., 2013. Changes in physiology and quality of Laiyang pear in long time storage. Scientia Horticulturae, 150, 31-36.
 Mac Lean D.D., Murr, D.P., De Ell, J.R., Mackay, A.B., Kupferman, E.M., 2007. Inhibition of PAL, CHS, and ERS1 in ‘Redd’ Anjou’ Pear (*Pyrus communis* L.) by 1-MCP. Postharvest Biology and Technology, 45, 46-55.
 Mete, İ., 2019. Bazı armut çeşitlerinde fenolojik, morfolojik ve pomolojik özelliklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. S:53.

- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:128, Adana. 486 s.
- Özçağiran, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyoğlu, M., 2004. Ilıman İklim Meyve Türleri, Yumuşak Çekirdekli Meyveler Cilt II. EÜ Zir. Fak. Yayınları No:556, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir.
- Özelkök S, Ertan Ü, Büyükyılmaz, M., 1987. Marmara Bölgesinin Muhtelif Yörelerinde Yetiştirilen Bazı Önemli Armut Çeşitlerinin Hasat Sonrası Fizyolojileri Üzerinde Çalışmalar: III. 'Santa Maria'. TOKB Proje ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Yumuşak Çekirdekli Meyveler Araştırma Projesi, Ara Sonuç Raporu.
- Özelkök, S, Kaynaş K, Büyükyılmaz, M., 1995. Üretimi Öngörülen Bazı Önemli Armut Çeşitlerinin Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerinde Araştırmalar– VI. 'Deveci'. Sonuç Raporu, Atatürk Bah. Kült. Merk. AraÇ. Enst. Yalova, s: 42-43.
- Reid, M.S. 1992. Maturation and Maturity Indices. In Postharvest Technology of Horticultural Crops (Ed. Kader A A). University of California, Div. Agr. and Nat. Resources. Pub. No: 3311. U.S.A.
- Rizzolo, A., Grassi, M., Vanoli, M., 2013. Pere 'Abate Fétel' trattate con 1metilciclopropene; effetto della temperatura di conservazione sulla maturazione dei frutti. Acta Italus Hortus 12, 124–125.
- Sakaldaş, M., 2014. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen "Deveci" Armut Çeşidinde Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropane Uygulamalarının Depolama Süresince Kaliteye Olan Etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU Journal of Agriculture Faculty): 2 (1): 109–116.
- Sakaldaş, M., Kaynaş, K., Yalav, F., Yurt, U., 2010. Combined Effects of Controlled Atmosphere Storage and 1-Methylcyclopropene on Stored Fruit Quality of "Abbé Fétel" Pear. Acta Hort., 876: 115–122.
- Sun, X.S., Wang, W.H., Li, Z.Q., Wang, Z.H., Zhang, Z.Y., 2001. Effects of 1-MCP on Cold Storage of Dangshansuli Pears. Storage & Process, 6, 14-17. (in Chinese).
- TÜİK, 2025. Bitkisel Üretim İstatistikleri. [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&l](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr)ocale=tr Erişim Tarihi:02.03.2025.
- Vanoli, M., Rizzolo, A., Grassi, M., 2015. Fruit quality and sensory characteristics of 1-MCP treated 'Abbé Fétel' pears after storage under dynamic controlled atmosphere at different temperatures. Acta Hort. 1071, 437–445.
- Wang, Y., Sugar, D., 2015. 1-MCP Efficacyin Extending Storage Life of 'Bartlett' Pears is Affected by Harvest Maturity, Production Elevation, and Holding Temperature during Treatment Delay. Postharvest Biology and Technology 103 1–8.
- Watada, A.E., Herner, R.E., Kader, A.A., Romani, R.J., Staby, G.L., 1974. Terminology Foot the Description of Developmental Stages of Horticultural Crops. Hort. Science 19:(1).
- Watkins, C.B., William, B.M., 2005. A summary of physiological processes or disorders in fruits, vegetables and ornamental products that are delayed or decreased, increased, or unaffected by application of 1-MCP. (<http://www.hort.cornell.edu/watkins/ethylene/index.htm>).
- Watkins, C.B., 2006. The Use of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Fruits and Vegetables. Biotechnology Advances, 24, 389-409.
- Watkins, C.B., 2002. Ethylene Synthesis, Mode of Action, Consequences and Control. In: Knee, M. (Ed.), Fruit Quality and its Biological Basis. Sheffield Academic Press, pp. 180–224.
- Xie, X., Song, J., Wang, Y., Sugar, D., 2014. Ethylene synthesis, ripening capacity, and superficial scald inhibition in 1-MCP treated 'd'Anjou' pears are affected by storage temperature. Postharvest Biol. Technol. 97, 1–10.

Derim Sonrası 1-MCP Uygulaması ve Kontrollü Atmosferli Depolama Teknolojisinin ‘Ankara’ Armudunun Soğuk Muhafazasındaki Rolü

Özge HORZUM 

Nurdan TUNA GÜNEŞ 

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye

Öz

Bu çalışmada, 1-metilsiklopropan (1-MCP) uygulamasının ve kontrollü atmosferli depolama koşullarının, ‘Ankara’ armudunun (*Pyrus communis* L.) 0 °C’de 8 ay boyunca depolama kalitesi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla ticari derim zamanında hasat edilen meyvelere, 300 nL L⁻¹ konsantrasyonda 1-MCP uygulanmış ve meyveler daha sonra kontrollü atmosfer (%3 O₂ + %1.5 CO₂) ile normal atmosferli koşullarda muhafaza edilmiştir. Kontrol meyveleri hiçbir uygulama yapılmadan normal atmosfer ve kontrollü atmosfer koşullarında depolanmıştır. 1-MCP uygulaması ve kontrollü atmosferli koşullarda depolanan meyvelerin etilen üretimi ve solunum hızı kontrollere göre daha düşük olmuştur. Depolama sırasında meyvelerde suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asitlik, meyve eti sertliği, C vitamini miktarındaki kayıp, 1-MCP ve kontrollü atmosfer koşulları ile en aza indirilmiştir. Söz konusu uygulamalar depolama süresince meyvelerdeki şeker içeriğini de etkilemiştir. 1-MCP uygulaması, meyvelerin asetaldehit ve etanol üretimi artışını engellemiştir. Tüketici tercihleri dikkate alındığında, 1-MCP uygulanan meyveler ile 1-MCP uygulanarak kontrollü atmosferli koşullarda depolanan meyveler daha yüksek duyusal puan ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, ‘Ankara’ armudu meyvelerinin 8 ay gibi uzun süreli muhafazası için 1-MCP ve kontrollü atmosferli depolama teknolojileri ümit var gibi görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Pyrus communis* L, kalite, etilen, solunum.

The Role of Postharvest 1-MCP Treatment and Controlled Atmosphere Storage Technology in Cold Storage of ‘Ankara’ Pear

Abstract

The study aimed to investigate the impact of 1-methylcyclopropane (1-MCP) treatment and controlled atmosphere storage on the storage quality of ‘Ankara’ pears (*Pyrus communis* L.) at 0 °C for 8 months. The fruits were treated with 1-MCP at a concentration of 300 nL L⁻¹ and then stored in regular and controlled atmosphere (3% O₂ + 1.5% CO₂) conditions. Control fruits were stored in a regular atmosphere and controlled atmosphere conditions without any treatment. Compared to the controls, fruits treated with 1-MCP and stored in controlled atmosphere exhibited lower ethylene production and respiration rate. These fruits showed the lowest decreases in soluble solids content, titratable acidity, flesh firmness, and vitamin C content during storage. These treatments also affected the sugar content of the pears during cold storage. Furthermore, applying 1-MCP prevented increased acetaldehyde and ethanol production in pear fruits. Regarding consumer preferences, fruits treated with 1-MCP and stored in controlled atmosphere with 1-MCP had higher sensory scores. In conclusion, the use of 1-MCP treatment and controlled atmosphere storage can be a promising storage protocol for the long-term storage, such as up to 8 months for ‘Ankara’ pear fruits.

Keywords: *Pyrus communis* L, quality, ethylene, respiration.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: N. Tuna Güneş; tuna@agri.ankara.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Özge HORZUM  <https://orcid.org/0000-0003-2030-5613>

Nurdan TUNA GÜNEŞ  <https://orcid.org/0000-0002-8529-2211>

Giriş

Armut meyvesi, olgunlaşma sürecinde solunum hızı ve etilen üretiminde artış gösteren klimakterik bir meyve olup etilen biyosentezi ve/veya algısının inhibe edilmesi, meyvenin olgunlaşmasını yavaşlatmaktadır (Pech ve ark., 2012). Diğer yandan Avrupa armut çeşitlerinde olgunlaşma için belirli bir süre soğukta depolama gereklidir (Villalobos-Acuna ve Mitcham, 2008).

Armut meyvelerinin depolama ve raf ömrünü uzatmak ve etilen üretimini kontrol altına almak amacıyla, 1-metilsiklopropan (1-MCP) gibi

büyüme düzenleyiciler ile kontrollü atmosfer (KA)’li depolama teknolojileri yaygın olarak kullanılmaktadır (Dong ve Zhi, 2024). 1-MCP, yumuşak çekirdekli meyve türlerinde, etilen algısını etilen reseptörlerine bağlanarak engellemekte ve depolama sırasında etilenin meyve kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini önleyerek meyvenin etilene karşı fizyolojik tepkilerini de geciktirmektedir (Watkins, 2015; Horzum ve ark., 2024). Kalite korunumunun yanı sıra kabuk yanıklığı gibi bazı fizyolojik bozuklukların önlenmesine de katkı sağlayan bu uygulama bazen Avrupa armutlarında arzulanan

tat ve aroma gelişimini geciktirmektedir (Rizzollo ve ark., 2015).

Ortam sıcaklığı ve atmosfer bileşimi ile yakından ilişkili olan solunum hızı, derimden sonra meyvenin depolama süresini doğrudan etkilemektedir (Becker ve Fricke, 1996). Düşük sıcaklıkta depolama, solunumda görev alan enzimleri inhibe ederek yaşlanmayı geciktirerek depolama süresini uzatırken (Kader ve Saltveit, 2002), ortamdaki yüksek CO₂ ve düşük O₂ konsantrasyonları solunum hızını yavaşlatmaktadır (Becker ve Fricke, 1996). Kontrollü atmosferli (KA) depolama teknolojileri, Avrupa armutlarının düşük sıcaklıklarda uzun süre sınırlı kalite kaybıyla saklanmasına olanak sağlamaktadır (Bai ve ark., 2009). Guo ve ark. (2020) tarafından armut meyvesinin kalitesini korumak amacıyla 1-MCP uygulamalarının KA'lı depolama koşullarıyla birlikte kullanılabileceği belirtilmiştir.

Armut, Türkiye'de elmadan sonra en önemli yumuşak çekirdekli meyve türüdür. Önemli bir milli kıyık çeşidimiz olan 'Ankara' armudu, Eylül-Ekim aylarında derilmekte ve etilen biyosentezi inhibe edildiği takdirde 8 aya kadar depolanabilmektedir (Dumanoğlu ve ark., 2021; Horzum ve Tuna Güneş, 2024). Bu çalışmada, milli çeşidimiz olan ve kış aylarında marketlerde yoğun olarak yer alan 'Ankara' armudu meyvelerinin uzun süre depolanabilirliği üzerine derim sonrası 1-MCP uygulaması ile KA'lı depolamanın birleşik etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

'Ankara' armutları, Ankara/Sincan'daki üretici bahçesinden ticari olgunlukta (meyve eti sertliği 75-80 N, suda çözünür kuru madde kapsamı %14-16) derilmiştir. Meyvelerin yarısına 20±1 °C'de 24 saat boyunca 300 nL L⁻¹ 1-MCP uygulanmış ardından tüm meyveler, normal atmosfer (NA) ve KA koşullarında (%3 O₂ + %1.5 CO₂), 0±1 °C sıcaklık ve %85-90 bağıl nemde 240 gün depolanmış ve 0, 90, 120, 150, 180, 210 ve 240. günlerde bazı fizyolojik ve kalite parametrelerindeki değişimler izlenmiştir. Kontrol grupları herhangi bir uygulama yapılmaksızın doğrudan NA ve KA'lı koşullarda depolanmıştır.

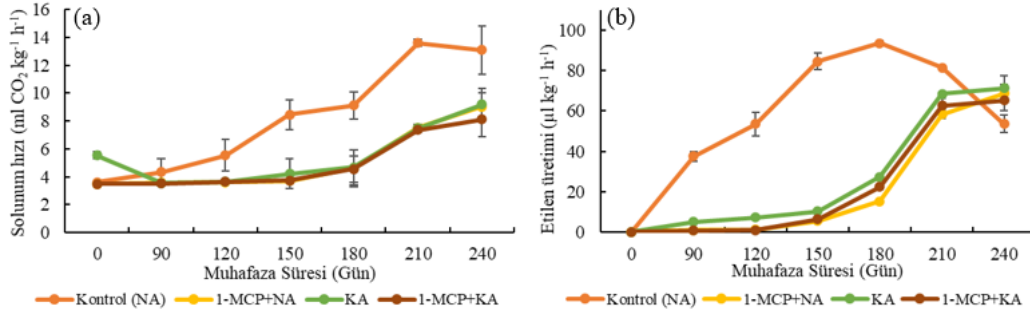
Solunum hızı, Klein ve Lurie (1990), etilen üretimi, Bangerth (1978)'e göre belirlenmiştir.

Asetaldehit ve etanol miktarları için 5 mL meyve suyunda gaz karomatografisinde (Thermoquest 2000) carbopack kolon (Supelco, 60/80 mesh) ile Ke ve ark. (1994)'na göre analiz edilmiştir. Püklerin tanımı ve hesaplanmasında dışsal standartlar (asetaldehit ve etanol) kullanılmıştır. Şekerler, 10 g meyve etinin deiyonize suda homojenize edilip (Janke&Kunkel, Ultraturrax725), 10 dk santrifüjledikten (Sigma, 3K30) sonra, üstteki sıvıdan alınan 3 mL örnekte yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde (HPLC, Shimadzu LC10ATVP) analiz edilmesi ile saptanmıştır. C vitamini, 10 g meyve etinin, metafosforik asit çözeltisinde homojenize ve santrifüj edilip, üst süzütünün 0.45 µm filtreye süzülmesi ve HPLC'de Phenomenex Luna C₁₈ kolonda, 25 °C'de, ultra deiyonize su taşıyıcı faz (1 mL dk⁻¹) eşliğinde analiz edilmesi ile saptanmıştır (Tuna Güneş ve ark., 2010). Şeker ve C vitamini analizlerinde elde edilen püklerin tanımı ve hesaplanmasında dışsal standartlar kullanılmıştır. Meyve eti sertliği (MES), meyvenin üç farklı yüzeyinde kabuk kaldırıldıktan sonra 7.8 mm çaplı proba sahip el penetrometresi (Effegi) ile ölçülmüştür. Suda çözünür kuru madde (SÇKM), filtrelenmiş meyve suyunda dijital refraktometre (Leica) ile, titre edilebilir asitlik (TEA) ise seyreltilen meyve suyunun otomatik titratörde (Mettler Toledo DL50) pH=8.1'e değin 0.1 N NaOH ile titre edilmesi ile belirlenmiştir. Ağırlık kayıpları her analiz tarihinde aynı meyvelerin tartılıp başlangıç ağırlığına oranlanması ile hesaplanmıştır. Duyusal değerlendirme, Predieri ve Gatti (2009)'e göre sululuk, tatlılık, acılık ve alkollerleşme kriterlerine göre 1-10 puan'lık skala kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışma, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 meyve olacak şekilde tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Veriler, MINITAB 17 (trial version) ile ANOVA ($P \leq 0.05$) analizine tabi tutulmuş, önemli farklılıklar MSTAT-C yazılımında Tukey testiyle karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda, meyvelerin soğukta muhafaza süresince ölçülen solunum hızı ve etilen üretim değerleri muhafaza süresi × uygulama interaksiyonlarına bağı olmuştur ($P \leq 0.05$) (Şekil 1).



Şekil 1. 'Ankara' armudu meyvelerinde solunum hızı (a) ve etilen üretimindeki (b) değişimler, NA; normal atmosferli depolama, 1-MCP; 1-metilsiklopropen uygulaması (300 nL L⁻¹), KA; kontrollü atmosferli depolama

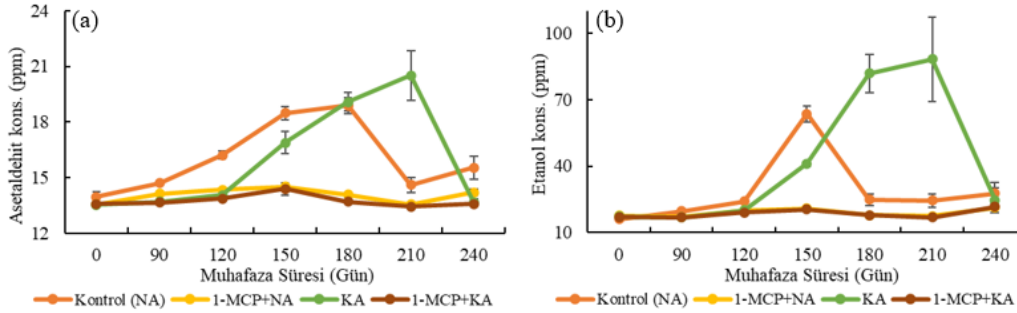
Tüm uygulamalarda, muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte solunum hızı değerleri artarken kontroller ile diğer gruplar arasındaki farklılıklar 150. günden itibaren önemli olmuş ve 90. günden 1-MCP, KA ve 1-MCP+KA gruplarına ait değerler kontrollerden daha düşük ölçülmüştür (Şekil 1a). Sonuçlarımız, 'Ankara' armudu meyvelerinin solunum eğrisinde klimakterik yükseliş belirleyen Pekmezci (1975) ve Bakoğlu (2014)'nın sonuçları ile örtüşmektedir. Çalışmamızda depolama süresince solunum hızının azaltılmasında 1-MCP, KA ve 1-MCP+KA uygulamaları etkili olmuştur. Bu bulgumuz, düşük O₂ ve yüksek CO₂ koşullarında armutların solunum hızının yavaşladığını belirten Saquet ve Streif (2017) ile paraleldir. Benzer şekilde Watkins (2006), 1-MCP'nin yumuşak çekirdekli türlerde solunum hızını düşürdüğüne ve depolama süresini uzattığına, Kader ve Saltveit (2002) de düşük O₂ ve yüksek CO₂ içeren atmosfer koşullarının armutlarda solunum hızını yavaşlatarak muhafaza süresini uzattığına değinmişlerdir. Ancak, 1-MCP'nin etkisi, çeşide ve muhafaza koşullarına bağlı olabilmektedir. Örneğin, 1-MCP'nin bazı armut çeşitlerinde solunum hızını azalttığına, ancak olgunlaşma sürecini geciktirerek meyve kalitesini olumsuz etkileyebileceğine değinilmiştir ki (Trinchero ve ark., 2004) bu farklılıklar, meyvenin fizyolojisi, derim olumu ve depolama koşullarına bağlı olabilmektedir. Çalışmamızda muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte artan etilen üretimi, kontroller dışında kalan 210. ve 240. gün örneklerinde en yüksek olmuştur (Şekil 1b). Uygulamalar arasındaki farklılıklar 90. günden itibaren istatistiksel olarak anlamlı olmuştur. 180. güne kadar en düşük etilen üretimi aynı istatistiksel grupta yer alan 1-MCP, KA ve 1-

MCP+KA uygulamalarında belirlenmiştir. İlerleyen süreçte, en düşük değer 1-MCP uygulamasında saptanmıştır. Genel olarak, 1-MCP, KA ve 1-MCP+KA uygulamaları, etilen üretimi üzerinde yavaşlatıcı bir etki göstermiştir. Rizollo ve ark. (2015), 1-MCP uygulanan armutlarda etilen üretiminin yavaşlatılmasında KA'lı koşulların destekleyici olduğunu belirtmişlerdir.

Asetaldehit ve etanol konsantrasyonları, depolama süresince muhafaza süresi × uygulama interaksiyonlarına bağlı olarak değişmiştir ($P = 0.000$) (Şekil 2). Kontrol ve KA'lı koşullarda depolanan meyvelerde bu parametreler artmış ancak 1-MCP uygulamasında daha stabil kalmıştır. Kontrollerin asetaldehit konsantrasyonu diğer uygulamalara göre 120. günden itibaren daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte, 120. günden itibaren 1-MCP ve 1-MCP+KA meyvelerinde ölçülen değerler, tüm muhafaza süresi boyunca aynı istatistiksel grupta kalmış ve 240. günde en yüksek asetaldehit düzeyi kontrollerde belirlenmiştir (Şekil 2a). Bulgularımız, 'Conference' çeşidinde 1-MCP+KA koşullarının, asetaldehit artışındaki engelleyici etkisini ortaya koyan Rizollo ve ark. (2015) ile uyumludur. Ayrıca 1-MCP'nin anaerobik solunumu baskılayarak asetaldehit üretimini düşürdüğüne değinen Watkins (2015) ile tutarlıdır. Etanol konsantrasyonları, kontroller ile KA gruplarında depolama boyunca dalgalanmalar göstermiş, buna karşın 1-MCP ve 1-MCP+KA gruplarında daha stabil kalmıştır (Şekil 2b). Her bir muhafaza süresi için uygulamalar arasındaki farklılıklar 150. günden itibaren belirgin hale gelmiş, 240. güne kadar 1-MCP ve 1-MCP+KA gruplarında en düşük etanol değerleri belirlenmiştir. Sonuçlarımız, 'Doyenne du Comice' armutlarında çalışan Lara ve ark.

(2003)'nın verileri ile büyük ölçüde örtüşmektedir. Ancak, Rizollo ve ark. (2015), 1-MCP'nin 'Conference' çeşidi meyvelerinde etanol üretimini, NA koşullarında anlamlı ölçüde etkilemediğini, ancak KA'lı koşullarda baskıladığını bildirmiştir. Bu durum, KA'lı koşulların fermentatif metabolizmayı

sınırlandırarak asetaldehit ve etanol birikimini azalttığını öne süren Kader (2007) tarafından desteklenmektedir. Sonuç olarak, bulgularımız, 1-MCP ve KA'lı depolamanın asetaldehit ve etanol üretimini baskılayarak muhafaza süresince meyve metabolizmasını daha stabil hale getirdiğini göstermektedir.

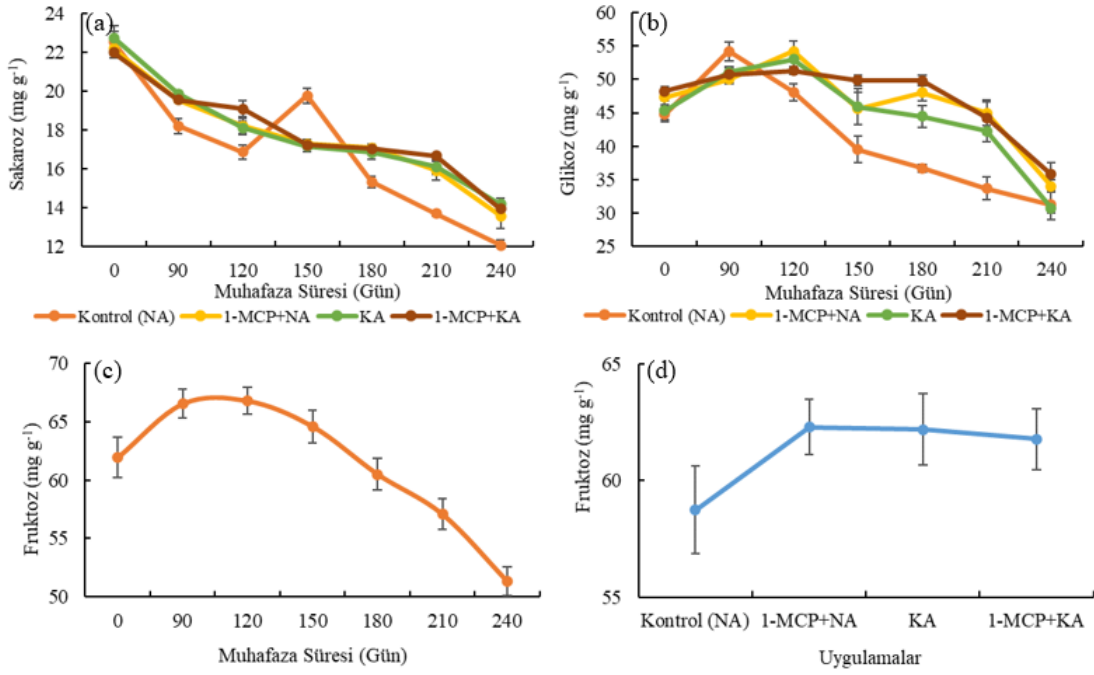


Şekil 2. 'Ankara' armudu meyvelerinde asetaldehit (a) ve etanol (b) konsantrasyonlarındaki değişimler, NA; normal atmosferli depolama, 1-MCP; 1-metilsiklopropan uygulaması (300 nL L⁻¹), KA; kontrollü atmosferli depolama

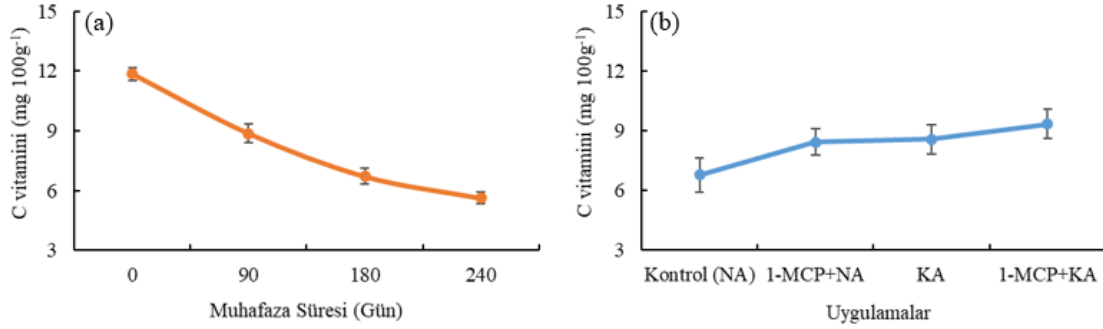
Soğukta muhafaza süresince meyvelerin sakaroz ($P = 0.022$) (Şekil 3a) ve glikoz ($P = 0.000$) miktarı (Şekil 3 b) üzerine muhafaza süresi $\times$ uygulama interaksyonları, fruktoz değerleri üzerine ise muhafaza süresi ($P = 0.000$) ve uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur ($P = 0.023$) (Şekil 3c ve d). Depolama süresinin ilerlemesiyle tüm uygulamalarda düşüş gösteren sakaroz içeriği en düşük değerini 240. günde almıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar 90. günden sonra önemli olmuş ve kontroller daha düşük sakaroz içermiştir (Şekil 3a). Uygulamalar arasında glikoz miktarındaki farklılıklar 120. günden itibaren belirginleşmiş ve en düşük değer (48.10 mg g^{-1}) kontrollerde ölçülmüştür (Şekil 3b). Depolama sonunda en yüksek glikoz (35.75 mg g^{-1}) 1-MCP+KA grubunda kaydedilmiştir. Depolamanın ilerlemesi ile ortalama fruktoz değerleri önce artış, daha sonra düşüş göstermiştir (Şekil 3c). En yüksek ortalama değerler 90. (66.55 mg g^{-1}) ve 120. (66.79 mg g^{-1}) günlerde, en düşük değer 240. günde (51.31 mg g^{-1}) ölçülmüştür. En yüksek ortalama değer 1-MCP grubunda (62.30 mg g^{-1}) belirlenmiş, bunu KA (62.20 mg g^{-1}), 1-MCP+KA (61.78 mg g^{-1}) ve kontrol (58.74 mg g^{-1}) grupları izlemiştir (Şekil 3d). Çalışmamızda 1-MCP ve KA'lı depolama koşullarında depolanan meyvelerde kontrollere göre daha yüksek glikoz değerleri ölçülmüştür. Trincherro ve ark. (2004) da 1-MCP uygulamasının 'Packham's Triumph'

armutlarında glikoz ve fruktoz birikimini etkilediğini saptamışlardır. Villalobos-Acuña ve Mitcham (2008) ise 1-MCP'nin farklı armut çeşitlerinde şeker bileşimindeki etkisinin muhafaza koşullarına bağlı olabileceğini, Johnston ve ark. (2009) ise 1-MCP'nin sakarozun hidrolizini geciktirerek glikoz ile fruktoz seviyelerini de etkileyebileceğini öne sürmektedirler. Düşük O₂'li koşullara sakaroz metabolizmasının tepkileri, meyvenin fizyolojik durumuna bağlı olarak değişebilmektedir (Rizzolo ve ark., 2015).

Muhafaza süresi ve uygulamalar, meyvelerin C vitamini içeriğini istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$) (Şekil 4a). Depolama süresince düşüş eğilimi izleyen C vitamini değerleri, en düşük ($5.63 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) depolama sonunda belirlenmiştir. En yüksek ortalama C vitamini kapsamı sırasıyla 1-MCP+KA ($9.33 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$), KA ($8.56 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$), 1-MCP ($8.42 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) ve kontrollerde ($6.77 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) ölçülmüştür (Şekil 4b). Armut meyvelerindeki C vitamini düzeylerinin 1-MCP+KA'lı koşullarda daha iyi korunduğunu gösteren sonuçlarımız, KA'lı koşullarda 'Conference' meyvelerinin depolama süresince C vitamini içeriğindeki düşüşün daha yavaş gerçekleştiğini belirten Franch ve ark. (2003), 'Passe Crassane' çeşidinde C vitamini kaybının, 1-MCP uygulaması ile düşürüldüğüne değinen Cocetta ve ark. (2016) tarafından da desteklenmektedir.



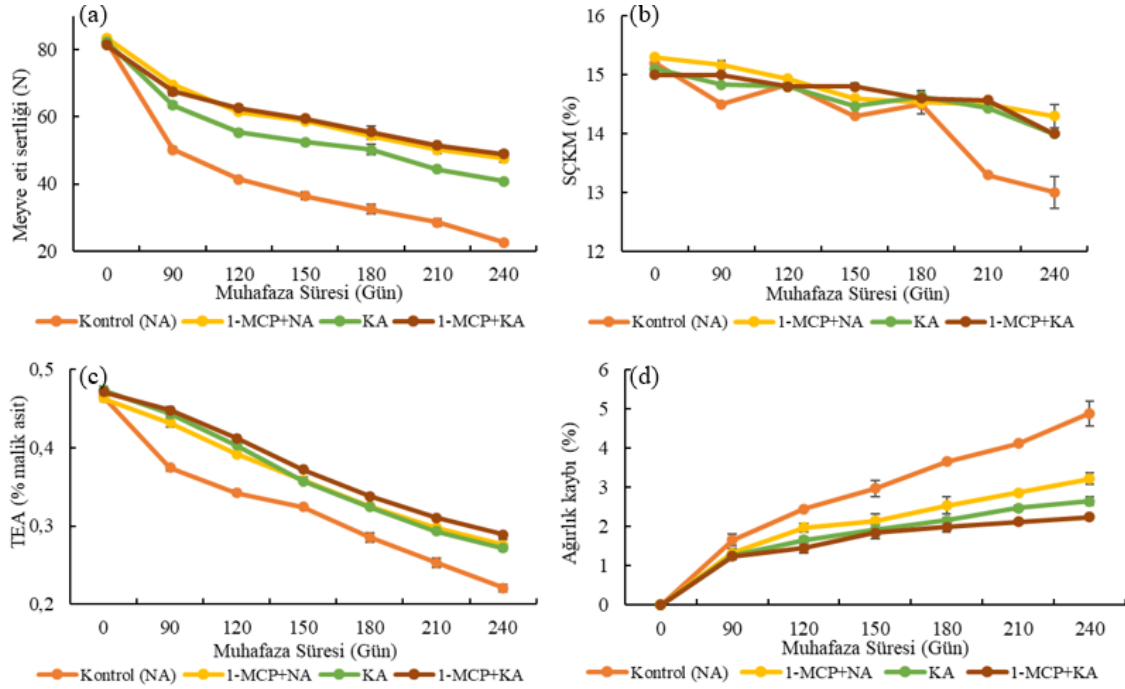
Şekil 3. 'Ankara' armudu meyvelerinin sakkaroz (a), glikoz (b) ve fruktoz (c ve d) değerlerindeki değişimler, NA; normal atmosferli depolama, 1-MCP; 1-metilsiklopropan uygulaması (300 nL L⁻¹), KA; kontrollü atmosferli depolama



Şekil 4. 'Ankara' armudu meyvelerinin C vitamini değerlerindeki değişimler, NA; normal atmosferli depolama, 1-MCP; 1-metilsiklopropan uygulaması (300 nL L⁻¹), KA; kontrollü atmosferli depolama

'Ankara' armudu meyvelerinin soğukta muhafaza süresince MES değerleri üzerine, muhafaza süresi × uygulama interaksyonlarının etkisi önemli bulunmuştur ($P = 0.000$) (Şekil 5a). Muhafaza süresinin ilerlemesi ile değerler tüm gruplarda düşmüş ve kontroller en düşük değerleri göstermiştir. MES değerlerinin korunumunda en etkili uygulamalar 1-MCP ve 1-MCP+KA olmuştur. Bulgularımız, 1-MCP'nin armutlarda sertlik kaybını geciktirdiğini bildiren Sakaldaş (2014) ve Kurubaş ve Erkan (2018) ile

uyumludur. 1-MCP, etilen reseptörlerine bağlanarak meyve dokularındaki yumuşamayı düzenleyen enzimlerin aktivitesini baskılamaktadır (Sisler ve Serek, 2003). KA'lı koşullarda düşük O₂ ve yüksek CO₂ düzeyleri, metabolizmayı dolayısı ile hücre duvarı bozulmasını yavaşlatmaktadır (Fellman ve ark., 2013). Gago ve ark. (2013) da 'Rocha' armutlarında 1-MCP + KA uygulamasının sertlik kaybını yavaşlattığına değinmiştir.



Şekil 5. 'Ankara' armudu meyvelerinin meyve eti sertliği (a), SÇKM (b), TEA (c) ve ağırlık kaybı (d) değerlerindeki değişimler, NA; normal atmosferli depolama, 1-MCP; 1-metilsiklopropen uygulaması (300 nL L⁻¹), KA; kontrollü atmosferli depolama

Çalışmamızda SÇKM değerleri muhafaza süresi $\times$ uygulama interaksyonlarına bağlı olarak değişmiştir ($P = 0.000$) (Şekil 5b). Bütün uygulamalarda SÇKM değerleri düşüş eğilimi izlemiş ve 120. ile 180. gün dışında kalan tüm analiz tarihlerinde kontrollere ait değerler, daha düşük olmuştur. SÇKM değerleri en iyi 1-MCP+KA grubunda korunmuştur. Bulgularımız, farklı armut çeşitlerinde benzer sonuçlar bildiren Calvo (2003) ile uyumludur. 1-MCP'nin nişastanın şekere dönüşüm hızını düzenleyerek SÇKM değerini daha uzun süre koruduğu belirtilmiştir (DeEll ve Ehsani-Moghaddam, 2011). Bazı çalışmalar 1-MCP'nin yüksek dozlarda nişasta hidrolizini yavaşlatarak meyvede tat gelişimini olumsuz etkileyebileceğini de öne sürmüştür. Almeida ve Carvalho (2015) ile Hendges ve ark. (2015), KA'lı koşulların solunumu yavaşlatıp karbonhidrat metabolizmasını düzenleyerek SÇKM'deki kaybı engellediğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda 1-MCP+KA uygulaması, SÇKM düzeylerinin korunumunda en etkili yöntem olmuştur.

Soğukta muhafaza sürecinde meyvelerin TEA içeriği muhafaza süresi $\times$ uygulama interaksyonlarına bağlı olarak değişmiştir ($P = 0.000$) (Şekil 5c). TEA kapsamı, tüm

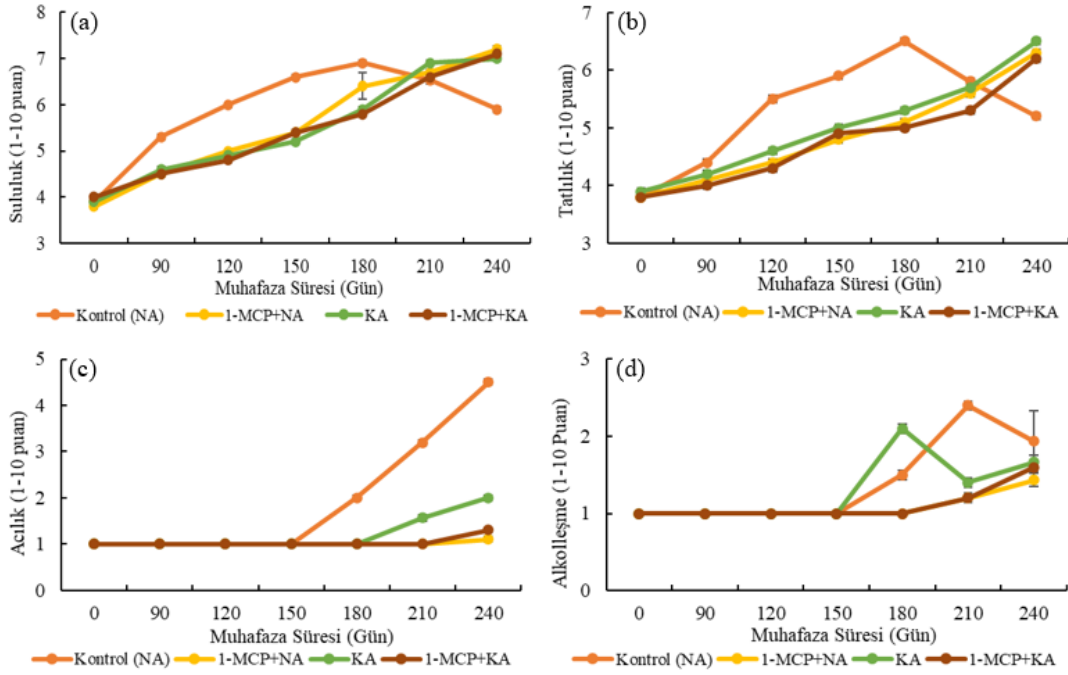
uygulamalarda depolama süresinin ilerlemesiyle düşüş göstermiştir. Kontroller en düşük TEA içeriğine sahip olurken, en yüksek değer 1-MCP+KA meyvelerinde belirlenmiş, ancak bu değerler 1-MCP grubu ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Bulgularımız, armut çeşitlerinde benzer bulguları bildiren Calvo (2003) ile uyumludur. 1-MCP meyve olgunlaşmasını geciktirerek TEA seviyesini daha uzun süre korumakta ve organik asit kaybını yavaşlatmaktadır (Almeida ve Carvalho, 2015). Bulgularımız ile uyumlu olarak, KA'lı koşullar, solunumu baskılayarak organik asitlerin daha yavaş tükenmesine katkı sağlamaktadır (Prange ve ark., 2011).

Çalışmamızda 'Ankara' armudu meyvelerinin ağırlık kaybı değerleri, muhafaza süresi $\times$ uygulama interaksyonlarına bağlı olarak değişmiş ve tüm uygulamalarda depolamanın ilerlemesi ile birlikte artmıştır ($P = 0.000$) (Şekil 5d). En yüksek değerler, depolamanın sonunda kaydedilmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar 90. günden itibaren anlamlı olmuştur. En yüksek ağırlık kaybı kontrollerde, en düşük değerler ise 120. günden itibaren KA ve 1-MCP+KA uygulamalarında ölçülmüştür. Bu bulgular, KA'lı depolama ve 1-MCP uygulamalarının armut meyvelerinde depolama

süresince ağırlık kaybını azalttığını bildiren Prange ve Wright (2023) ile paraleldir. Gago ve ark. (2013), düşük O₂ düzeyleri ve 1-MCP'nin, Calvo ve Sozzi (2004) 1-MCP uygulamalarının meyvenin metabolik süreçlerini yavaşlatarak, Sisler ve Serek (2003) ise 1-MCP'nin etilen sentezini baskılayıp meyvenin metabolik hızını düşürerek solunuma bağlı ağırlık kaybını azalttığına değinmişlerdir.

Meyvelerin duyuşal parametre değeri, muhafaza süresi × uygulama interaksiyonlarına

bağılı olarak değışmiştir ($P = 0.000$) (Şekil 6). Kontroller, 210. güne kadar en yüksek sululuk değeri, KA ve 1-MCP uygulamaları daha düşük değeri göstermiştir (Şekil 6a). Tatlılık değeri kontrollerde 180. güne kadar artmış, daha sonra düşmüştür. Kontroller dışındaki gruplarda en yüksek tatlılık değeri depolama sonunda ulaşılmıştır. Kontroller, 210. güne kadar, KA grubu ise depolama sonunda en tatlı meyveler olmuştur.



Şekil 6. 'Ankara' armudu meyvelerinin sululuk (a), tatlılık (b), acılık (c) ve alkolleşme (d) değeriindeki değışimler, NA; normal atmosferli depolama, 1-MCP; 1-metilsiklopropan uygulaması (300 nL L⁻¹), KA; kontrollü atmosferli depolama

Tüm uygulamalarda muhafaza süresi ilerledikçe artan acılık değeri, en yüksek kontrollerde, en düşük 1-MCP grubunda belirlenmiş, KA ve 1-MCP+KA grupları aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Şekil 6c). İlk alkolleşme değeri 180. günde kontrol ve KA gruplarında gözlenmiş, 1-MCP ve 1-MCP+KA gruplarında 210. günde saptanmıştır. Çalışmamızda, 1-MCP içeren uygulamalar, alkolleşme sürecini geciktirme açısından daha etkili olmuştur (Şekil 6d). Bu bağlamda 1-MCP'nin tüketici tercihiye yönelik parametreleri olumlu yönde etkilediği ve depolamanın ilerleyen aşamalarında KA'lı depolamanın meyve tadı üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu söylenebilir. Vanoli ve ark. (2015) ile Escibano ve ark. (2016)'na göre 1-MCP+KA'lı koşullarda depolanan meyveler,

tatlılık ve sululuk özelliklerini daha uzun süre koruyarak tüketici kabulünü artırabilecektir. Bulgularımız bu araştırmacılar ile uyumludur. Sonuç olarak, meyvelerde 1-MCP ve KA uygulamalarının birlikte kullanımı, duyuşal kaliteyi olumlu şekilde etkilemiş ve tüketici beklentilerine katkı sağlamıştır.

Sonuç

Bu çalışmada, 1-MCP ve 1-MCP+KA uygulamalarının 'Ankara' armudu meyvelerinde kalite parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular, söz konusu uygulamaların MES, TEA ve SÇKM değeriindeki düşüşleri inhibe ettiğini ve böylece kalite korunumuna katkı sağladığını göstermiştir. Ayrıca, 1-MCP, KA ve 1-MCP+KA

uygulamaları, solunum hızı ve etilen üretimini kontrollere kıyasla geciktirmiştir. Bu durum, meyve olgunlaşma sürecini yavaşlatarak depolama süresinin uzatılmasını da olumlu etkilemiştir. Tüketici açısından istenmeyen acılaşma ve alkolleşmeye yol açan asetaldehit ve etanol birikimi, hem soğuk muhafaza hem de raf ömrü sürecinde 1-MCP ve 1-MCP+KA uygulamaları ile önemli ölçüde engellenmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçları, bu uygulamaların meyvelerin tat, sululuk ve genel tüketici kabulü açısından yüksek puanlar alabileceğini göstermiştir. Bulgularımıza göre 180 günden daha uzun süreli depolama hedeflendiğinde 1-MCP uygulaması veya KA'lı depolama tercih edilebilir. Ancak, 210 günden daha uzun süreli depolama söz konusu olduğunda, 1-MCP uygulamasının KA'lı depolama teknolojisi ile birlikte kullanılması daha etkili bir strateji gibi görünmektedir.

Teşekkür

Yazarlar, "Kontrollü atmosferde depolama ve 1-metilsiklopropan (1-MCP) uygulamasının Ankara armudunun (*Pyrus communis* L. cv. Ankara) bazı kalite parametreleri üzerine etkisi" konulu doktora tezinden bazı verileri içeren bu çalışmayı finansal olarak destekleyen Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Ofisi'ne (Proje No: 14L0447006) teşekkürlerini sunarlar.

Kaynaklar

- Almeida, D.P.F., Carvalho, D.R.E., 2015. Efficacy of 1-Methylcyclopropene on the Mitigation of Storage Disorders of Rocha Pear under Normal Refrigerated and Controlled Atmospheres. *Food Science and Technology International*, 22(5): 399–409.
- Bai, J., Yin, X., Whitaker, B.D., Deschuytter, K., Chen, P.M., 2009. Combination of 1-Methylcyclopropene and Ethoxyquin to Control Superficial Scald of Anjou Pears. *HortTechnology*, 19(3):521–525.
- Bakoğlu, N., 2014. Derim Sonrası 1-Metilsiklopropan Uygulamalarının Ankara Armut Çeşidinin Muhafazası Üzerine Etkisi. Master Tezi, Ankara Üniversitesi, 150s.
- Bangerth, F., 1978. The Effect of a Substituted Amino Acid on Ethylene Biosynthesis, Respiration, Ripening and Preharvest Drop of Apple Fruits. *Journal of the American*

- Society for Horticultural Science*, 103:401–404.
- Becker, B.R., Fricke B.A., 1996. Transpiration and Respiration of Fruits and Vegetables, (W.E. MURPHY, eds) *New Developments in Refrigeration for Food Safety and Quality*. International Institute of Refrigeration, Paris.110–121.
- Calvo, G., 2003. Effect of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Pear Maturity and Quality. *Acta Horticulturae*, 628, 203–211.
- Calvo, G., Sozzi, G.O., 2004. Improvement of Postharvest Storage Quality of Red Clapp's Pears by Treatment with 1-Methylcyclopropene at Low Temperature. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(6): 930–934.
- Cocetta, G., Mignani, I., Spinardi, A., 2016. Ascorbic Acid Content in Passe Crassane Winter Pear as Affected by 1-Methylcyclopropene during Cold Storage and Shelf Life. *HortScience*, 51: 543–548.
- DeEll, J.R., Ehsani-Moghaddam, B., 2011. Timing of Postharvest 1-Methylcyclopropene Treatment Affects Bartlett Pear Quality After Storage. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(5): 853–858.
- Dong, Y., Zhi, H., 2024. Applications of 1-Methylcyclopropene Concentrations and Timing in Relation to Sunlight-Related Core Browning in Bartlett pears After Extending Regular-Air Storage. *Postharvest Biology and Technology*. 207:112624.
- Dumanoglu H., Tuna Güneş, N., Horzum, Ö., 2021. Important Turkish Winter Pear Cultivar: Ankara Pear (*Pyrus communis* L.). (B. KUNTER, N., KESKİN, eds) *Agricultural and Natural Research & Reviews*. Livre de Lyon Publishing, Lyon, France. 1–18.
- Escribano, S., Lopez, A., Sivertsen, H., Biasi, W.V., Macnish, A.J., Mitcham, E.J., 2016. Impact of 1-Methylcyclopropene Treatment on the Sensory Quality of Bartlett Pear Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 111: 305–313.
- Fellman, J.K., Michailides, T.J., Manganaris, G.A., 2013. Biochemical Description of Fresh Produce Quality Factors. *Stewart Postharvest Review*. 3(2):1–8.

- Franch, C., Baetens, M., Lammertyn, J., Verboven, P., Davey, M.W., Nicolai, B.M., 2003. Ascorbic Acid Concentration in cv. 'Conference' Pears during Fruit Development and Postharvest Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 4757–4763.
- Gago, C.M.L., Miguel, M.G., Cavaco, A.Ö., Almeida, D.P.F., Antunes, M.D.C., 2013. Combined Effect of Temperature and Controlled Atmosphere on Storage and Shelf-Life of Rocha Pear Treated with 1-Methylcyclopropene. *Food Science and Technology International*, 21(2): 94–103.
- Guo, J., Wei, X., Lü, E., Wang, Y., Deng, Z., 2020. Ripening Behavior and Quality of 1-MCP Treated d'Anjou Pears During Controlled Atmosphere Storage. *Food Control*, 117: 107364.
- Hendges, M.V., Steffens, C.A., Amarante, C.V.T., Neuwald D.A., Kitemann. D. 2015. Ripening of Alexander Lucas Pears Following Regular Atmosphere with or without 1-MCP Treatment Compared to Controlled Atmosphere. *Acta Horticulturae*. 1094:593–599.
- Horzum, Ö., Sugimoto, N., Engelgau, P., Beaudry, R., 2024. Dose Response of Air-Stored Red Delicious Fruit to 1-MCP Given as Single and Continuous Doses. *Fruit Quarterly*, 32: 11–14.
- Horzum, Ö., Tuna Güneş, N., 2024. Influence of Storage Technology and 1-Methylcyclopropene on Postharvest Behavior of 'Ankara' Pear. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 48(1): 81–94.
- Johnston, J.W., Gunaseelan, K., Pidakala, P., Wang, M., Schaffer, R.J., 2009. Co-ordination of Early and Late Ripening Events in Apples is Regulated Through Differential Sensitivities to Ethylene. *Journal of Experimental Botany*, 60(9): 2689–2699.
- Kader A.A. 2007. Postharvest Handling of Pears, Controlled Atmosphere. (E.J. MITCHAM and R.B. ELKINS, eds) *Pear Production and Handling Manual*. University of California Agriculture and Natural Resources, Oakland, California USA. 175–179.
- Kader, A.A., Saltveit, M.E., 2002. Respiration and Gas Exchange. (J.A. BARTZ, J.K. BRECHT, eds) *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. CRS Press, Boca Raton. 31-56.
- Ke, D., Yahia, E., Mateos, M., Kader, A., 1994. Ethanolic Fermentation of Bartlett Pears as Influenced by Ripening Stage Atmospheric Composition. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 119: 976–982.
- Klein, J.D., Lurie, S., 1990. Prestorage Heat Treatment as a Means of Improving Poststorage Quality of Apples. *Journal of the American Society of Horticultural Science*. 115: 265–269.
- Kurubaş, M.S., Erkan, M. 2018. Impacts of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Postharvest Quality of 'Ankara' Pears during Long-term Storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 42: 88–96.
- Lara, I., Miro, R.M., Fuentes, T., Sayez, G., Graell, J., Lopez, M.L., 2003. Biosynthesis of Volatile Aroma Compounds in Pear Fruit Stored Under Long-Term Controlled-Atmosphere Conditions. *Postharvest Biology and Technology*. 29:29–39.
- Pech, J.C., Purgatto, E., Bouzayen, M., Latché, A., 2012. Ethylene and Fruit Ripening. (M.T. MCMANUS ed) *Annual Plant Reviews: The Plant Hormone Ethylene*. 44: 275-304.
- Pekmezci, M., 1975. Bazı Önemli Armut ve Elma Çeşitlerinin Solunum Klimakterikleri ve Soğukta Muhafazaları Üzerinde Araştırmalar. Tarım ve Orman Bakanlığı Ziraat İşleri Genel Müdürlüğü Merkez İkmal Müdürlüğü Basımevi, Ankara, 88.
- Prange, R.K., DeLong, J.M., Wright, A.H., 2011. Storage of Pears using Dynamic Controlled-Atmosphere (DCA), a Non-Chemical Method. *Acta Horticulturae*, 909, 707–717.
- Prange, R.K., Wright, A.H., 2023. A Review of Storage Temperature Recommendations for Apples and Pears. *Foods*, 12, 466.
- Predieri, S., Gatti, E., 2009. Effects of Cold Storage and Shelf Life on Sensory Quality and Consumer Acceptance of Abate Fetel Pear. *Postharvest Biology and Technology*, 51(3):342–348.
- Rizzolo, A., Grassi, M., Vanoli, M., 2015. Influence of Storage (Time, Temperature,

- Atmosphere) on Ripening, Ethylene Production and Texture of 1-MCP Treated Abbé Fétel pears. *Postharvest Biology and Technology*, 109:20–29.
- Sakaldaş, M., 2014. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen Deveci Armut Çeşidinde Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropane Uygulamalarının Depolama Süresince Kaliteye Olan Etkileri. *ÇOMU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 109–116.
- Saquet, A.A., Streif, J., 2017. Respiration Rate and Ethylene Metabolism of Jonagold apple and Conference pear under Regular Air and Controlled Atmosphere. *Bragantia*, 76:335–344.
- Sisler, E.C., Serek, M., 2003. Compounds Interacting with Ethylene Receptor in Plants. *Plant Biology*, 5(5):473–480.
- Trincherro, G.D., Sozzi, G.O., Covatta, F., Fraschina, A.A., 2004. Inhibition of Ethylene Action by 1-Methylcyclopropane Extends Postharvest Life of Bartlett Pears. *Postharvest Biology and Technology*, 32(2):193–204.
- Tuna-Güneş, N., Poyrazoğlu, E., Dumanoglu, H., 2010. Preliminary Results on Some Constitutional Changes in 1-MCP Treated Quince (*Cydonia vulgaris* L.) Fruit during Cold Storage Period. *Acta Horticulturae*, 858:229–234.
- Vanoli, M., Grassi, M., Bianchi, G., Rizzolo, A., 2015. Conference and Abbé Fétel Pears Treated with 1-Methylcyclopropane: Physiological and Quality Implications of Initial Low Oxygen Stress and Controlled Atmosphere Storage. *Advances in Horticultural Science*, 29: 84–96.
- Villalobos-Acuña, M., Mitcham, E.J., 2008. Ripening of European Pears: The Chilling Dilemma. *Postharvest Biology and Technology*, 49(2):187–200.
- Watkins, C.B., 2006. The Use of 1-Methylcyclopropane (1-MCP) on Fruits and Vegetables. *Biotechnology Advances*, 24(4): 389–409.
- Watkins, C.B., 2015. Advances in The Use of 1-MCP. (R.B.H. WILLS, J.B. GOLDING eds) *Advances in Postharvest Fruit and Vegetables Technology*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 117–147.

Ayvada Derim Sonrası GABA Uygulamasının Soğukta Depolama Boyunca Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Mehmet Ali KOYUNCU¹ 

Derya ERBAŞ¹ 

Seda SEVİNÇ ÜZÜMCÜ² 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

²Eğirdir İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Isparta, Türkiye

Öz

Bu çalışma Eşme ayva (*Cydonia oblonga* Mill.) çeşidinde derim sonrası farklı dozlarda gamma aminobütirik asit (GABA) uygulamalarının depolama boyunca meyve kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla optimum derim tarihinde derilen meyveler vakit kaybetmeden laboratuvara getirilmiş ve derim sonrası uygulamalar için 3 farklı gruba ayrılmıştır. Birinci grup meyveler saf suya (kontrol), ikinci grup meyveler 2.5 mM GABA içeren çözeltiye ve üçüncü grup meyveler ise 5 mM GABA içeren çözeltiye 10 dk süreyle daldırılmıştır. Bütün çözeltilere yayıcı yapıştırıcı olarak %0.1'lik Tween-20 ilave edilmiştir. Daldırma işlemlerinden sonra meyveler, üzerlerindeki suyun uzaklaştırılması için fan altında, oda koşullarında 40-45 dakika bekletilmiştir. Kuruyan ayvalar plastik kasalara yerleştirilerek normal atmosfer (NA) koşullarında 0±1 °C ve %90±5 oransal nem koşullarında 6 ay süre ile muhafaza edilmiştir. Soğukta depolama boyunca 45 gün aralıkla bazı fiziksel ve kimyasal kalite analizleri yapılmıştır. Muhafaza sonunda derim sonrası GABA uygulanan ayvaların meyve eti sertliği uygulama yapılmayan kontrol grubuna göre daha yüksek çıkmıştır. Ayvaların solunum hızının yavaşlatılması ve etilen üretiminin baskılanmasında GABA uygulamaları etkili olmuş, özellikle düşük doz olan 2.5 mM GABA uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Depolama sonunda (180. gün) GABA uygulanan ayvalarda ağırlık kaybı daha az olmuştur. Çalışmada derim sonrası GABA uygulamasının soğukta depolama boyunca ayvada meyve kalite kayıplarını geciktirdiği ve düşük doz olarak seçilen 2.5 mM'in kısmen daha etkili sonuçlar verdiği ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Ayva, depolama, gamma aminobütirik asit, kalite, normal atmosfer.

The Effect of Postharvest GABA Treatment on the Fruit Quality of Quince during Cold Storage

Abstract

This study was carried out to investigate the effects of gamma aminobutyric acid (GABA) treatments at different doses on fruit quality during storage in Eşme quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivar. For this purpose, the fruits picked at the optimum harvest date were immediately transferred to the laboratory and divided into 3 different groups for post-harvest treatments. First group fruits were immersed in distilled water (control), second group fruits were immersed into a solution containing 2.5 mM GABA and third group fruits were immersed into a solution containing 5 mM GABA for 10 min. The 0.1% Tween-20 was added to all solutions. After dipping, the quince fruits were kept in room conditions under a fan for 40-45 minutes to remove the water. The dried fruits were placed in plastic boxes and stored under normal atmosphere (NA) conditions at 0±1 °C and 90±5% relative humidity for 6 months. During cold storage, some physical and chemical analyses were performed at 45 days intervals. At the end of storage, the flesh firmness of quince fruits treated with GABA was higher than the untreated control group. GABA treatments were effective in suppressing ethylene production and slowing down the respiration rate of quince fruits, especially the low dose of 2.5 mM GABA treatment gave the best results. At the end of storage (day 180), weight loss was less in GABA-treated fruits. As a result of the study, it can be stated that the post-harvest GABA treatment delayed the quality losses during cold storage, and the low dose of GABA was partially more effective.

Keywords: Quince, storage, gamma aminobutyric acid, quality, normal atmosphere.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: D. Erbaş; deryaerbas@isparta.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Mehmet Ali KOYUNCU  <https://orcid.org/0000-0003-4449-6709>

Derya ERBAŞ  <https://orcid.org/0000-0001-5675-3907>

Seda SEVİNÇ ÜZÜMCÜ  <https://orcid.org/0000-0002-6671-4730>

Giriş

Ilıman iklim ve yumuşak çekirdekli meyve grubuna dahil olan ayva (*Cydonia vulgaris pers.*), *Rocaceae* (gülgiller) familyasına ait bir meyve türüdür (Ünal ve ark., 2023). Yetiştiriciliği çok eski zamanlara dayanan ayvanın anavatanı

Kuzey-Batı İran, Kuzey Kafkasya, Hazar Denizi dolayları ve Kuzey Anadolu'dur (Çalhan, 2018). Dünyada ayva dikim alanı bakımından %55.2'lik pay ile Çin ilk sırada, %7.7'lik pay ile İran ikinci sırada ve %7.62'lik pay ile Türkiye üçüncü sırada gelmektedir. Çin, Türkiye'den daha fazla bir dikim alanına sahip olsa da, Türkiye ayva üretimi

(197.503 ton) ve ihracatında lider konumdadır (FAO, 2025). Ülkemizde ayva en çok Marmara Bölgesinde yetiştirilmektedir. Sakarya, Bursa, Denizli, Bilecik, Çanakkale, Isparta ve Amasya illerimiz üretimin %80'ini kapsamaktadır (Altuntaş, 2023). Ayva sert, sulu ve ekşi bir meyve türüdür. Taze tüketimde çoğunlukla meyve eti sertliği az ve daha yumuşak çeşitler tercih edilmektedir. Dünyada ayva genellikle işlenerek (marmelat, reçel, jel, şıra, konserve vb.) tüketilmektedir. Zengin bir genotip çeşitliliğe sahip olan ayvanın Türkiye'de ticari yetiştiricilikte en çok Ekmek, Limon, Şeker, Bardak ve Eşme çeşitleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan Eşme ayva çeşidinin meyveleri gevrek ve bol sulu olup mayhoş bir tada sahiptir (Çalhan, 2018; Altuntaş, 2023). Klimakterik bir meyve türü olan ayva, 0-4°C ve %85-90 oransal nem koşullarında 2 aydan 6 aya kadar muhafaza edilebilmektedir. Depolamanın 2. ayından sonra görülen meyve eti kahverengileşmesi, ağırlık kaybı artışı ve meyve yumuşaması muhafaza süresini kısaltmaktadır (Sevim, 2021; Ünal ve ark., 2023; Algül ve ark., 2024). Ayvalarda ortaya çıkan bu olumsuz durumların azaltılması, engellenmesi ya da geciktirilmesi için askorbik asit (Algül ve ark., 2024), kalsiyum (Tezcan ve ark., 1998), metil jasmonat (Ahadi, 2022), bor (Yalçın ve ark., 2005), 1-metilsiklopropan (Nanos ve ark., 2014) ve potasyum permanganat (Akbari ve Ebrahimpour, 2014) gibi maddelerin kullanıldığı bildirilmektedir. Bahçe ürünlerinin depolama ömrünü uzatmak ve depolama boyunca kalite kayıplarını azaltmak için kullanılan maddelerden bir tanesi de γ -Aminobütirik asittir (GABA). Bu bitki büyüme düzenleyici; dört karbonlu, bitkinin savunma mekanizmasını güçlendiren ve protein olmayan bir aminoasittir (Aghdam ve ark., 2016). Bitkilerde yaygın olarak bulunan GABA; büyüme ve gelişmede, aminoasit biyosentezinde, azot ve karbon metabolizmasında rol almaktadır. Ayrıca GABA'nın biyotik ve abiyotik stres altında bitkinin bazı dokularında biriktiği de rapor edilmiştir. Bahçe ürünlerinde ise derim sonrasında üşüme zararının engellenmesi (Hiçyılmaz, 2018), meyve eti sertliğinin korunması (Nazoori ve ark., 2020) ve ağırlık kaybının azaltılması (Chen ve ark., 2022), gibi amaçlarla kullanıldığı ve etkili olduğu rapor edilmiştir. Ayrıca bahçe ürünlerinde soğukta depolama yanında, raf ömrünün uzatılmasında da

etkili olduğu bildirilmiştir (Hiçyılmaz, 2018; Li ve ark., 2021; Al Shoffe ve ark., 2021).

Yukarıdaki bilgiler doğrultusunda mevcut çalışmada, Eşme ayva çeşidinde derim sonrası farklı dozlarda GABA uygulamalarının depolama boyunca meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışmada sofralık değeri yüksek, meyveleri limon sarısı renginde, yuvarlak geniş karınlı ve sapa doğru uzayan 'Eşme' ayva çeşidi kullanılmıştır. Meyveler Isparta ili, Eğirdir ilçesinde (deniz seviyesinden 1050 m yükseklikte) bulunan, çöğür anacı üzerine aşıllı 7 yaşlı ağaçlardan oluşan üretici bahçesinden temin edilmiştir.

Yöntem

Optimum derim tarihinde toplanan meyveler soğutmalı araçla hızlı bir şekilde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı'na getirilmiştir. Derilen meyvelerden, bereli ve gelişim kusurları olanlar ayrılarak homojenlik sağlanmış ve uygulamalar için meyveler 3 farklı gruba ayrılmıştır. İlk grup saf suya (kontrol), ikinci grup meyveler 2.5 mM GABA (GABA 1) ve son grup ise 5 mM GABA (GABA 2) içeren çözeltiye 10 dk süre ile daldırılmıştır. Yayıcı yapıştırıcı olarak bütün çözeltilere %0.1'lik Tween-20 ilave edilmiştir. Daldırma işlemlerinden sonra meyveler üzerlerindeki suyun uzaklaştırılması için fan altında, oda koşullarında 40-45 dk bekletilmiştir.

Soğukta Depolama ve Raf Ömrü Çalışmaları

Kuruyan ayvalar plastik kasalara yerleştirilerek normal atmosfer (NA) koşullarında 0 ± 1 °C ve 90 ± 5 oransal nem koşullarında 6 ay süre ile muhafaza edilmiştir. Meyve örneklerinin 45 gün aralıklarla kalite değişimlerinin belirlenmesi için meyve örneklerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Fiziksel ve Kimyasal Kalite Analizler

Ağırlık kaybı (%): Ayvalarda meydana gelen ağırlık kaybı, deneme başlangıcında etiketlenerek tartılan meyvelerde belirlenmiştir. Her dönem aynı meyveler tartılıp tekrar soğuk odaya konulmuştur. Ölçümler 0.01 g

hassasiyetteki terazi ile tartılmış ve ağırlık kaybı (%) [Başlangıç ağırlığı-Dönem ağırlığı/Başlangıç ağırlığı×100] formülüne göre hesaplanmıştır.

Meyve eti sertliği (N): Ölçümler deneme başlangıcında ve her analiz döneminde depolardan çıkartılan meyvelerin ekvatorial çevresi boyunca iki ayrı yerden tekstür cihazı (Lloyd LF Plus, Ametek, UK) ile yapılmıştır. 1000 N'lik load cell ile 100 mm/dk değişmez hızda 8 mm çapındaki silindirik uç meyveye, kabuk (1 cm²'lik alan) uzaklaştırılarak 10 mm batırılmış ve elde edilen maksimum kuvvet Newton (N) cinsinden meyve eti sertliği olarak değerlendirilmiştir.

Suda çözünür toplam kuru madde miktarı (SÇKM): Katı meyve sıkacağı ile çıkarılan meyve sularının SÇKM içerikleri dijital refraktometre ile % olarak ölçülmüştür.

Titre edilebilir asit miktarı (TEA): TEA miktarı, katı meyve sıkacağı yardımı ile çıkartılan meyve suyundan 10 mL alınmış ve 0.1 N'lik sodyum hidroksit (NaOH) ile pH değeri 8.1 oluncaya kadar, pH metre (WTW Inolab) ve dijital büret kullanılarak titre edilmiştir. Sonuçlar harcanan baz (NaOH) üzerinden g100mL⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Etilen üretim miktarı ($\mu\text{LC}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{s}^{-1}$) ve solunum hızı ($\text{mLCO}_2\text{kg}^{-1}\text{s}^{-1}$): Depolama boyunca belirtilen aralıklarla depodan çıkartılan meyveler 5 L hacmindeki gaz sızdırmaz kavanozlara yaklaşık 1 kg olacak şekilde tartılmış ve ağzı sıkıca kapatılmıştır. Oda koşullarında (20±1°C) 1.5-2 saat bekletilmiş (Khan ve Singh, 2007) ve bu süre sonunda kavanozlardan gaz kaçırmaz şırınga ile 15-20 mL hava alınarak doğrudan gaz kromatografisine enjekte edilmiştir. Meyvelerin solunum hızı $\text{mLCO}_2\text{kg}^{-1}\text{s}^{-1}$, etilen üretim miktarları ise $\mu\text{LC}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{s}^{-1}$ cinsinden verilmiştir.

Duyusal değerlendirmeler: Meyvelerin duyusal olarak değerlendirilmesinde tat için 1-5 skalası (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) ve dış görünüş için 1-9 skalası (1-4: pazarlanamaz, 5: pazarlanabilir, 7: iyi, 9: çok iyi) kullanılmıştır. Değerlendirme floresan ışık altında ve kokusuz bir ortamda 5 kişilik panelist grubu tarafından yapılmıştır (Erbaş ve Koyuncu, 2016).

Deneme tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 6

meyve olacak şekilde kurulmuştur. Denemeden elde edilen veriler JMP 13 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş; ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey's çoklu karşılaştırma testine ($p < 0.05$) göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Ağırlık Kaybı

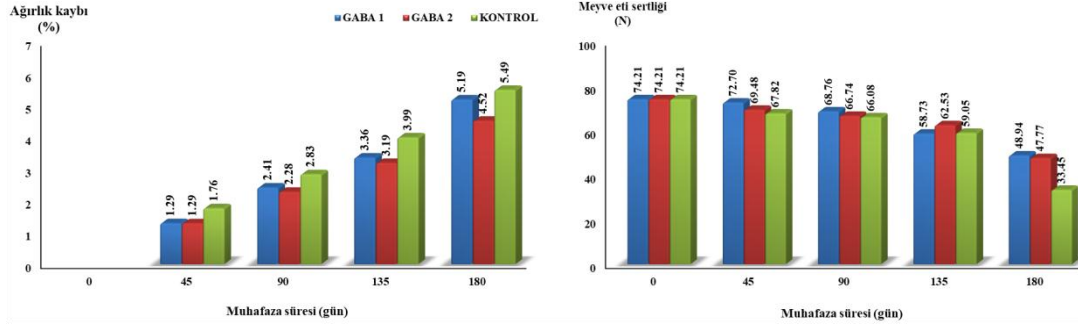
Derim sonrası GABA uygulamalarının ayvaların depolama boyunca ağırlık kayıpları üzerine etkileri Şekil 1'de sunulmuştur. Muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak bütün uygulamalarda ağırlık kayıpları artmıştır. GABA uygulanan ayvaların ağırlık kayıpları kontrol uygulamasına göre bütün dönemlerde daha düşük olmuş ve uygulamaların bu etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 1). Derim sonrası GABA uygulamasının, özellikle üşüme zararına hassas olan türlerde ürünlerin, üşüme zararına toleransını artırarak dolaylı yoldan ağırlık kaybını azalttığı rapor edilmiştir (Palma vd., 2019; Chen vd., 2022; Fan vd., 2022) Muhafaza sonunda (180. gün) ağırlık kayıpları kontrol uygulamasında %5.49, GABA 1 uygulamasında %5.19 ve GABA 2 uygulamasında ise %4.52 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Genel olarak değerlendirildiğinde, GABA 2 (5 mM) dozu ağırlık kaybının azaltılması bakımından en etkili uygulama olarak belirlenmiştir.

Meyve Eti Sertliği

Meyve eti sertliği, Eşme ayva çeşidinde hem önemli bir derim kriteri hem de kalite kriteridir. Olgunluğun ilerlemesiyle meyve eti sertliğinin azaldığı belirtilmiştir (Çalhan ve Koyuncu, 2018). Ayvaların meyve eti sertliği üzerine GABA uygulamalarının etkisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Depolama boyunca ayvaların sertlik değerleri düzenli olarak azalmıştır. Başlangıçta bütün uygulamalarda 74.21 N olarak ölçülen sertlik değeri, muhafaza sonunda GABA 1 uygulamasında 48.94 N, GABA 2 uygulamasında 47.77 N ve kontrol uygulamasında ise 33.45 N olarak ölçülmüştür. Derim sonrası GABA uygulamaları ayvaların sertliğini korumada etkili olmuş ve bu etki istatistik olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 1). GABA uygulamalarının ürünlerin membran bütünlüğünü koruyarak ve yumuşama ile ilgili enzimlerin aktivitelerini

engellerek/yavaşlatarak sertlik üzerine olumlu etkiler ettiği farklı araştırmacılar tarafından rapor

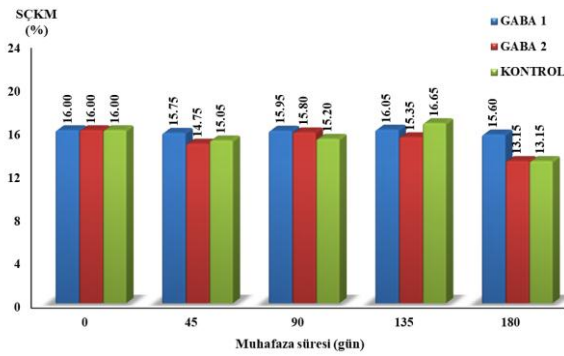
edilmiştir (Wang vd., 2015; Nazoori vd., 2020; Zarei vd., 2020).



Şekil 1. Derim sonrası GABA uygulamalarının depolama boyunca ayvaların ağırlık kaybı ve meyve eti sertliği üzerine etkileri

Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarı

Meyvelerde belirlenen SÇKM miktarı büyük oranda şekerlerden oluşmakta ve meyvelerin tat oluşumuna katkı sağlamaktadır. Ayvaların SÇKM değeri depolama süresi boyunca dalgalanmalar göstermiştir ve değişimler istatistiksel olarak önemsiz ($p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 1). Depolamanın 135. gününe kadar artış azalış şeklinde devam eden SÇKM değerleri, muhafaza sonunda bütün uygulamalarda düşmüştür (Şekil 2). Ayvalardaki bu düşüşü özellikle son dönemlerde olmak üzere, depolama boyunca etilen üretim miktarındaki artış ve solunum hızındaki değişimle ilişkilendirebiliriz. Şekerler ve diğer karbonhidratlardan oluşan SÇKM değerindeki değişimlerin solunum hızıyla ilişkili olduğu bunun nedeninin de bu bileşiklerin solunumun ana bileşikleri olmasından kaynaklandığı rapor edilmiştir (Öz, 2006). Nitekim etilen ve solunum hızı değerleri (Şekil 3) incelendiğinde de bu durum desteklenmektedir. Benzer bulgular Çalhan (2018) tarafından da bildirilmiştir.



Şekil 2. Derim sonrası GABA uygulamalarının depolama boyunca ayvaların SÇKM ve TEA miktarları üzerine etkileri

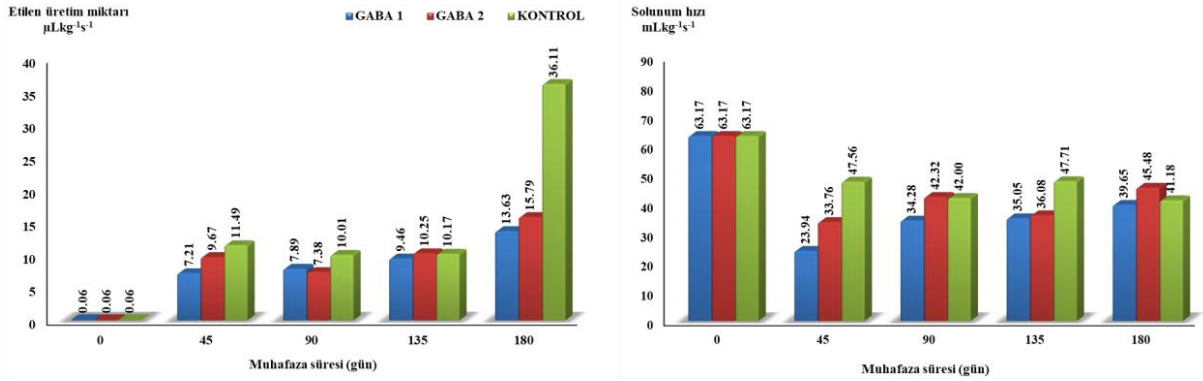
Titre Edilebilir Asit Miktarı

Ayvaların TEA değerleri depolama boyunca olgunluğun ilerlemesiyle başlangıç değerine göre bütün uygulamalarda azalmıştır (Şekil 2). Bu azalışlar istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 1). Olgunlaşma ile birlikte meyvelerdeki asitlerin solunumda kullanıldığı ve şekere dönüştüğü için azalma eğiliminde olduğu bildirilmiştir (Martínez-Romero vd., 2006). Çalışmada başlangıçta 1.02 g100mL⁻¹ olarak ölçülen TEA değeri depolamanın 90. gününde 0.67 g100mL⁻¹ (GABA 1) ile 0.58 g100mL⁻¹ (Kontrol) arasında değerler almıştır. Muhafaza sonunda ise en düşük asitlik değeri (0.31 g100mL⁻¹) kontrol uygulamasında ölçülürken, en yüksek asitlik değeri (0.39 g100mL⁻¹) GABA 1 uygulamasında ölçülmüştür (Şekil 2). Genel olarak GABA uygulamalarının ayvaların asitlik değerlerindeki azalmayı geciktirdiğini ifade edebiliriz. Wang vd. (2016) derim sonrası kiraza β -aminobutrik asit ve Zhang vd. (2023) ise derim sonrası yenedünyaya γ -aminobutrik asit uygulayarak yürüttükleri çalışmalarda da benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Etilen Üretim Miktarı

Bitkilerde birçok biyokimyasal olayda yer alan etilen, yaşlanma hormonu olarak bilinmektedir. Çalışmada ayvaların etilen üretim miktarları depolama süresi boyunca düzenli olarak artmıştır (Şekil 3). Muhafaza süresinin, uygulamaların ve muhafaza süresi uygulama interaksyonunun ayvaların etilen üretim miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olmuştur (Çizelge 1). Depolamanın 180. gününde en yüksek etilen üretimi ($36.11 \mu\text{Lkg}^{-1}\text{s}^{-1}$) kontrol uygulamasında ölçülürken, bunu GABA 2 (15.79

$\mu\text{Lkg}^{-1}\text{s}^{-1}$) ve GABA 1 ($13.63 \mu\text{Lkg}^{-1}\text{s}^{-1}$) uygulamaları takip etmiştir. Derim sonrası uygulanan GABA'nın ayvaların etilen üretimini baskılamakta oldukça etkili olduğu görülmektedir. Depolama süresi boyunca GABA uygulamaları, hiçbir uygulama yapılmayan kontrol uygulamasına göre etilen üretim miktarını azaltmıştır. GABA uygulamalarının etilen üretim miktarını baskılamada/geciktirmede etkili olduğu Han vd. (2018), Chen vd. (2021) ve Ruiz-Aracil vd. (2024) tarafından farklı türlerde yürütülen çalışmalarda da bildirilmiştir.



Şekil 3. Derim sonrası GABA uygulamalarının depolama boyunca ayvaların etilen üretim miktarları ve solunum hızı değerleri üzerine etkileri

Solunum Hızı

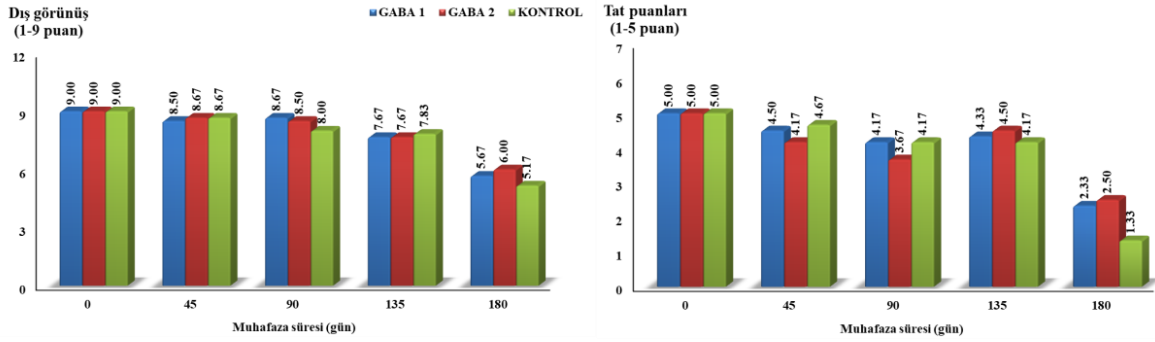
Ayvaların solunum hızı başlangıçta $63.17 \text{ mLkg}^{-1}\text{s}^{-1}$ olarak ölçülürken, depolamanın 45. gününde $23.65 \text{ mLkg}^{-1}\text{s}^{-1}$ (GABA 1) ile $47.56 \text{ mLkg}^{-1}\text{s}^{-1}$ (kontrol) arasında belirlenmiştir (Şekil 3). Başlangıç değerine göre 45. gündeki bu azalışlar, meyvelerin başlangıçta daha sıcak olan ortam koşullarına bağlı olarak solunum hızlarının yüksek olması ancak soğukta muhafazaya alınmalarıyla solunumların nispeten baskılanmasıyla açıklanabilir. Uygulamaların solunum hızı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) olsa da (Çizelge 1), depolama süresince genellikle GABA uygulamalarının solunum hızını baskıladığı görülmektedir. Muhafaza sonunda da en düşük solunum hızı değeri GABA 1 ($39.65 \text{ mLkg}^{-1}\text{s}^{-1}$) uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 3). Benzer şekilde derim sonrası altınçilek meyvesine uygulanan GABA'nın solunum hızını baskıladığı rapor edilmiştir (Hayati vd., 2024).

Dış Görünüş ve Tat

GABA uygulamalarının ayvaların dış görünüş puanları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 1).

Depolamanın 135. gününe kadar ayvaların dış görünüş puanlarında değişiklik olmamış, ancak bu günden sonra dış görünüş puanları düşmüştür. Muhafaza sonunda en düşük değer (5.17 puan) kontrol uygulamasından elde edilirken, bu uygulamayı sırasıyla GABA 1 (5.67 puan) ve GABA 2 (6.00 puan) uygulamaları takip etmiştir. Derim sonrası GABA uygulamalarının ayvaların dış görünüşünü olumlu yönde etkilediğini söyleyebiliriz.

Ayvaların tat puanları depolama süresi boyunca genel olarak azalmıştır. Başlangıçta bütün uygulamalarda 5 olan tat puanları, 135. günde 4.17 (kontrol) ile 4.50 (GABA 2) arasında değişmiştir. Muhafaza sonu olan 180. günde ise tat puanlarında keskin bir düşüş olmuş ve kontrol uygulaması 1.33 puana, GABA 1 uygulaması 2.33 puana ve GABA 2 uygulaması ise 2.50 puana kadar düşmüştür. GABA uygulamaları ayvaların tat puanları üzerine olumlu etki etse de GABA'nın her iki dozu 180. günde 2 (kötü) ile 3 puan (orta) arasında değerler almıştır. Kontrol grubu ise 180. günde 1 (çok kötü) ile 2 puan (kötü) arasında puan olarak tat bakımından en kötü uygulama olmuştur.



Şekil 4. Derim sonrası GABA uygulamalarının depolama boyunca ayvaların dış görünüş ve tat puanları üzerine etkileri

Çizelge 1. İncelenen parametreler üzerine muhafaza süresi, uygulamalar ve muhafaza süresi × uygulama interaksiyonunun önemlilik seviyeleri

	Muhafaza Süresi (MS)	Uygulamalar (U)	MS × U
Ağırlık Kaybı	**	**	öd
Meyve Eti Sertliği	**	*	öd
SÇKM	**	öd	**
TEA	**	**	**
Etilen Üretim Miktarı	**	**	**
Solunum Hızı	**	öd	öd
Dış Görünüş	**	öd	öd
Tat	**	*	öd

öd: Önemli değil, **: 0.01, *: 0.05

Sonuç

Derim sonrası dönemde Eşme ayva çeşidine 2 farklı dozda uygulanan GABA'nın soğukta depolama boyunca incelenen kalite parametreleri üzerine olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Özellikle ayvalarda meyve eti sertliği ile duyuşal özelliklerin korunması ve solunum hızının baskılanması bakımından etkili olduğu belirlenmiştir. Bu etkiler her iki GABA dozunda görülse de özellikle düşük doz olarak kullanılan 2.5 mM (GABA 1)'de daha belirgin olmuştur. Bütün bu sonuçlar dikkate alındığında, derim sonrası GABA uygulamasıyla ayvaların yaklaşık 135 gün süre ile belirtilen koşullarda kaliteli bir şekilde muhafaza edilebileceği söylenebilir.

Teşekkür

Çalışmaya maddi olarak katkılarından dolayı Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (Proje No: 122 O 797) teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Aghdam, M.S., Naderi, R., Jannatizadeh, A., Babalar, M., Sarcheshmeh, M.A.A., Faradonbe, M. Z., 2016. Impact of Exogenous GABA Treatments on

Endogenous GABA Metabolism in Anthurium Cut Flowers in Response to Postharvest Chilling Temperature. *Plant Physiology and Biochemistry*. 106: 11-15.

Ahadı, H., 2022. Derim Sonrası Metil Jasmonat Uygulamasının Ayvada (*Cydonia vulgaris*) Meyve Kalitesi ve Üşüme Zararı Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 58s. (Yayımlanmamış)

Akbari, H., Ebrahimpour, H., 2014. Potassium Permanganate and Packing Types Impacts on Postharvest Quality and Storage Period of Quince Fruit (*Cydonia oblonga* Mill.). *International Journal of Advanced Life Sciences (IJALS)*. 7:267-275.

Al Shoffe, Y., Nock, J.F., Zhang, Y., Watkins, C.B., 2021. Pre-and Post-harvest γ -aminobutyric Acid Application in Relation to Fruit Quality and Physiological Disorder Development in 'Honeycrisp' Apples. *Scientia Horticulturae*. 289:110431.

Algül, B.E., Acar, S., Bozkaya, B., Aslan, D., Turan, İ., 2024. Farklı Hasat Dönemlerinin ve Askorbik Asit Uygulamalarının 'Eşme'

- Ayva Çeşidinde Raf Ömrü Üzerine Etkileri. Meyve Bilimi. 11(1):9-17.
- Altuntaş, S., 2023. Eşme çeşidi ayva (*Cydonia oblonga* Miller) Yaprağı, Kabuğu, Çekirdeği, Meyve Posası ve Suyunun Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 154s.
- Chen, H., Wagn, H., Jiang, X., 2021. Effects of γ -aminobutyric Acid Treatment on the Quality Properties and Chilling Tolerance of Guava Fruit during Cold Storage. Food and Fermentation Industries. 47(14):130-136.
- Chen, X., Luo, Z.Y., Zhang, Y.A., Yang, X.Z., Yu, Z.H., Xiang, M.L., Chen, J.Y., Chen, M., 2022. Effects of Exogenous γ -aminobutyric Acid Treatment on Fruit Quality and Preservation of Postharvest Jing'an Ponkan. Zhengzhou Fruit Research Institute. 39:652-661.
- Çalhan, Ö., 2018. Eşme Ayva (*Cydnia oblonga* Mill.) Çeşidinin Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi. 264s.
- Çalhan, Ö., Koyuncu, M.A., 2018. Eşme Ayva (*Cydonia oblonga* Mill.) Çeşidinde Optimum Derim Tarihini Belirlemek İçin Uygun Kriterlerin Seçimi. Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences. 28(2):215-225.
- Erbaş, D., Koyuncu, M.A., 2016. 1-Metilsiklopropan Uygulamasının Angeleno Erik Çeşidinin Depolanma Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 53(1): 43-50.
- Fan, Z., Lin, B., Lin, H., Lin, M., Chen, J., Lin, Y., 2022. γ -Aminobutyric Acid Treatment Reduces Chilling Injury and Improves Quality Maintenance of Cold-stored Chinese Olive Fruit. Food Chemistry: X. 13:100208.
- FAO, 2025. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics, <https://www.fao.org/faostat/en/#home> Erişim tarihi: 15.01.2025
- Han, S., Nan, Y., Qu, W., He, Y., Ban, Q., Lv, Y., Rao, J., 2018. Exogenous γ -aminobutyric Acid Treatment that Contributes to Regulation of Malate Metabolism and Ethylene Synthesis in Apple Fruit during Storage. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 66(51):13473-13482.
- Hayati, P., Hosseinifarahi, M., Abdi, G., Radi, M., Taghipour, L., Assar, P., 2024. Effect of Postharvest Application of Gamma-aminobutyric Acid on Respiration Rate and Some Qualitative Characteristics of Peruvian Groundcherry (*Physalis peruviana* L.) Fruit during Storage. Journal of Horticultural Science. 37(4):1013-1027.
- Hiçyılmaz, Ş., 2018. Hicaznar Nar Meyvelerinde Derim Sonrası Fungal Bozulmalar ve Üşüme Zararının Kontrolü Üzerine Gamma-aminobütirik Asit Uygulamasının Etkisinin Belirlenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 79s.
- Khan, A.S., Singh, Z., 2007. 1-MCP Regulates Ethylene Biosynthesis and Fruit Softening during Ripening of 'Tegan Blue' Plum. Postharvest Biology and Technology. 43(3):298-306.
- Li, D., He, Y., Li, S., Shi, S., Li, L., Liu, Y., Chen, H., 2021. Genome-wide Characterization And Expression Analysis of AP2/ERF Genes In Eggplant (*Solanum melongena* L.). Plant Physiology and Biochemistry. 167:492-503.
- Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J.M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M.J.P.B., 2006. Postharvest Sweet Cherry Quality and Safety Maintenance by Aloe Vera Treatment: A New Edible Coating. Postharvest Biology and Technology. 39(1):93-100.
- Nanos, G.D., Mpezou, A., Georgoudaki, T., 2014. Effects of 1-MCP and Storage Temperature on Quince Fruit Quality. Acta Horticulturae. 1079:453-458.
- Nazoori, F., Zamani Bahramabadi, E., Mirdehghan, S.H., Rafie, A., 2020. Extending the Shelf Life of Pomegranate (*Punica granatum* L.) by GABA Coating Application. Journal of Food Measurement and Characterization. 14(5):2760-2772.
- Öz, A.T., 2006. Farklı Zamanlarda Hasat Edilen Kivilerde (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) Normal ve Kontrollü Atmosfer Koşullarında Soğuk Muhafaza Süresinin Etilen Biyosentezine Etkisi. Bursa Uludağ

- Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 154s.
- Palma, F., Carvajal, F., Jiménez-Muñoz, R., Pulido, A., Jamilena, M., Garrido, D., 2019. Exogenous γ -aminobutyric Acid Treatment Improves the Cold Tolerance of Zucchini Fruit during Postharvest Storage. *Plant Physiology and Biochemistry*. 136:188-195.
- Ruiz-Aracil, M.C., Valverde, J.M., Ilea, M.I.M., Valero, D., Castillo, S., Guillén, F., 2024. Innovative Postharvest Management for Hass Avocado at the Preclimacteric Stage: A Combined Technology With GABA and 1-MCP. *Foods*. 13(16):2485.
- Sevim, H., 2021. Taze Doğranmış Eşme Ayva (*Cydonia oblonga* Mill.) Çeşidinin Kalitesi Üzerine Bazı Hasat Sonrası Uygulamaların Etkisi. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 70s.
- Tezcan, H., Eriş, A., Akbudak, B., Karabulut, Ö., 1998. Kalsiyum Uygulamalarının Eşme Ayvasının (*Cydonia vulgaris* cv. Eşme) Bazı Hasat Sonrası Fungal Hastalıklarına ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1):23-33.
- Ünal, S., Atalık, B., Saçıkara, S., Büyükeken, S., Sabır, F.K., 2023. Hasat Sonrası Oksalik Asit Uygulamalarının Soğukta Muhafaza Edilen Ayvalarda Kalite Özelliklerine Etkisi. *ICAFVP 2nd International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences*, 19- 21 Mayıs 2023, Ankara. s:47-55.
- Wang, L., Jin, P., Wang, J., Jiang, L., Shan, T., Zheng, Y., 2015. Effect of β -aminobutyric Acid on Cell Wall Modification and Senescence in Sweet Cherry during Storage at 20°C. *Food Chemistry*. 175:471-477.
- Wang, L., Zhang, H., Jin, P., Guo, X., Li, Y., Fan, C., Wang, J., Zheng, Y., 2016. Enhancement of Storage Quality and Antioxidant Capacity of Harvested Sweet Cherry Fruit by Immersion with β -aminobutyric Acid. *Postharvest Biology and Technology*. 118:71-78.
- Yalçın, G., Yavuz, R., Altinel, B., Özgümüş, A., Özelkök, S., 2005. Ayva Ağaçlarına Uygulanan Bor ve Kalsiyumun Hasat Sonrası Oluşan Fizyolojik Bozulmaya ve Meyve Kalite Özelliklerine Etkisi. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122624/records/64724fcb2c1d629bc979f878> Erişim tarihi: 15.01.2025.
- Zarei, L., Koushesh Saba, M., Vafaei, Y., 2020. Effect of Gamma-amino-butyric acid (GABA) Foliar Application on Chilling and Postharvest Quality of Tomato (cv. Newton). *Plant Productions*. 43(2):199-212.
- Zhang, H., Pu, J., Liu, H., Wang, M., Du, Y., Tang, X., Luo, X., Wang, Y., Deng, Q., 2023. Effects of L-Cysteine and γ -aminobutyric Acid Treatment on Postharvest Quality and Antioxidant Activity of Loquat Fruit during Storage. *International Journal of Molecular Sciences*. 24(13):10541.

Derim Öncesi Melatonin Uygulamasının Eşme Ayva Çeşidinin Pomolojik Özellikleri Üzerine Etkisi

Derya ERBAŞ 

Mehmet Ali KOYUNCU 

Fatma KOYUNCU 

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

Öz

Bu çalışmada derim öncesi farklı dozlarda uygulanan melatoninin, Eşme ayva çeşidinin pomolojik özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla tahmini derim tarihinden 14 gün önce ağaçlara sırt pompası yardımı ile sprey şeklinde, 0 (kontrol, saf su), 100 ve 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ MEL uygulaması yapılmıştır. Optimum derim tarihinde derilen meyveler hızlı bir şekilde laboratuvara getirilip bazı pomolojik analizler (meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi, solunum hızı, etilen üretim miktarı, suda çözünür kuru madde miktarı ve titrilebilir asitlik) yapılmıştır. ‘Eşme’ ayva meyvelerinde melatonin uygulamaları meyve eti sertliğini artırmıştır. Melatonin uygulamalarının meyvelerin meyve kabuk rengi, suda çözünür kuru madde miktarı ve titre edilebilir asitlik kapsamı üzerindeki etkileri önemli bulunmamıştır. Meyve ağırlığı ve meyve eni uygulamalara göre önemli bir farklılık göstermemiştir. Derim anındaki solunum hızı ve etilen üretim miktarı melatonin uygulanan ayvalarda daha düşük tespit edilmiştir. Sonuç olarak derim öncesi melatonin uygulamaları (özellikle 100 $\mu\text{mol L}^{-1}$ MEL dozu) ‘Eşme’ ayva çeşidinin meyve eti sertliğini artırmış, solunum hızı ve etilen üretim miktarını azaltılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ayva, Eşme, pomolojik özellik, meyve eti sertliği.

Effect of Pre-harvest Melatonin Treatment on the Pomological Characteristic of Quince Fruit cv. Eşme

Abstract

The aim of the study was to determine the effects of pre-harvest melatonin treatments on the pomological characteristics of Eşme quince cultivar. For this purpose, 14 days before the estimated harvest date 0 (control, pure water), 100 and 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ MEL were sprayed to the trees by a hand pump. The harvested fruits at the optimum harvest date were quickly transported to the laboratory and some pomological analyses (fruit weight, fruit width, fruit length, flesh firmness, skin color, respiration rate, ethylene production, soluble solids content and titratable acidity) were carried out. The melatonin treatments increased the fruit firmness at harvest compared to the control treatment. The fruit skin color, soluble solids content and titratable acidity values of melatonin-treated fruits were similar to the untreated control fruits. Fruit weight and fruit width were slightly higher in melatonin-treated fruits, but there was no significant difference with the control group. At harvest, the respiration rate and ethylene production were lower in melatonin-treated fruits. As a result, it can be stated that pre-harvest melatonin treatment (especially 100 $\mu\text{mol L}^{-1}$ MEL dose) increased the flesh firmness and decreased the respiration rate and ethylene production of quince cv. Eşme.

Keywords: Quince, eşme, pomological characteristic, fruit flesh firmness.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: D. Erbaş; eryaerbas@isparta.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Derya ERBAŞ  <https://orcid.org/0000-0001-5675-3907>

Mehmet Ali KOYUNCU  <https://orcid.org/0000-0003-4449-6709>

Fatma KOYUNCU  <https://orcid.org/0000-0001-5803-6944>

Giriş

Ayva (*Cydonia vulgaris*) *Rosales* takımının *Rosaceae* familyasının, *Cydonia* cinsi içerisinde yer almakta olup, Türkiye’nin birçok bölgesinde yetiştirilmektedir (Çalhan, 2018). Bu geniş yetiştiricilik alanı ve yetiştiriciliğe uygun ekolojisi ile dünya ayva üretiminin (666.589 ton) yaklaşık %27’sini Türkiye (180.542 ton) karşılamaktadır. Türkiye bu üretim miktarı ile dünyada birinci sırada yer almaktadır. Ülkemizde en çok ayva yetiştiriciliği yapılan iller Sakarya, Bursa, Denizli, Bilecik, Çanakkale, Isparta ve Amasya olup, bu iller toplam üretimin %80’ini

karşılamaktadır (FAO, 2024). Türkiye’de farklı ayva çeşitlerinin (Eşme, Ekmek, Limon, Çukurgöbek vb.) yetiştiriciliği yapılsa da en yaygın olanı Eşme’dir (Çalhan, 2018). Bu çeşit üretim ve ihracatın büyük bir bölümünü karşılamaktadır (Algül, 2024). Türkiye’de hem üretim hem de dış satımda önemli olan bu çeşidin, meyve kalitesinin artırılması da önem kazanmaktadır. Son yıllarda derim anındaki kalitenin iyileştirilmesi amacıyla farklı meyve türlerine, derim öncesi putresin (Erbaş ve ark., 2018; Singh ve ark., 2022), salisilik asit (Erbaş, 2023), aminoetoksivinilglisin (Onursal ve ark.,

2013; Liu ve ark., 2022), giberellik asit (Alım ve Uzun, 2017; Balkıç ve ark., 2019) ve melatonin (Carrión-Antolí ve ark., 2022; Zhao ve ark., 2023) gibi bazı bitki büyüme düzenleyicileri uygulanmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Güçlü bir antioksidan olan melatonin (MEL), bitkilerde, hayvanlarda ve mikroorganizmalarda bulunan bir bitki büyüme düzenleyicidir (Kasım ve Kasım, 2021). MEL'in bitkilerde farklı olaylarda yer aldığı, abiyotik ve biyotik stres faktörlerine (tuzluluk, üşüme, ağır metal, hastalık ve zararlı gibi) karşı dayanıklılık sağladığı ve serbest radikallerin (ROS) önemli bir temizleyicisi olarak görev aldığı bildirilmiştir (Liu ve ark., 2016; Xu ve ark., 2019; Rastegar ve ark., 2020; Onik ve ark., 2021). Son yıllarda farklı bahçe ürünleriyle (mango, elma, nektarin, kayısı, şeftali, kiraz, armut ve domates) yürütülen çalışmalarda, MEL uygulamasının antioksidan enzimlerinin aktivitesini artırdığı (Gao ve ark., 2016; Wang ve ark., 2019), etilen üretimini baskıladığı (Tijero ve ark., 2019; Bal, 2021; Medina-Santamarina ve ark., 2021), meyve kalitesini koruduğu (Liu ve ark., 2016; Onik ve ark., 2021) ve verimi arttırdığı (Liu ve ark., 2016) rapor edilmiştir. Ayrıca bu çalışmalarda, MEL uygulamalarının meyve tür ve çeşidine göre etkilerinin değişebildiği, dolayısıyla farklı tür ve çeşitlerle yürütülecek yeni çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır.

Bu çalışma ile ülkemiz açısından önemli bir ayva çeşidi olan ve Isparta bölgesinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Eşme çeşidinde, derim öncesi farklı dozlarda MEL uygulamalarının derim anındaki meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Meyve Materyali ve Derim Öncesi Uygulamalar

Isparta ili Eğirdir ilçesinde 2021 yılında yürütülen bu çalışmada, meyve materyali olarak ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan 'Eşme' ayva çeşidi kullanılmıştır. Eşme ayva çeşidinin meyveleri; yuvarlak, orta irilikte ya da iri ve sarımsı limon rengindedir. Meyve eti gevrek, bol sulu ve mayhoş olup, sofralık değeri yüksek bir çeşittir (Gökçe, 2019). Denemelerin yürütüldüğü kapama ayva bahçesi, çöğür anacı üzerine aşılanmış 9 yaşlı ağaçlardan oluşmuştur. Deneme süresine bahçede sulama, gübreleme,

hastalık ve zararlılarla mücadele gibi kültürel işlemler usulüne uygun şekilde yürütülmüştür. Derim öncesi tahmini derim tarihinden 14 gün önce (Sun ve ark., 2021; Michailidis ve ark., 2021), ağaçlara sırt pompası yardımıyla sprey şeklinde 0 (kontrol, saf su), 100 (MEL 1) ve 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$ MEL (MEL 2) uygulaması yapılmıştır. Bütün uygulama solüsyonlarına yayıcı yapıştırıcı olarak %0.01'lik Tween-20 ilave edilmiştir.

Analizler

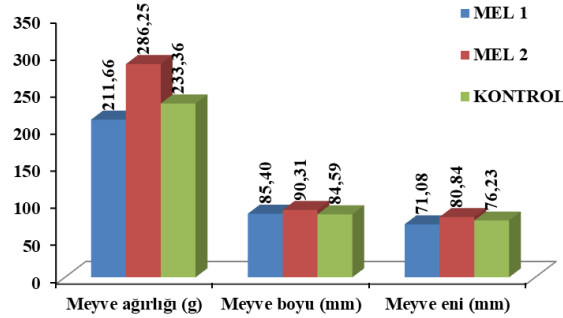
Çalışmada meyve ağırlığı (g) 0.01 g hassasiyetli terazi (Scaltec) kullanılarak belirlenmiştir. Meyve eni (mm) ve boyu (mm) ölçümlerinde 0.01 mm'ye duyarlı dijital kumpas (Mitutoyo) kullanılmıştır. Meyve eti sertliği; tekstür cihazıyla (Lloyd LF Plus, Ametek, UK), 1 KN'luk load cell ile 100 mm dk^{-1} değişmez hızda, 8 mm çapındaki silindirik uç meyveye batırılarak (1 cm^2 'lik alandaki meyve kabuğu uzaklaştırıldıktan sonra) belirlenmiştir. Elde edilen maksimum kuvvet Newton (N) cinsinden meyve eti sertliği olarak değerlendirilmiştir. Meyve kabuk rengi, renk cihazı (CR-300 Minolta) kullanılarak CIE $L^*a^*b^*$ cinsinden ölçülmüş, bu verilerden kroma ($C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$) ve hue açısı ($h^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$) değerleri hesaplanmıştır. Solunum hızı ve etilen üretim miktarı ölçümleri için ayvalar 5 L hacmindeki gaz sızdırmaz kavanozlara yaklaşık 750 ± 100 g olacak şekilde tartılmış ve ağzı sıkıca kapatıldıktan sonra oda koşullarında ($20 \pm 1^\circ\text{C}$) 2 s bekletilmiştir. Bu süre sonunda kavanozlardan gaz kaçırmaz plastik şırınga ile 15-20 mL hava alınarak doğrudan gaz kromatografisine (Agilent, GC-6890N) enjekte edilmiş ve solunum hızı $\text{mLCO}_2\text{kg}^{-1}\text{s}^{-1}$, etilen üretim miktarı ise $\mu\text{LC}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1}\text{s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) meyvelerden elde edilen meyve suyundan dijital refraktometre (Atago Pocket PAL-1) ile yüzde olarak ölçülmüştür. Titre edilebilir asit (TEA) miktarı, 10 mL meyve suyuna 0.1 N'lik sodyum hidroksit (NaOH) pH değeri 8.1 oluncaya kadar damlatılarak belirlenmiştir. Sonuçlar malik asit cinsinden $\text{g } 100\text{mL}^{-1}$ olarak verilmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 1 ağaç olacak şekilde kurulmuştur. Bütün analizlerde her tekerrürde 25 adet meyve kullanılmıştır. Elde edilen bulgular JMP paket programında faktöriyel düzende varyans analizi tekniği ile analiz edilmiş ve

uygulamalar arasındaki farklılıkları belirlemek için LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Derim öncesi MEL uygulamalarının ayvaların meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve eni üzerine etkileri Şekil 1’de sunulmuştur. Derimde en yüksek ortalama meyve ağırlığı (286.25 g) MEL2 uygulamasında ölçülürken, bu uygulamayı sırasıyla kontrol (233.36 g) ve MEL1 (211.66 g) takip etmiştir. MEL uygulamasının yüksek dozu meyve ağırlığında artış sağlamış ve bu artış istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) olmuştur. İstatistiksel olarak önemli olmasa da, MEL uygulamaları kontrole göre meyve boylarında kısmen artış sağlamıştır (Çizelge 1). MEL 2 uygulamasında ortalama meyve boyu 90.31 mm, MEL 1’de 85.40 mm ve kontrol grubunda ise 84.59 mm olarak ölçülmüştür. Meyve eni değerleri incelendiğinde, meyve ağırlığı ve

meyve boyu bulgularına paralel sonuçlar elde edilmiş ve en yüksek ortalama meyve eni (80.84 mm) MEL 2 uygulamasında saptanmıştır. Kontrol grubunda meyve eni 76.23 mm olarak belirlenirken, MEL 1 uygulamasında 71.08 mm olmuştur. Meyve eni bakımından uygulamalar arasındaki bu farklılıklar önemli ($p<0.05$) olmuştur (Çizelge 1). Meyve ağırlığı, boyu ve eni birlikte değerlendirildiğinde en iyi sonuçlar MEL 2 uygulamasından elde edilmiştir. MEL 1 uygulaması ile kontrol uygulaması arasında ciddi bir fark ortaya çıkmamıştır. Hatta kontrol grubu meyvelerinin ortalama meyve eni MEL 1’e göre daha yüksek bulunmuştur. Derim öncesi farklı zamanlarda uygulanan MEL’in meyvelerin iriliği üzerine olumlu etki edebildiği armut (Zhao ve ark., 2023), nar (Medina-Santamarina ve ark., 2021), kayısı (Abd El-Naby ve ark., 2019) ve böğürtlen (Çolak, 2018) yürütülen çalışmalarda da rapor edilmiştir.



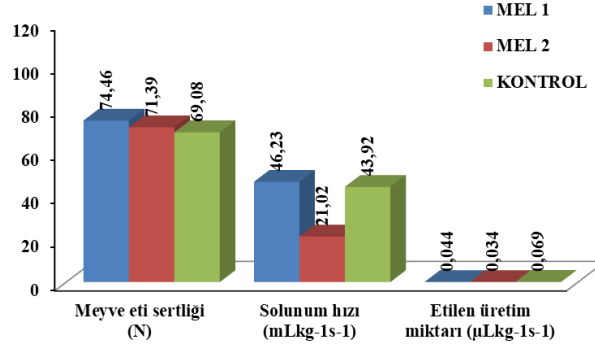
Şekil 1. Derim öncesi melatonin uygulamalarının ayvaların meyve ağırlığı, meyve boyu ve meyve eni üzerine etkileri

Ayvaların meyve eti sertliği üzerine derim öncesi MEL uygulamalarının etkisi Şekil 2’de gösterilmiştir. Derim sırasında en yüksek meyve eti sertliği (74.46 N) MEL1 uygulamasında saptanırken, bunu MEL 2 (71.39 N) ve kontrol (69.08 N) uygulamaları takip etmiştir. Meyve eti sertliği bakımından MEL dozları arasındaki farklılık dikkat çekmektedir. Bu durumun meyve iriliği ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Keza iri meyvelerin kısmen daha yumuşak olduğu bilinmektedir. Nitekim MEL 2 uygulamasındaki meyveler MEL 1’e göre hem ağırlık hem de boyut olarak daha yüksek değerlere sahiptir. Benzer şekilde Carrion-Antoli ve ark. (2022) kirazlarda derim öncesi MEL uygulamasının meyve sertliğini arttırdığını, bunu da olgunlaşmayı geciktirerek yapabileceğini rapor etmişlerdir.

MEL uygulamalarının ayvaların solunum hızı ve etilen üretim miktarı üzerine etkileri Şekil 2’de sunulmuştur. Derim anında hem en düşük etilen miktarı ($0.034 \mu\text{Lkg}^{-1}\text{s}^{-1}$) hem de solunum hızı ($21.02 \text{ mLkg}^{-1}\text{s}^{-1}$) MEL 2 uygulamasında saptanmıştır. Etilen miktarı MEL 1 uygulamasında $0.044 \mu\text{Lkg}^{-1}\text{s}^{-1}$, kontrol uygulamasında ise $0.069 \mu\text{Lkg}^{-1}\text{s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. MEL uygulamalarının her iki dozu da ayvaların etilen üretimini baskılamakta kısmen etkili olmuş ancak bu etki istatistik olarak önemli ($p<0.05$) olmamıştır (Çizelge 1). Solunum hızı verileri incelendiğinde, en yüksek değer ($46.23 \text{ mLkg}^{-1}\text{s}^{-1}$) MEL 1 uygulamasında saptanırken, bunu kontrol ($43.92 \text{ mLkg}^{-1}\text{s}^{-1}$) ve MEL 2 ($21.02 \text{ mLkg}^{-1}\text{s}^{-1}$) uygulamaları takip etmiştir. Solunum hızının baskılanması bakımından en etkili uygulamanın yüksek doz olarak uygulanan MEL 2 olduğu belirlenmiştir.

Melatonin uygulamasının etilen üretim miktarını azalttığı ve solunum hızını baskıladığına dair bulgular farklı araştırmacıların çalışmalarında da

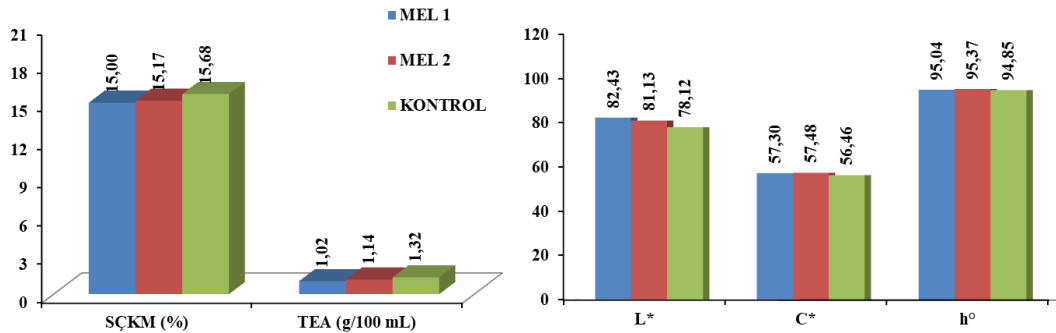
bildirilmiştir (Zhai ve ark., 2018; García ve ark., 2020; Fekry ve ark., 2021).



Şekil 2. Derim öncesi melatonin uygulamalarının ayvaların meyve eti sertliği, solunum hızı ve etilen üretim miktarı üzerine etkileri

Ayvaların SÇKM ve TEA değerleri Şekil 3'te verilmiştir. SÇKM değerleri MEL uygulanan ve uygulanmayan kontrol grubu arasında farklılık göstermiştir. Derim sırasında en düşük SÇKM değerleri (MEL 1 %15.00, MEL 2 %15.17) MEL uygulanan ayvalarda ölçülürken, bu değer kontrol uygulamasında daha yüksek (%15.68) olmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 1). Derim anında en yüksek TEA değeri 1.32 g 100mL⁻¹ ile kontrol uygulamasında ölçülürken, bunu MEL 2 (1.14 g 100mL⁻¹) ve MEL 1 (1.02 g 100mL⁻¹) uygulamaları takip etmiştir. Bu farklılıklar istatistik olarak önemli ($p<0.05$) olmuştur (Çizelge 1). Görüldüğü gibi derim öncesi MEL

uygulamalarında SÇKM değeri kontrol grubuna göre daha düşük çıkmıştır. Bu durumu MEL uygulamalarının ayvaların olgunlaşmasını nispeten geciktirmesiyle açıklayabiliriz. Nitekim ürünlerin metabolizma hızının en büyük göstergesi olan solunum hızının da MEL uygulamalarında daha düşük çıkması (Şekil 2) bu durumu desteklemektedir. Melatonin uygulamasının ürünlerin metabolizma hızını düşürerek solunum hızı ve etilen üretim miktarı üzerine etkili olabildiği farklı çalışmalarda da rapor edilmiştir (Gao ve ark., 2016; Onik ve ark., 2021; Verde ve ark., 2023).



Şekil 3. Derim öncesi melatonin uygulamalarının ayvaların SÇKM, TEA ve meyve kabuk rengi (L*, C* ve h°) değerleri üzerine etkileri

Ayvaların meyve kabuk rengi L*, C* ve h° değeri üzerine derim öncesi MEL uygulamaları etkili olmuştur. Uygulama yapılmayan kontrol grubuyla (78.12) kıyaslandığında, MEL uygulanan meyvelerin parlaklığı (L* değerleri) kısmen daha yüksek (MEL 1 - 82.43, MEL 2 - 81.13) bulunmuştur. Ayrıca MEL uygulanan meyvelerin C* ve h° değerleri de kontrol

uygulamasına göre biraz daha yüksek ölçülmüştür. Derim anında kontrol grubunun h° değeri 94.85, MEL 2'nin 95.37 ve MEL 1'in ise 95.04 olarak ölçülmüştür. Kroma değerleri ise 57.48 (MEL 2), 57.30 (MEL 1) ve 56.46 (kontrol) olarak ölçülmüştür (Şekil 3). Ancak meyve kabuk rengindeki uygulamalar arasındaki bu farklılıklar istatistik olarak önemli ($p<0.05$)

olmamıştır (Çizelge 1). Carrion-Antoli ve ark. (2022) derim öncesi MEL uygulamasının kirazlarda renklenmeyi geciktirdiğini ve Liu ve

ark. (2018) ise MEL uygulamasının çileklerde yaşlanmayı geciktirerek renk kalitesini koruduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 1. Uygulamaların incelenen pomolojik ve kalite kriterleri üzerine etkileri

	Meyve Ağırlığı	Meyve Eni	Meyve Boy	L*	C*	h°
P values	**	*	öd	öd	öd	öd
	MES	EÜM	SH	SÇKM	TEA	
P values	*	öd	*	*	**	

MES: Meyve eti sertliği, EÜM: Etilen üretim miktarı, SH: Solunum hızı, SÇKM: Suda çözünür kuru madde miktarı, TEA: Titre edilebilir asitlik, C*: Kroma, h°: Hue değeri, öd: Önemli değil, **: 0.01, *: 0.05

Sonuç

Eşme ayva çeşidinde derim anındaki meyve kalitesi üzerine MEL uygulamalarının etkilerinin incelendiği bu çalışmada, derim öncesi farklı dozlarda uygulanan MEL'in meyve kalitesini olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Farklı dozlarda (100 ve 200 µmol L⁻¹) MEL uygulamalarıyla (dozlara göre değişmekle beraber) derim anındaki meyve eti sertliğinin artırıldığı, solunum hızı ve etilen üretim miktarının ise baskılandığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada incelenen pomolojik kriterler dikkate alındığında, derim anındaki kalitenin iyileştirilmesi bakımından MEL uygulamalarının olumlu etkilerinin olduğu saptanmıştır.

Kaynaklar

- Abd El-Naby, S.K.M., Mohamed, A.A.A., El-Naggar, Y.I.M., 2019. Effect of Melatonin, GA₃ and NAA on Vegetative Growth, Yield and Quality of 'Canino' Apricot Fruits. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*. 18(3):167-174.
- Algül, B.E., Acar, S., Bozkaya, B., Aslan, D., Turan, İ., 2024. Farklı Hasat Dönemlerinin ve Askorbik Asit Uygulamalarının 'Eşme' Ayva Çeşidinde Raf Ömrü Üzerine Etkileri. *Meyve Bilimi*. 11(1):9-17.
- Alım, E., Uzun, H.İ., 2017. Siyah Mersin Bitkisinde (*Myrtus communis* L.) Gibberellik Asit (GA₃) Uygulamalarının Meyve Kalitesi ve Çekirdeksizlik Üzerine Etkileri. *Derim*. 34(2):113-121.
- Bal, E., 2021. Effect of Melatonin Treatments on Biochemical Quality and Postharvest Life of Nectarines. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 15:288-295.

- Balkıç, R., Gübbük, H., Altınkaya, L., 2019. Gibberellik Asit (GA₃) Uygulamasının Washington Navel Portakalında Derim Öncesi Meyve Dökümü ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Bahçe*. 48(2):73-78.
- Carrión-Antolí, A., Lorente-Mento, J.M., Valverde, J.M., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M., 2022. Effects of Melatonin Treatment on Sweet Cherry Tree Yield and Fruit Quality. *Agronomy*. 12(1):3.
- Çalhan, Ö., 2018. Eşme Ayva *Cydonia oblonga* Mill. Çeşidinin Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi, Doktora Tezi, 264 s, Isparta. (Yayımlanmamış).
- Çolak, A.M., 2018. Effect of Melatonin and Gibberellic Acid Foliar Application on the Yield and Quality of Jumbo Blackberry Species. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 25(6):1242-1246.
- Erbaş, D., 2023. Derim Öncesi Salisilik Asit ve Kalsiyum Klorür Uygulamalarının 'JH Hale' Şeftali Çeşidinin Derim Zamanında Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*. 5(1):36-41.
- Erbaş, D., Koyuncu, M.A., Özüsoy, F., Onursal, C.E. 2018. Derim Öncesi Putresin Uygulamasının 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinin Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*. 7(2):151-156.
- FAO, 2024. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim Tarihi: 29.12.2024.
- Fekry, W.M., Rashad, Y.M., Alaraidh, I.A., Mehany, T., 2021. Exogenous Application of Melatonin and Methyl Jasmonate as a Pre-harvest Treatment Enhances Growth of Barhi Date Palm Trees, Prolongs Storability, and Maintains Quality of Their

- Fruits Under Storage Conditions. *Plants*. 11(1):96.
- Gao, H., Zhang, Z.K., Chai, H.K., Cheng, N., Yang, Y., Wang, D.N., Yang, T., Cao, W., 2016. Melatonin Treatment Delays Postharvest Senescence and Regulates Reactive Oxygen Species Metabolism in Peach Fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 118:103-110.
- García, A., Aguado, E., Cebrián, G., Iglesias, J., Romero, J., Martínez, C., Garrido, D., Rebolloso, M., Valenzuela, J.L., Jamilena, M., 2020. Effect of Ethylene-Insensitive Mutation *Etr2b* on Postharvest Chilling Injury in Zucchini Fruit. *Agriculture*. 10(11):532.
- Gökçe, Ö.İ., 2019. Eşme Ayva Çeşidinin Sakarya Ekolojik Koşullarındaki Fenolojik, Pomolojik ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi. Akdeniz Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 44 s, Antalya. (Yayımlanmamış)
- Kasım, R., Kasım, M.U., 2021. Hasat Sonrası Yaşlanmanın Geciktirilmesi ve Antioksidan Kapasitenin Arttırılmasında Etkili Yeni Uygulama: Melatonin. 3rd International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress, 9 - 10 October 2021, Adana, Türkiye, 981-995.
- Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W., Zheng, L., 2018. Effects of Melatonin Treatment on the Postharvest Quality of Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 139:47-55.
- Liu, J., Islam, M.T., Sherif, S.M., 2022. Effects of Aminoethoxyvinylglycine (AVG) and 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on the Pre-harvest Drop Rate, Fruit Quality, and Stem-end Splitting in 'Gala' Apples. *Horticulturae*. 8(12):1100.
- Liu, J., Zhang, R., Sun, Y., Liu, Z., Jin, W., Sun, Y., 2016. The Beneficial Effects of Exogenous Melatonin on Tomato Fruit Properties. *Scientia Horticulturae*. 207:14-20.
- Medina-Santamarina, J., Serrano, M., Lorente-Mento, J.M., García-Pastor, M.E., Zapata, P.J., Valero, D., Guillén, F., 2021. Melatonin Treatment of Pomegranate Trees Increases Crop Yield and Quality Parameters at Harvest and During Storage. *Agronomy*. 11(5):861.
- Michailidis, M., Tanou, G., Sarrou, E., Karagiannis, E., Ganopoulos, I., Martens, S., Molassiotis, A. 2021. Pre and Post-harvest Melatonin Application Boosted Phenolic Compounds Accumulation and Altered Respiratory Characters in Sweet Cherry Fruit. *Frontiers in Nutrition*. 8:306.
- Onik, J.C., Wai, S.C., Li, A., Lin, Q., Sun, Q., Wang, Z., Duan, Y., 2021. Melatonin Treatment Reduces Ethylene Production and Maintains Fruit Quality in Apple during Postharvest Storage. *Food Chemistry*. 337:127753.
- Onursal, C.E., Çalhan, Ö., Eren, İ., Çetinbaş, M., Butar, S., Demirtaş, İ., 2013. Derim Öncesi Aminoetoksivinilglisin (AVG) Uygulamalarının 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinin Soğukta Muhafazası ve Raf Ömrü Kalitesi Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*. (1):91-96.
- Rastegar, S., Khankahdani, H.H., Rahimzadeh, M., 2020. Effects of Melatonin Treatment on the Biochemical Changes and Antioxidant Enzyme Activity of Mango Fruit during Storage. *Scientia Horticulturae*, 259:108835.
- Singh, V., Jawandha, S.K., Gill, P.P.S., Singh, D., 2022. Preharvest Putrescine Application Extends the Shelf Life and Maintains the Pear Fruit Quality. *International Journal of Fruit Science*. 22(1):514-524.
- Sun, H.L., Wang, X.Y., Shang, Y., Wang, X.Q., Du, G.D., Lü, D.G., 2021. Preharvest Application of Melatonin Induces Anthocyanin Accumulation and Related Gene Upregulation in Red Pear (*Pyrus ussuriensis*). *Journal of Integrative Agriculture*. 20(8): 2126-2137.
- Tijero, V., Munoz, P., Munne-Bosch, S., 2019. Melatonin as an Inhibitor of Sweet Cherries Ripening in Orchard Trees. *Plant Physiology and Biochemistry*. 140:88-95.
- Verde, A., Míguez, J.M., Gallardo, M., 2023. Melatonin Stimulates Postharvest Ripening of Apples by Up-regulating Gene Expression of Ethylene Synthesis Enzymes. *Postharvest Biology and Technology*. 195:112133.
- Wang, F., Zhang, X., Yang, Q., Zhao, Q., 2019. Exogenous Melatonin Delays Postharvest Fruit Senescence and Maintains the

- Quality of Sweet Cherries. Food Chemistry. 301:125311.
- Xu, T., Chen, Y., Kang, H., 2019. Melatonin is a Potential Target for Improving Post-harvest Preservation of Fruit and Vegetables. Frontiers in Plant Science. 10:1388
- Zhai, R., Liu, J., Liu, F., Zhao, Y., Liu, L., Fang, C., Wang, H., Li, X., Wang, Z., Ma, F., Xu, L., 2018. Melatonin Limited Ethylene Production, Softening and Reduced Physiology Disorder in Pear (*Pyrus communis* L.) Fruit during Senescence. Postharvest Biology and Technology. 139:38-46.
- Zhao, L., Yan, S., Wang, Y., Xu, G., Zhao, D., 2023. Evaluation of the Effect of Preharvest Melatonin Spraying on Fruit Quality of ‘Yuluxiang’ Pear Based on Principal Component Analysis. Foods. 12(18):3507.

Bazı Trabzon Hurması Çeşitlerinde Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropene ve Karbondioksit Uygulamalarının Meyve Kalitesine ve Burukluğun Giderilmesine Etkileri

Mustafa SAKALDAŞ¹ 

M. Ali GÜNDOĞDU² 

Fatih YALAV³ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki MYO Gıda İşleme Bölümü, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

³Decco Türkiye Ltd. Şti, İzmir, Türkiye

Öz

Bu çalışmada “Hachiya” ve “Rojo Brillante” Trabzon hurması çeşitlerinde hasat sonrası 1-Methylcyclopropene (1-MCP) ve karbondioksit uygulamaları uygulamalarının meyve kalitesi ve meyve tadı kapsamındaki burukluğun giderilmesi amaçlanmıştır. Bu şekilde antioksidanlar yönünden oldukça zengin olan Trabzon hurmasının pazarlanabilirliğinin artırılması ve daha fazla kesime hitap etmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda; Çanakkale bölgesinde yetiştirilen “Hachiya” ve “Rojo Brillante” Trabzon hurması çeşitlerinde, hasat sonrası 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması yapılarak 0-1 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nem koşullarında 30, 60 ve 90 gün süreyle soğuk depolama gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında; her depolama dönemi sonrasında, 3 günlük raf ömrü süresi öncesinde meyvelerde burukluğun giderilmesi amacıyla %70, 80 ve 90 oranında karbondioksit uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Depolama süresinin uzaması kalite kayıplarına neden olmuştur. Bunun yanında; 1-MCP uygulaması her iki çeşit için depolama boyunca meyve kalitesinin korunmasını sağlamıştır. Kontrol ve 1-MCP uygulanmış meyve gruplarında tüm karbondioksit uygulamaları burukluğun ortadan kaldırılmasında başarılı sonuçlar vermiştir. Ancak kontrol meyve grubunda yumuşamalar meydana gelmiş ve kalite kayıpları artmıştır. Diğer taraftan özellikle kontrol grubu meyvelerde %90 oranında karbondioksit uygulamasında yüksek karbondioksit zararı görülmüştür. Uygulamadaki kolaylığı ve maliyeti nedeniyle karbondioksit uygulaması için tercih edilebilir oran Hachiya çeşidi için %70; Rojo Brillante çeşidi için ise %90 olmuştur.

Anahtar Sözcükler: 1-Methylcyclopropene, burukluk, kalite, karbondioksit, Trabzon hurması.

The Effects of Postharvest 1-Methylcyclopropene and Carbondioxide Applications on Quality and Removing the Astringency of Some Persimmon Cultivars

Abstract

The objective of this research was to ascertain the impact of applying 1-Methylcyclopropene (1-MCP) and carbon dioxide after harvest on the maintenance of fruit quality attributes and the removal of astringency in the persimmon varieties ‘Hachiya’ and ‘Rojo Brillante’, as well as the prolongation of the storage duration. This was done with the intention of making persimmon, which is high in antioxidants, more marketable and appealing to a larger consumer base by extending its storage life. In this case, 1-MCP treatments at 625 ppb doses were applied to “Hachiya” and “Rojo Brillante” persimmon fruits that were grown in the Canakkale region. The fruits were then stored for 30, 60, and 90 days, respectively. Furthermore, to eliminate the astringency of the fruits, 70, 80, and 90% carbon dioxide treatments were done following each storage period prior to the fruits being exposed to the 3-day shelf life period. Prolonged storage time led to quality losses, according to the obtained results. The fruit quality has also been preserved in storage thanks to the 1-MCP application. The astringency was successfully eliminated by all carbon dioxide applications in the fruit groups treated with 1-MCP and control. Nonetheless, the control group experienced softening and a rise in quality losses. However, 90% carbon dioxide application increased the external browning, especially in the control group. The ideal ratio for applying carbon dioxide was 70% for “Hachiya” and 90% for “Rojo Brillante” due to its affordability and ease of use.

Keywords: 1-Methylcyclopropene, astringency, quality, carbon dioxide, persimmon.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: M. Sakaldas; msakaldas@comu.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Mustafa SAKALDAŞ  <https://orcid.org/0000-0002-4105-6399>

Mehmet Ali GÜNDOĞDU  <https://orcid.org/0000-0002-5802-5505>

Fatih YALAV  <https://orcid.org/0000-0002-0276-5854>

Giriş

Trabzon hurması Türkiye’ye Trabzon üzerinden girdiği için bu şekilde isimlendirilmiştir. Bazı yörelerde “Cennet Hurması” olarak da

isimlendirilir. Üretiminin kısıtlı olmasına rağmen iç ve dış pazar şansı yüksektir. Türkiye, Trabzon hurması üretiminde dünyada ilk 10 ülkeden biri durumundadır. Trabzon hurmasının başlıca

yetiştirilme bölgesi Akdeniz'dir. Trabzon hurması kışın yapraklarını döktüğü için serin bölgelerde de (Karadeniz, Ege ve Marmara) yetiştiriciliği yapılmaktadır (Anonim, 2021). Üretim maliyetindeki düşüklük, türe olan talebin artışı ve ülkemiz iklim koşullarına olan uyumu nedeniyle Trabzon hurması son yıllarda ülkemizde en önemli alternatif meyve türü haline gelmiştir. Bu kapsamda; kalitenin korunarak muhafaza süresinin uzatılması, bunun yanında; olgunlaştırma sonrası raf ömründe kayıpların minimize edilmesi ülkemizdeki üretimi arttıracak, ihracat potansiyelimize katkıda bulunacaktır.

Trabzon hurması meyvesi, hasattaki burukluklarına ve tozlaşma etkisine, yani etteki tohumların varlığına veya olmamasına bağlı olarak 4 gruba ayrılmaktadır. Meyve eti kararlı buruk olmayanlar, meyve etleri çekirdekli veya çekirdeksiz olup buruk değildirler. Meyve eti kararsız buruk olmayanlar, meyvede çekirdek varsa buruk değildirler. Meyve eti kararlı buruk olanlar, her zaman buruktur. Meyve eti kararsız buruk olanlar, tozlaşma olsa bile buruk olan gruptur. Tozlanmadan sonra tohum oluşumuna bağlı olarak meyve et renginde koyulaşma görülür. Buruk olan çeşitlerden bazıları; 'Hachiya', 'Rojo Brillante', 'Morali', 'Yotsumizo', 'Yokono', 'Saijo'dur. Buruk olmayan çeşitler ise; 'Fuyu', 'Hana Fuyu', 'Jiro', 'Triumph' ve 'Kaki Tipo' dur (Bellini ve Giannelli, 1982; Ito, 1986).

Trabzon hurmasında genel olarak optimum depolama koşulları 0°C $\pm$ 1°C ve %90-%95 oransal nem olarak bulunmuştur (Crisosto ve ark., 2009). Trabzon hurması klimakterik bir meyvedir (Wills ve ark., 1998); hasat olum dönemin hemen ardından hasat edilen meyvelerin depolanmasında en yüksek kaliteyi yakalama imkanı yüksektir. Klimakterik döneme geçildiğinde ise yumuşama başlar ve ilerleyen dönemlerde, pazarlamayı azaltan jelleşme sorunu yüksek oranda görülür (Yamada, 1994).

Kimyasal olarak 1-MCP (1-Methylcyclopropene) etilen reseptörlerini kendi tutmaktadır. Bu şekilde de etilen tutumunun önüne geçilir ve aktivasyon işlemi engellenir. 1-MCP maddesinin etkili uygulama konsantrasyonu; meyveye, süreye, sıcaklık değerine ve uygulama şekline göre farklı sonuçlar verir (Watkins, 2002). 1-MCP'nin bazı

elma ve armut çeşitlerinde hasat sonrasında kalite özelliklerine (iç kararması, meyve yumuşaması, zemin rengi değişimi ve depo yanıklığı) olan etkilerinin varlığı yapılan çalışmalarla saptanmıştır (Argenta ve ark., 2003; Kubo ve ark., 2003; Hiwasa ve ark., 2003).

Burukluğun giderilmesi kapsamında; 'Triumph' çeşidinde 40 °C'de 5 saat sıcak suya daldırma veya 60 °C'de 1 saat sıcak suya daldırma yapılarak burukluk alınmıştır (Ben Arie ve Sonogo, 1998). Etanol ve CO₂ uygulaması ile 'Hiratanenashi' çeşidinin burukluğunun alınması üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada 'Hiratanenashi' buruk çeşidi toplanmamışken içlerinde 5 ml %5'lik etanol-su çözeltisi olan polietilen torbalara koyulmuş ve bu şekilde ağaç üzerinde birkaç gün tutularak burukluğu alınmıştır (Oshida ve ark., 1996). Zavrıtanik ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada, 'Hachiya' ve 'Fuyu' çeşitlerini %99.9 CO₂ ve N₂ ile 24 saat ve 20 °C'de işlemiden geçirdikten sonra 1 °C'de depolanan meyvelerde uygulanan CO₂'nin toplam polifenol konsantrasyonunu çok hızlı bir şekilde azalttığını ve meyvelerin bir gün sonra yenilebilir hale geldiğini; N₂ uygulamasının ise polifenol içeriğini daha yavaş azalttığını ve meyvelerin 5-7 gün sonra yeme olumuna ulaştığını; hiçbir uygulama yapılmayan kontrol grubu meyvelerin ise ancak 10 günlük depolamadan sonra yenilebilir hale geldiğini saptamışlardır. Testoni ve di Tonno (1988), 'Kaki Tipo' çeşidinde yaptıkları çalışmada meyvelere 10 °C'de, 5 gün boyunca % 60, 3 gün boyunca da %90 CO₂ uygulamışlar ve 10 ve 20 °C'de depolamışlardır. 10 °C'de depolanan meyvelerin 20 °C'deki meyvelere göre daha az kahverengileşme gösterdiğini ancak N₂ uygulanmış meyvelerde bir fizyolojik bozulma olmadığı saptamışlardır.

Bu çalışmayla Trabzon hurmasının karbondioksit uygulaması ile burukluğunun giderilmesi amaçlanmıştır. 1-MCP (Methylcyclopropene) uygulayarak da muhafaza süresince meyve kalitesindeki değişimlerin saptanması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada bitki materyali olarak Çanakkale-Lapseki bölgesinde bulunan özel üretici bahçesinde mevcut *Diospyros lotus* anacı

üzerine aşıllı 5 m x 5 m dikim aralığında 10 yaşlı ‘Hachiya’ ve ‘Rojo Brillante’ çeşidi Trabzon hurması ağaçlarından hasat edilen meyveler kullanılmıştır. ‘Hachiya’ çeşidi yetiştiricilikte popüler olan bir çeşittir. Tozlanma ile meyve etinde herhangi bir değişiklik olmaz. Kurutmalık çeşit olarak da kullanılır. Meyveleri oldukça iridir. Şekil olarak dikdörtgen-konik ve uç kısımları yuvarlaktır. Kabuk rengi turuncudur. Yüksek kaliteye sahip olan ‘Hachiya’ çeşidinin tat ve aroma değeri yüksektir. Meyvelerinde tekdüzelik sorunu vardır. Orta mevsim-geççi bir çeşittir. ‘Rojo Brillante’ çeşidinin orijini ise İspanya’dır. Meyvesi iri ve serttir. Meyve kabuğu kırmızı-turuncu bir renk alır. Meyve eti olgunlaştığında yumuşak jölemsi bir görünüme sahiptir, olgunlaşsa da buruk bir tadı olacağı için ya bekletilerek ya da suni yollarla burukluğu giderilerek tüketime hazır olur. Orta mevsim-geççi bir çeşittir. Hasat zamanı için meyve eti sertliği, zemin rengi ve suda çözünür kuru madde oranı dikkate alınarak her iki çeşide ait optimum değerler dikkate alınarak (Besada ve ark., 2009; Özdemir ve ark., 2021) gerçekleştirilmiştir. Hasat tarihleri; ‘Hachiya’ çeşidi için 26.10.2023; ‘Rojo Brillante’ çeşidi için ise 30.10.2023 olmuştur.

Metot

Hasattan sonra Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarına getirilmiş ve yaralı, bereli, özgün özellikleri taşımayan meyveler elimine edilmişlerdir. Sonrasında meyvelerde 8 °C sıcaklıkta 625 ppb dozunda 24 saat süreyle 1-MCP (Smart Fresh™) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Smart Fresh uygulamaları, 1-MCP içeren uygulama tableti, aktivatör tablet ve aktivatör solüsyon içeren propack uygulama kiti şeklinde Trabzon hurması meyvelerine uygulanmıştır. Uygulama yapıldıktan sonra ürünün bu sıcaklık değerinde tutulması; buruk çeşitlerde oluşabilecek genel bir üşüme zararının önüne geçmek için alınmış bir önlemdir (Arnal ve Del Río, 2003).

Uygulamalar sonrası tüm meyveler 0-1°C sıcaklık ve %85-90 oransal nem koşullarında 30, 60 ve 90 gün süreyle depolanmışlardır. Her depolama süresi sonunda tüm meyvelere sırasıyla; gaz sızdırmaz kabinde 24 saat süreyle 20-22°C sıcaklıkta; sırasıyla %70, %80 ve %90 oranında karbondioksit uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Uygulama esnasında gaz

sızdırmaz kap içerisine karbondioksit tüpü yardımıyla CO₂ verilmiş ve sızdırmaz kabinin üzerinden batırılan gaz kontrol cihazı (PBI Dansensor) ile de içerideki gaz oranı sürekli olarak kontrol edilmiştir. Fazla gelen gaz ise valf yardımıyla dışarı atılmıştır. Uygulamalardan sonra yine tüm meyveler 20-22°C sıcaklıkta 2 gün süreyle raf ömrüne tabi tutulmuşlardır. Hasattan sonra ve her depolama süresiyle birlikte raf ömrü sonrasında farklı uygulamalara ve olgunlaştırma uygulamalarına tabi tutulan meyvelerde bazı kalite özellikleri incelenmiştir. Söz konusu özellikler;

Meyve Eti Sertliği: Her depolama döneminde tüm uygulamalar için tekerrür bazında, kontrol, CO₂ ve 1-MCP uygulanmış meyvelerde meyve eti sertliği Effegi tipi el penetrometresiyle 8 mm uç kullanılarak meyvenin ekvator düzeyinde kabuk çıkarılan bölgede yapılmış ve sertlik değeri kg cinsinden değerlendirilmiştir. **Meyve**

Kabuk Rengi: Her depolama döneminde tüm uygulamalar için tekerrür bazında meyve kabuk rengindeki değişimler Minolta CR 400 kalorimetre renk ölçüm cihazı kullanılarak L*, a* ve b* değerlerinin ölçümü üzerinden gerçekleştirilmiş ve Hue açısı değeri (h°) olarak ifade edilmiştir. **Suda Çözünür Kuru Madde**

Oranı (SÇKM): Meyvelerin SÇKM oranları Atago PAL 1 model dijital el refraktometresi kullanılarak her depolama ve raf ömrü süresinden sonra % değer olarak doğrudan okuma yapılarak saptanmıştır. **Titre Edilebilir Asitlik (TETA):**

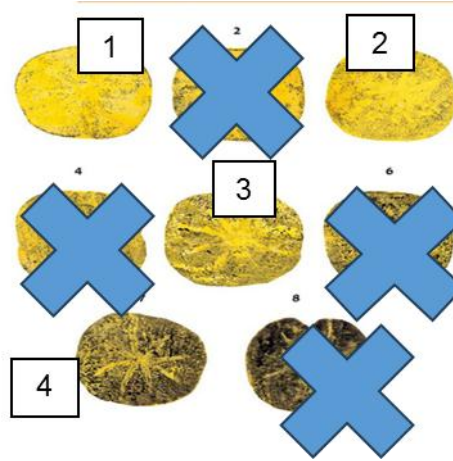
Meyvelerden elde edilen meyve suyu örneklerinde TETA değeriyle meyve suyunun bir bazla nötralizasyonu esasına göre ‘Inolab pH 720’ pH metre yardımıyla saptanmış ve Trabzon hurmasında etkin organik asit formu olan, malik asit (g/100 ml) cinsinden değerlendirilmiştir. **Tanen Skala Değeri:**

Trabzon hurması meyvelerinin tanen içerikleri görsel olarak aşağıda verilen (Şekil 1) skala yardımıyla 1-4 değerleri arasında oluşturulmuştur. Bu kapsamda ekvator düzeyinden kesilmiş meyveler önceden hazırlanmış %5 FeCl₃ çözeltisine batırılmış ve 10 saniye süreyle beklenerek meyve yüzeyinde boyanan kısma göre puanlama, (Taira, 1995) çalışmasından modifiye edilerek yapılmıştır. **Çözülebilir Tanen İçeriği:**

Trabzon hurması meyvelerinin çözülebilir tanen içerikleri (ppm) Folin-Dennis metoduyla spektrofotometrik olarak saptanmıştır (Kuzucu, 2003).

Çalışma, tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her tekerrürde 20 adet meyve kullanılmıştır. Çalışmada faktörler; uygulama (1-MCP ve karbondioksit) ve depolama süresi olarak ele

alınmıştır. Elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak “Minitab 16” istatistik paket program yardımıyla çoklu karşılaştırma testinde $p=0,05$ önemlilik düzeyinde değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Trabzon hurması tanen skalası (FeCl₃ Testiyle)

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Meyve Eti Sertliği

Trabzon hurması için 90 gün muhafazadan sonra, raf ömrü kapsamında önemli bir değer olan meyve eti sertliğinde; kontrol grubu meyvelerde önemli düzeyde sertlik kaybı yaşanmış, meyve kalitesinde düşüşler meydana gelmiştir. Meyve

eti sertliği kapsamında en iyi sonuçları 1-MCP uygulanmış meyve grubu vermiş ve kalitenin korunması açısından önemli bir fark yaratmıştır (Çizelge 1). Bunun yanında; CO₂ uygulamalarının herhangi bir olumsuz etkisi görülmemiştir. Benzer sonuçlar “Rojo Brillante” çeşidinde de görülmüştür (Çizelge 1).

Çizelge 1. “Rojo Brillante” ve “Hachiya” Trabzon hurması çeşitlerinde 1-MCP ve CO₂ uygulamalarının 90 gün depolanan meyvelerde meyve eti sertliğindeki değişime etkisi (kg)

Uygulamalar	Rojo Brillante				Hachiya			
	Depolama Süresi (gün)				Depolama Süresi (gün)			
	Hasat	30	60	90	Hasat	30	60	90
Kontrol	5,88 a	4,36 c	3,43 defg	1,56 h	5.65 a	4.13 de	3.20 fg	1.33 j
Kontrol+ %70 CO₂	5,88 a	4,29 c	3,18 g	1,32 h	5.65 a	4.06 e	2.95 i	1.09 k
Kontrol+ %80 CO₂	5,88 a	4,37 c	3,24 fg	1,34 h	5.65 a	4.14 de	3.01 hi	1.11 k
Kontrol+ %90 CO₂	5,88 a	4,45 c	3,28 efg	1,38 h	5.65 a	4.22 d	3.05 hi	1.15 k
1-MCP	5,88 a	5,28 b	4,46 c	3,54 de	5.65 a	5.05 c	4.23 d	3.31 f
1-MCP+ %70 CO₂	5,88 a	5,44 b	4,38 c	3,34 defg	5.65 a	5.21 b	4.15 de	3.11 gh
1-MCP+ %80 CO₂	5,88 a	5,43 b	4,32 c	3,50 def	5.65 a	5.20 b	4.09 de	3.27 f
1-MCP+ %90 CO₂	5,88 a	5,38 b	4,35 c	3,58 d	5.65 a	5.14 bc	4.12 de	3.08 ghi

LSD (0,05) İnteraksiyon: 0,2818

LSD (0,05) İnteraksiyon: 0,1403

En yüksek değerler %90 CO₂ ile 1-MCP kombinasyonunda görülmüştür. Depolama süresi ile ilgili olarak; 1-MCP uygulaması meyvelerin yumuşamamasında önemli etkide bulunmuştur. Ancak kontrol meyve grubunda yumuşamalar meydana gelmiş ve kalite kayıpları artmıştır. Meyve eti sertliği kapsamında 1-MCP uygulamalarının depolama süresince olumlu

etkileri “Rojo Brillante” çeşidinde (Salvador ve ark., 2004) ve “Fuyu” çeşidinde de (Kaynaş ve ark., 2010) görülmüştür. Trabzon hurmasında 1-MCP uygulamasının yumuşamayı önleme üzerine etkisi bulgularımıza benzer olarak “Qiandaowuhe” çeşidinde (Luo, 2007), “Tonewase” ve “Saijo” çeşitlerinde de (Harima ve ark., 2003) saptanmıştır.

Meyve Kabuk Rengi

Trabzon hurması için kalitede önemli bir parametre olan meyve kabuk renginde; kontrol grubu meyvelerde koyulaşma artmıştır. Meyve zemin renginin korunmasında yine 1-MCP uygulanmış meyve grubu başarılı sonuçlar vermiştir (Çizelge 2). Benzer sonuçlar “Hachiya” çeşidinde de tespit edilmiştir.

Bununla birlikte belirgin farklılıklar özellikle 60 gün depolama sonrasında görülmüştür ve kabuk renginin korunmasında da 1-MCP uygulaması

büyük oranda yardımcı olmuştur. Kontrol ve 1-MCP uygulanmış meyve gruplarında %70, %80 ve %90 oranında karbondioksit uygulamaları burukluğun ortadan kaldırılmasında başarılı sonuçları vermiştir. Depolama süresinin uzamasıyla birlikte kabuk rengindeki değişimle ilgili daha önce de çalışmalar yapılmıştır (Koyuncu ve ark., 2005). Mitcham ve ark. (1997), yaptıkları çalışmada, Trabzon hurması meyvesinin olgunlaşması sırasında renginde sarılığın azalıp turuncu rengin arttığını ve daha donuk renkli olduğunu gözlemlemişlerdir.

Çizelge 2. “Rojo Brillante” ve “Hachiya” Trabzon hurması çeşitlerinde 1-MCP ve CO₂ uygulamalarının 90 gün depolanan meyvelerde meyve kabuk rengindeki değişime etkisi (h⁰).

Uygulamalar	Rojo Brillante				Hachiya			
	Depolama Süresi (gün)				Depolama Süresi (gün)			
	Hasat	30	60	90	Hasat	30	60	90
Kontrol	61,43 h	59,24 b-d	57,39 d-g	56,29 g	62.56 a	60.37 b-d	58.52fg	57.42 h-j
Kontrol+%70CO₂	61,43 h	59,42 bc	57,16 e-g	56,23 g	62.56 a	60.55 b-d	58.29gh	57.36 h-j
Kontrol+%80 CO₂	61,43 h	58,96 b-e	57,17 e-g	56,01 g	62.56 a	60.09 de	58.30 gh	57.14 ij
Kontrol+%90 CO₂	61,43 h	58,97 b-e	56,93 fg	55,92 g	62.56 a	60.10 de	58.06 g-i	57.05 ij
1-MCP	61,43 h	60,17 ab	59,12 b-d	58,26 c-f	62.56 a	61.30 b	60.25 c-e	59.39ef
1-MCP+%70 CO₂	61,43 h	60,05 a-c	59,03 b-e	58,24 c-f	62.56 a	61.18 bc	60.16 de	59.37ef
1-MCP+%80 CO₂	61,43 h	60,15 ab	59,02 b-e	58,61 b-f	62.56 a	61.28 b	60.15 de	59.74de
1-MCP+%90 CO₂	61,43 h	60,02 a-c	58,95 b-e	58,57 b-f	62.56 a	61.15 bc	60.08 de	59.70 de

LSD (0,05) İnteraksiyon: 1,8855

LSD (0,05) İnteraksiyon: 0,9513

Suda Çözünür Kuru Madde Oranı (SÇKM)

Meyvelerde olgunlaşmanın artmasına dair önemli bir gösterge olan bu parametre kapsamında; depolama süresi arttıkça kuru madde oranında yükselme gözlemlenmiş, en

fazla artış yine kontrol grubu meyvelerde olmuştur. 1-MCP uygulanmış meyve grubunda ise artış daha minimal düzeyde olmuştur (Çizelge 3). Benzer sonuçlar “Rojo Brillante” çeşidinde de görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 3. “Hachiya” ve “Rojo Brillante” Trabzon hurması çeşitlerinde 1-MCP ve CO₂ uygulamalarının 90 gün depolanan meyvelerde SÇKM oranına etkisi (%).

Uygulamalar	Hachiya				Rojo Brillante			
	Depolama Süresi (gün)				Depolama Süresi (gün)			
	Hasat	30	60	90	Hasat	30	60	90
Kontrol	19.59 k	21.35 ghi	23.70 bc	24.89 a	19,35 j	21,11 efg	23,46 b	24,65 a
Kontrol+%70 CO₂	19.59 k	21.71 fgh	23.28 c	22.09 ef	19,35 j	21,47 efg	23,04 bc	21,85 def
Kontrol+%80 CO₂	19.59 k	21.76 efg	23.55 bc	21.37 ghi	19,35 j	21,52defg	23,31 b	21,13 efg
Kontrol+%90 CO₂	19.59 k	21.41 ghi	23.78 b	21.38 ghi	19,35 j	21,17 efg	23,53 b	21,14 efg
1-MCP	19.59 k	20.43 j	21.42 ghi	22.62 d	19,35 j	20,19 hij	21,18 efg	22,38 cd
1-MCP+%70 CO₂	19.59 k	20.31 j	21.27 hi	22.16 e	19,35 j	20,07 ij	21,03 fgh	21,92 de
1-MCP+%80 CO₂	19.59 k	20.18 j	21.58 ghi	22.07 ef	19,35 j	19,94 j	21,34 efg	21,83 def
1-MCP+%90 CO₂	19.59 k	20.14 j	21.16 i	22.15 e	19,35 j	19,90 j	20,92 ghi	21,91 def

LSD (0,05) İnteraksiyon: 0,4447

LSD (0,05) İnteraksiyon: 0,8814

Karbondioksit uygulamalarının “Hachiya” çeşidinde %90 uygulama dozu dışında bu parametre üzerinde olumsuz herhangi bir etkisi görülmemiştir. 1-MCP uygulaması, SÇKM kontrol grubuna göre artışın önüne geçmiştir.

Kuru madde miktarının artışıyla ilgili bulunan sonuçlar, Kuzucu ve Kaynaş (2002) sonuçları ile uyumludur.

Titre Edilebilir Toplam Asitlik

Meyvelerde doğal olarak bulunan ve organik bir bileşik olan malik asit miktarının korunmasında yine 1-MCP uygulanmış meyve grubu başarılı sonuçlar verirken, kontrol grubu meyvelerde ise malik asit miktarında azalmalar daha fazla meydana gelmiştir (Çizelge 4). Diğer taraftan; “Rojo Brillante” çeşidinde benzer sonuçlar elde edilmiştir. Kontrol meyvelerine göre 1-MCP uygulanan meyvelerdeki farklılıklar özellikle 60 gün depolamadan itibaren daha belirgin şekilde görülmüştür (Çizelge 4). Depolamanın başlamasından itibaren titre edilebilir asit

miktarında gözlenen azalma, diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Kuzucu ve ark., 2002). Meyvelerin olgunlaşması ile asit miktarının azalması arasındaki doğru orantının farklı sebepleri olduğu bilinmektedir. Olgunlaşma ilerledikçe asitlerin solunumda kullanılma miktarları artmaktadır. Bunun yanında asitler, olgunlaşmanın olduğu dönemde pektin parçalanmasıyla ortaya çıkan katyonlarla nötrleşmekte, hücrelerde tuz halinde kristalleşmektedirler. Bazı durumlarda ise meyve bünyesinde bulunan organik asitler hasattan sonra şeker sentezinde de kullanılmaktadırlar (Kuzucu, 2003).

Çizelge 4. “Hachiya” ve “Rojo Brillante” Trabzon hurması çeşitlerinde 1-MCP ve CO₂ uygulamalarının 90 gün depolanan meyvelerde titre edilebilir asitlik miktarına olan etkisi (g/100ml).

Uygulamalar	Hachiya				Rojo Brillante			
	Depolama Süresi (gün)				Depolama Süresi (gün)			
	Hasat	30	60	90	Hasat	30	60	90
Kontrol	0.2263a	0.2117 b-e	0.1923 hi	0.1647 j	0,329 a	0,315 b	0,295 ef	0,268 g
Kontrol+%70 CO₂	0.2263a	0.2047 ef	0.1957 gh	0.1610 j	0,329 a	0,308 b-e	0,299 c-f	0,264 g
Kontrol+%80 CO₂	0.2263a	0.2097 b-f	0.1927 hi	0.1620 j	0,329 a	0,313 bc	0,296 d-f	0,265 g
Kontrol+%90 CO₂	0.2263a	0.2077 c-f	1910 hi	0.1617 j	0,329 a	0,311 bc	0,294 ef	0,265 g
1-MCP	0.2263a	0.2157 b	0.2057 d-f	0.1923 hi	0,329 a	0,319 ab	0,309 b-d	0,295 def
1-MCP+%70 CO₂	0.2263a	0.2147 bc	0.2093 b-f	0.1860 i	0,329 a	0,318 ab	0,312 bc	0,289 f
1-MCP+%80 CO₂	0.2263a	0.2153 b	0.2093 b-f	0.187 i	0,329 a	0,318 ab	0,308 b-e	0,291 f
1-MCP+%90 CO₂	0.2263a	0.2127 b-d	0.2053 ef	0.1860 j	0,329 a	0,316 ab	0,306 b-e	0,289 f

LSD (0,05) İteraksiyon: 0,0072

LSD (0,05) İteraksiyon: 0,0143

Tanen Skala Değeri

Tanen skala değerlerinde kontrol grubu meyvelere göre uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. En olumlu sonuç %90 CO₂ uygulanmış meyvelerden elde edilmiştir

(Çizelge 5). Benzer şekilde “Rojo Brillante” çeşidinde Karbondioksit uygulamaları önemli düzeyde etkili olmuştur. Uygulama dozu arttıkça tanen skala değerinde belirgin azalmalar saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. “Hachiya” ve “Rojo Brillante” Trabzon hurması çeşitlerinde 1-MCP ve CO₂ uygulamalarının 90 gün depolanan meyvelerde tanen skala değerine etkisi (1-4).

Uygulamalar	Hachiya				Rojo Brillante			
	Depolama Süresi (gün)				Depolama Süresi (gün)			
	Hasat	30	60	90	Hasat	30	60	90
Kontrol	4.00 a	3.30 bc	2.57 de	2.37 ef	4,00 a	3,40 b	2,67 de	2,47 de
Kontrol+%70 CO₂	4.00 a	1.67 g	1.33 h	1.03 ij	4,00 a	1,77 fg	1,43 gh	1,13 h
Kontrol+%80 CO₂	4.00 a	1.20 hij	1.07 ij	1.00 j	4,00 a	1,30 gh	1,17 h	1,10 h
Kontrol+%90 CO₂	4.00 a	1.13 hij	1.07 ij	1.00 j	4,00 a	1,23 h	1,17 h	1,10 h
1-MCP	4.00 a	3.53 b	3.13 c	2.73 d	4,00 a	3,63 ab	3,23 bc	2,83 cd
1-MCP+%70 CO₂	4.00 a	2.27 f	1.27 hi	1.07 ij	4,00 a	2,37 de	1,37 gh	1,17 h
1-MCP+%80 CO₂	4.00 a	2.20 f	1.27 hi	1.00 j	4,00 a	2,30 e	1,37 gh	1,10 h
1-MCP+%90 CO₂	4.00 a	2.13 f	1.20 hij	1.00 j	4,00 a	2,23 ef	1,30 gh	1,10 h

LSD (0,05) İteraksiyon: 0,2366

LSD (0,05) İteraksiyon: 0,469

Diğer taraftan depolama süresi, her iki çeşit için skala değerinde önemli düzeyde etkiye sahip olmuştur. Depolama süresindeki artış, skala

değerindeki azalışı beraberinde getirmiştir. Tanen skala değeri, Taira (1995)’nın belirttiği burukluk skalası modifiye edilerek bulunmuş ve

yukarıdan aşağıya doğru; kuvvetli buruk, buruk, hafif buruk ve buruk olmayan şeklinde belirlenmiştir. Tüm depolama süreleri kapsamında tanen skala değeri en yüksek olan meyveler, CO₂ uygulaması yapılmamış meyveler olmuşlardır. Bununla birlikte her bir CO₂ uygulama dozu için tanen skala değerleri, kontrol ve 1-MCP uygulanmış meyvelerde farklılık göstermemiştir. Dolayısıyla 1-MCP uygulamasının burukluğun giderilmesi açısından bir engel teşkil etmediği saptanmıştır.

Çözülebilir Tanen İçeriği

“Hachiya” Trabzon hurması meyvelerinde depolama süresince çözülebilir tanen içeriğinde kontrol meyvelere göre uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır (Çizelge 6). Depolama süresi tanen miktarında düşüşü beraberinde getirmiştir. Uygulamalar kapsamında ise CO₂, çözülebilir tanen içeriğini önemli düzeyde etkilemiştir. Buna karşın uygulama dozları arasında önemli düzeyde bir

farklılık olmamıştır. Diğer taraftan; “Rojo Brillante” çeşidinde benzer şekilde depolama süresi arttıkça çözülebilir tanen içeriği azalmıştır. Bununla birlikte CO₂ uygulamaları önemli düzeyde tanen içeriğini azaltmıştır. Uygulama dozları kapsamında ise %90 uygulama dozunun etki düzeyi önemli düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 6). Matsuo ve Itoo (1978) yaptıkları çalışmada, dil yüzeyindeki proteinle etkileşime giren çözülebilir tanenlerin serbest kalarak burukluk hissi ürettiklerini belirtmiş, olgunlaşma işlemi sırasında veya burukluk giderme işlemleri sırasında, çözülebilir tanenlerin koagüle olarak artık çözünmez hale geldiklerini tespit etmişler ve burukluğun fark edilmediğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda tanen skala değerlerine benzer şekilde; tanen içeriği en düşük olan meyveler, CO₂ uygulaması yapılmamış meyveler olmuşlardır. Bununla birlikte her bir CO₂ uygulama dozu için tanen içeriği, kontrol ve 1-MCP uygulanmış meyvelerde farklılık göstermemiştir.

Çizelge 6. “Hachiya” Trabzon hurması çeşidinde 1-MCP ve CO₂ uygulamalarının 90 gün depolanan meyvelerde çözülebilir tanen içeriğine etkisi (ppm)

Uygulamalar	Hachiya				Rojo Brillante			
	Depolama Süresi (gün)				Depolama Süresi (gün)			
	Hasat	30	60	90	Hasat	30	60	90
Kontrol	6417.67a	4977.33 c	3293.00 g	2477.67 l	6519,7 a	5079,3 c	3395,0 e	2579,7 g
Kontrol+%70 CO₂	6417.67a	4878.00 d	2717.00 h	2072.00 L	6519,7 a	4980,0 c	2819,0 f	2174,0 h
Kontrol+%80 CO₂	6417.67a	4485.67 ef	2433.33 ij	1951.00nm	6519,7 a	4587,7 d	2535,3 g	2053,0hi
Kontrol+%90 CO₂	6417.67a	4407.67 f	2311.67 k	1877.67nm	6519,7 a	4509,7 d	2413,7 g	1979,7 i
1-MCP	6417.67a	5339.00 b	4921.67cd	3339.00 g	6519,7 a	5441,0 b	5023,7 c	3441,0 e
1-MCP+%70 CO₂	6417.67a	4541.33 e	2429.33 ij	1958.00 m	6519,7 a	4643,3 d	2531,3 g	2060,0hi
1-MCP+%80 CO₂	6417.67a	4482.67 ef	2353.67jk	1877.00nm	6519,7 a	4584,7 d	2455,7 g	1979,0 i
1-MCP+%90 CO₂	6417.67a	4482.00 ef	2380.00jk	1869.33 n	6519,7 a	4584,0 d	2482,0 g	1971,3 i

LSD (0,05) İteraksiyon: 88,64

LSD (0,05) İteraksiyon: 175,7

Sonuç

Elde edilen sonuçlara göre; depolama süresinin uzunluğu kalite kayıplarına neden olmuştur. Trabzon hurması için depolama süresi olarak 3 ay kabul edilebilir bir süre olmuş ve 1-MCP uygulaması depolamada meyve kalitesinin özellikle de meyve eti sertliğinin korunmasını sağlamıştır. Bununla birlikte bu çalışma kapsamında elde edilen kabuk rengine ait değerler, özellikle kontrol grubu meyvelerin muhafaza süresince olgunlaşmaya devam ettiğini göstermiştir. Diğer taraftan malik asit miktarı üzerinde 1-MCP uygulamaları belirgin şekilde etkili olmuştur. Her iki çeşit açısından elde edilen

sonuçlar aynı olup, Karbondioksit uygulamalarının burukluğun giderilmesi üzerinde belirgin etkileri görülmüştür. Buna karşın “Hachiya” çeşidi için %80 ve %90 Karbondioksit uygulamalarında kabukta yanmalar görülmüştür. Ayrıca bu uygulamalarda %70 Karbondioksit uygulamasına göre herhangi bir kalite üstünlüğü görülmemiştir. Karbondioksit uygulaması ile de tüketimde kısıtlayıcı unsur olan burukluk ortadan kaldırılmıştır. Bu kapsamda Trabzon hurmasının kalitesinin korunması, burukluğunun giderilmesi ve maliyet olarak önerilen uygulamalar “Hachiya” çeşidinde %70 CO₂ + 1-MCP; “Rojo

Brillante” çeşidinde ise %90 CO₂ + 1-MCP olmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma; Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 3172 no’lu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2021. Trabzon Hurması (Cennet Elması) Raporu, Ordu Ticaret Borsası, Ocak-2021, 27 s.
- Argenta, L.C., Fan, X.T., Mattheis, J.P., 2003. Influence of 1-methylcyclopropene on ripening, storage life and volatile production by d’Anjou cv. Pear fruit, J. Agric. Food Chem. 51: 3585–3564.
- Arnal, L., Del Río, M.A., 2003. Removing astringency by carbon dioxide and nitrogen-enriched atmospheres in persimmon fruit cv. Rojo Brillante. J. Food Sci. 68, 1516-1518.
- Bellini, E., Giannelli, G., 1982. Nuovi orientamenti varietali del kaki. L’Informatone Agrario, 38: 27-44.
- Ben-Arie, R., Sonogo, L., 1998. Temperature Affects Astringency Removal and Recurrence in Persimmon. Institute for Technology and Storage of Agricultural Products. Scientific Activities 1993-1996, Abst., No: 260, Department of Scientific Publication The Volcani Center, Bet Dagan, Israel.
- Ben-Arie, R., Zutkhi, Y., 1998. Removal of Astringency from Persimmon and Controlled Atmosphere Storage. Institute for Technology and Storage of Agricultural Products. Scientific Activities 1993-1996, Abst., No: 260, Department of Scientific Publication The Volcani Center, Bet Dagan, Israel.
- Besada, C., Arnal, L., Salvador, A., 2009. Physiological Changes of 'Rojo Brillante' Persimmon During Commercial Maturity. Acta Hort. 833, 257-262, DOI: 10.17660/ActaHortic.2009.833.41.
- Crisosto, C.H., Mitcham, E.J., Kader, A.A., 2009. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality, Persimmon. <http://postharvest.ucdavis.edu/ProduceFacts/ProduceFactSheets/persimmon.shtml> updated February 10, 2009.

- Harima, S., Nakano, R., Yamauchi, S., Kitano, Y., Yamamoto, Y., Inaba, A., Kubo, Y., 2003. Extending Shelf-life of Astringent Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) Fruit by 1-MCP. Postharvest Biology and Technology 29, 319-324.
- Hiwasa, K., Kinugasa, Y., Amano, S., Hashimoto, A., Nakano, R., Inaba, A., Kubo, Y., 2003. Ethylene is Required for Both Initiation and Progression of Softening in Pear (*Pyrus communis* L.) Fruit, J. Exp. Bot. 54(383): 771–779.
- Ito, S., 1986. Persimmon. In: CRC Hand Book of Fruit Set and Development, Monselise, S.P. (ed.). CRC Press, Boca Raton, pp. 355-370.
- Kaynaş, K., Sakaldaş, M., Kuzucu, F.C., Biçen, E., 2010. "The Combined Effects of 1-Methylcyclopropane and Modified Atmosphere Packaging on Fruit Quality of Fuyu Persimmon During Storage", Acta Horticulturae, pp.151-158.
- Kluge, R.A., Jacomino, A.P., 2002. Shelf Life of Peaches Treated with 1-methylcyclopropene. Scientia-Agricola 59, 69-72.
- Koyuncu, M.A., Savran, E., Dilmaçunal, T., Kepenek, K., Cangı, R., Çağatay, Ö., 2005. Cold Storage of Some Varieties of Persimmon. Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture, 18(1), 15-23.
- Kubo, Y., Hiwasa, K., Omondi Owino, W., Nakano, R., Inaba, A., 2003. Influence of Time and Concentration of 1-MCP Application on the Shelf Life of Pear “La France” Fruit. HortScience 38(7): 1414–1416.
- Kuzucu, F.C., Kaynaş, K., 2002. Trabzon Hurmasında Farklı Ambalaj Tiplerinin Muhafaza Süresi, Olgunluk ve Kaliteye Etkisi. II. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 24-27 Eylül 2002, Çanakkale, 240-248.
- Kuzucu, F.C., 2003. Çanakkale-Lapseki Koşullarında Yetiştirilen Trabzon Hurmalarında Meyve Gelişimi, Olgunlaşma ve Depolama Karakteristikleri Üzerinde Araştırmalar. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Tekirdağ, 171 s.
- Luo, Z., 2007. Effect of 1-methylcyclopropene on Ripening of Postharvest Persimmon

- (*Diospyros kaki* L.) Fruit. LWT- Food Science and Technology 40, 285-291.
- Matsuo, T., Ito, S., 1978. The Chemical Structure of Kaki – Tannin From Immature Fruit of the Persimmon (*Diospyros kaki* L.). Agric. Biol. Chem., 42: 1637-1643.
- Mir, N.A., Curell, E., Khan, N., Whitaker, M., Beaudry, R.M., 2001. Harvest Maturity, Storage Temperature, and 1-MCP Application Frequency Alter Firmness Retention and Chlorophyll Fluorescence of “Redchief Delicious” Apples. J. Am. Soc. Hort. Sci. 126, 618- 624.
- Mitcham, E.J., Attia, M.M., Biasi, W., 1997. Tolerance of ‘Fuyu’ Persimmons to Low Oxygen and High Carbon Dioxide Atmospheres for Insect Disinfestation. Postharvest Biology and Technology, 10: 155-160.
- Oshida, M., Yonemari, K., Sugiura, A., 1996. On The Nature of Coagulated Tannins in Astringent-Type Persimmon Fruit After an Artificial Treatment of Astringency Removal. Postharvest Biology and Technology 8(1996): 317-327.
- Özdemir, A.E., Yıldız, E., Çandır, E., Toplu, C., 2021. Bazı Buruk Trabzon Hurması Çeşitlerinde Optimum Hasat Olgunluğuna Meyve Gelişiminin ve Fiziko Kimyasal Değişimlerin Etkileri. Alatarım, 20 (1): 12-21.
- Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., Cuquerella, J., 2004. Reduction of Chilling Injury Symptoms in Persimmon Fruit cv. ‘Rojo Brillante’ by 1-MCP. Postharvest Biology and Technology 33, 285-291.
- Taira, S., 1995. Astringency in Persimmon. In: “Fruit analysis”. Edited by H.F. Linskens and J.F. Jackson (Springer).
- Testoni, A., di Tonno, A., 1988. Rimozione Dell’astringenza del Kaki Mediante Trattamento Con Anidride Carbonica. Agricoltura e Ricerca, 95: 105-108.
- Yamada, M., 1994. Persimmon. In: Organizing Committee XXIVth International Horticultural Congress Publication Committee (Eds.), Horticulture in Japan, Tokyo: Asakura Publishing Co., Ltd., p. 47-52.
- Watkins, C.B., 2002. Ethylene Synthesis, Mode of Action, Consequences and Control. In: Knee, M. (Ed.), Fruit Quality and its Biological Basis. Sheffield Academic Press, pp. 180+2- 224.
- Wills, R., Mc Glasson, B., Graham, D., Joyce, D., 1998. Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals. University of New South Wales Press, Sydney.
- Zavrtanik, M., Hribard, J., Vidrih, R., Michalczuk, L., 1999. Effect of Short Anoxia Exposure on Metabolic Changes of Persimmon Fruits (*Diospyros kaki* L.). Acta Horticulturae, 485: 405-411.

Farklı Derim Zamanlarının ‘Hayward’ Kivi Meyvelerinin Depolama ve Raf Ömrü Süreçlerindeki Duyusal Kalite Özelliklerine Etkisi

Nalan BAKOĞLU^{1,2} 

Nurdan TUNA GÜNEŞ² 

¹ Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 53300 Rize, Pazar, Türkiye

² Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 06110 Ankara, Türkiye

Öz

Rize/Pazar ilçesinde yetiştirilen ‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinde farklı derim zamanlarının depolama ve raf ömrü süreçlerinde duyusal değerlendirme skorlarına etkisini belirlemek amacıyla, suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarlarının sırasıyla %5-6 (derim I, D1), %6.1-7.0 (derim II, D2), %7.1-8.0 (derim III, D3) ve %8.1-9.0 (derim IV, D4) olduğu 4 farklı dönemde derilen meyveler 0 ± 1 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nem koşullarında 6 ay depolanmıştır. Duyusal değerlendirme parametreleri, depolama sürecinde birer aylık, raf ömrü süreçlerinde ise her ay depodan alınarak 20 ± 1 °C sıcaklık, % 60-70 oransal nem koşullarında 14 gün tutulan meyvelerde haftalık aralıklar ile gözlenmiştir. Çalışmada panelist grup tarafından meyvelerin asitlik (ekşilik), sululuk, tatlılık, aroma ve sertlik düzeyleri 1 (tüketilemez) ve 9 (çok iyi) puanları arasında değerlendirilmiştir. Ardışık iki yıl tekrar edilen bu çalışmada, SÇKM miktarı %6.1-7.0 (D2) ile %7.1-8.0 (D3) olduğunda derilen meyvelerde özellikle sertlik, aroma, tatlılık ve sululuk düzeylerinin panelistlerden en yüksek puanları aldığı saptanmıştır. Ayrıca gerek depolama ve gerekse raf ömrü süreçlerinde bu meyvelerde duyusal kalite parametrelerinin daha iyi korunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asitlik, sertlik, tatlılık, aroma, suda çözünür kuru madde.

Effect of Different Harvest Times on Sensory Evaluation Characteristics of ‘Hayward’ Kiwifruit during Storage and Shelf Life Periods

Abstract

In order to determine the effect of different harvest times on sensory evaluation scores during storage and shelf life periods of ‘Hayward’ kiwifruit grown in Rize/Pazar county, the fruit were harvested at 4 different times when soluble solids content (SCC) values were 5-6% (harvest I, D1), 6.1-7.0% (harvest II, D2), 7.1-8.0% (harvest III, D3) and 8.1-9.0% (harvest IV, D4), respectively, and stored for 6 months under 0 ± 1 °C temperature and 85-90% relative humidity conditions. Sensory evaluation parameters were determined at monthly intervals during storage period while they were observed at weekly intervals in fruits kept for 14 days at 20 ± 1 °C temperature and 60-70% relative humidity conditions after cold storage every month for shelf life periods. In the study, the acidity (sourness), juiciness, sweetness, aroma and hardness levels of the fruits were evaluated between 1 (not consumable) and 9 (very good) scores by a panelist group. In this study repeated consecutive two years, especially the hardness, aroma, sweetness and juiciness levels in fruit harvested when the SCC contents were 6.1-7.0% (D2) and 7.1-8.0% (D3) received the highest scores from the panelists. In addition, sensory quality parameters are better preserved in these fruits during both cold storage and shelf life durations.

Keywords: Acidity, hardness, sweetness, aroma, soluble solid content.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: N. Tuna Güneş, tuna@agri.ankara.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Nalan BAKOĞLU  <https://orcid.org/0000-0002-1764-8925>

Nurdan TUNA GÜNEŞ  <https://orcid.org/0000-0002-8529-2211>

Giriş

Ülkemizde 1994 yılında başlayan, yüksek pazar fiyatı ve artan tüketici talebi sonucunda giderek yaygınlaşan kivi üretimi, son yirmi yılda %88.2’lik bir artış kaydetmiştir. Üretimimize 2024 yılında %6.21 düzeyinde katkı sağlayan Rize ilimizde üretim son 20 yılda 28.2 kat artmıştır. Pazar ilçesinde ise 2024 yılında Ardeşen, Merkez, Fındıklı ilçelerinden sonra en fazla kivi üretilmiş ve il üretimine %13.02 düzeyinde bir katkı sağlanmıştır (TÜİK, 2025). Kivi yetiştiriciliği, bu ilçe için önemli bir tarımsal faaliyet olarak

nitelendirilebilir. Ülkemizde en yaygın olarak ‘Hayward’ kivi çeşidi yetiştirilmektedir. Fonksiyonel gıda, ilaç, kozmetik endüstrisinden (Macedo ve ark., 2023), hayvancılığa (Zhang ve ark., 2021) kadar geniş alanda kullanılan kivi meyvesi, askorbik asit, karotenoid, mineral, polifenol, antioksidan kapasite açısından zengindir (Wojdyło ve ark., 2017).

Türkiye’de kivi derimi, pazarda fiyatın yüksek olması nedeni ile erken gerçekleştirilmektedir (Atak, 2022). Kivi meyvelerinde derim sonrası ürün kayıplarının azaltılması ve tüketici

beklentisinin yüksek düzeyde karşılanabilmesi için optimum olgunlukta derim önemlidir (Crisosto ve Crisosto, 2001; Tilahun ve ark., 2020). Klimakterik bir tür olan kivi meyvesinde solunum hızı ve etilen üretimine bağlı olarak derim sonrası dönemde olgunlaşma hızlanmakta ve ürünün pazarlama ömrü kısalmaktadır (Bakoğlu ve Tuna Güneş, 2022; Mastromatteo ve ark., 2010). Meyveler derimden sonra nişastanın şekere dönüşümü, meyve etinde yumuşama gibi değişimler ile kabul edilebilir yeme özelliklerine ulaşmaktadır (Burdon ve ark., 2016).

Kivi meyvelerinde derim zamanının belirlenmesinde en yaygın olarak kullanılan gösterge suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı (Bakoğlu ve Tuna Güneş, 2024; Guerreiro ve ark., 2018) olup geç derim meyvede askorbik asit miktarını artırırken (Bakoğlu ve ark., 2024; Ghasemnezhad ve ark., 2013; Nkonyane ve ark., 2022), erken derim, uzun süreli depolama süreçlerinde meyvenin daha hızlı yumuşamasına (Bakoğlu ve Tuna Güneş, 2024; Feng ve ark., 2021) yol açmaktadır. Derim zamanında düşük SÇKM ya da kuru madde miktarına sahip olan meyvelerin, depolama süreçlerinde tüketicilerin beklentisini karşılamadığı belirtilmiştir (Burdon ve ark., 2004).

Yaş meyve ve sebzelerde, tüketici tercihini ortaya koyabilen en pratik ve ucuz yöntem duyusal değerlendirme olup kivi meyvelerinde duyusal analizler, meyvenin görünüm, sertlik, aroma, ekşilik ya da tatlılık gibi özelliklerinin puanlanması ile gerçekleştirilmektedir (Chen ve Niu, 2024; Wang ve ark., 2022). Esti ve ark. (1998) ile Wei ve Guohua (2015), duyusal analizlerin kivi meyvelerinde kabul edilebilirliğini belirlenmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Çalışmalarda tat ve aromanın kivi meyvelerinde tür ve çeşitlere göre değiştiği, ‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinin daha ekşi bir tada sahip olduğu, bunun kavun, tatlı şeker, çimenimsi ve kükürtümsü aroma ile açıklanabildiği (Wang ve ark., 2011), sarı meyve etli meyvelerin ise daha yoğun tropikal bir aromaya ve daha yüksek tada sahip olduğu (Garcia ve ark., 2012) dolayısıyla tüketiciler tarafından daha fazla tercih edildiği vurgulanmıştır. Burdon ve ark. (2004)’e göre ‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinde duyusal değerlendirme parametreleri büyük ölçüde kuru madde ve SÇKM değerleri ile ilintilidir.

Karadeniz bölgemizde yetiştirilen ‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri konusunda yürütülen çalışmalar (Bostan ve Günay, 2014; Çelik ve ark., 2007) bulunmasına rağmen, farklı derim zamanlarının depolama süreçlerinde duyusal değerlendirme özelliklerine etkilerini ortaya koyan bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmada ‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinin SÇKM miktarına göre farklı derim zamanlarının depolama ve raf ömrü süreçlerinde meyvelerin duyusal değerlendirme özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

‘Hayward’ kivi (*Actinidia deliciosa* (A.Chev) C.F. Liang ve A.R. Ferguson ‘Hayward’) çeşidine ait meyveler, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Bahçesi’ndeki 21 yaşındaki omcalardan suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarının %5.0-6.0 (derim 1, D1), %6.1-7.0 (derim 2, D2), %7.1-8.0 (derim 3, D3) ve %8.1-9.0 (derim 4, D4) olduğu tarihlere göre dört farklı zamanda derildikten hemen sonra denemeye uygun olan meyveler seçilerek, 0 ± 1 °C sıcaklık, %85-90 oransal nem koşullarında 6 ay depolanmıştır. Depolama sürecinde aylık, raf ömrü süreçlerinde, birer aylık aralıklar ile soğuk depodan alınıp 20 ± 1 °C sıcaklık, %60-70 oransal nem koşullarında 14 gün tutulan meyvelerde haftalık aralıklar ile duyusal değerlendirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar 5 kişiden oluşan panelist grup ile yapılmış ve panelistlerden meyvelerin asitlik, sululuk, tatlılık, aroma, sertlik durumlarını 1-9 (1: tüketilemez, 3: zayıf, 5: orta, 7: iyi, 9: çok iyi) arasında değerlendirmeleri istenmiştir (Esti ve ark., 1998).

İki yıl tekrarlamalı olarak gerçekleştirilen bu çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 2017/2018 ve 2018/2019 depolama sezonlarında, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 9 meyve ile yürütülmüştür. Elde olunan sonuçlara MINITAB 17 programında (Trial version) $P \leq 0.05$ hata düzeyinde varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kivi, ülkemizde kış mevsimi süresince tüketiciler tarafından raflarda aranan bir meyve türüdür. Bu nedenle kivi meyvelerinin uzun süreli muhafazası, pazarda meyvenin bulunabilirliğini

doğrudan etkileyen önemli bir derim sonrası işlemdir. Esti ve ark. (1998), kivi meyvelerinde depolama süresi, derim sonrası işlemler ve depolama koşulları gibi pek çok faktörün duyusal kalite özelliklerini etkilediğini bildirmiştir. Çalışmamızda da depolama sürecinde incelenen duyusal kalite özelliklerinin farklı derim zamanları, depolama veya raf ömrü süreçlerine

bağlı olarak değişebileceğini göstermektedir. Çalışmada yer alan faktörlerden depolama süresi ve raf ömrü süreçleri, her iki yılda da duyusal parametreleri önemli düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Faktörlerin interaktif etkileri ise parametrelere ve yıllara göre değişim göstermiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. ‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinde farklı derim zamanları, depolama ve raf ömrü süreçlerinin duyusal değerlendirme parametreleri üzerine etkileri

Varyasyon Kaynakları ¹	Asitlik (1-9 puan)		Sululuk (1-9 puan)		Tatlılık (1-9 puan)		Aroma (1-9 puan)		Sertlik (1-9 puan)	
	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl	1. Yıl	2. Yıl
Depolama Süreçleri										
DS	***2	***	***	***	***	***	***	***	***	***
DZ	**	öd	öd	öd	***	***	***	***	***	***
DS × DZ	öd	***	***	öd	**	***	**	***	***	***
Raf Ömrü Süreçleri										
DS	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
RÖ	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***
DZ	***	öd	öd	***	***	***	***	***	***	***
DS × RÖ	*	**	*	***	***	***	***	***	öd	***
DS × DZ	*	***	***	***	***	***	***	***	***	***
RÖ × DZ	öd	öd	öd	*	öd	***	öd	***	öd	*
DS × RÖ × DZ	öd	***	***	***	***	***	***	***	***	***

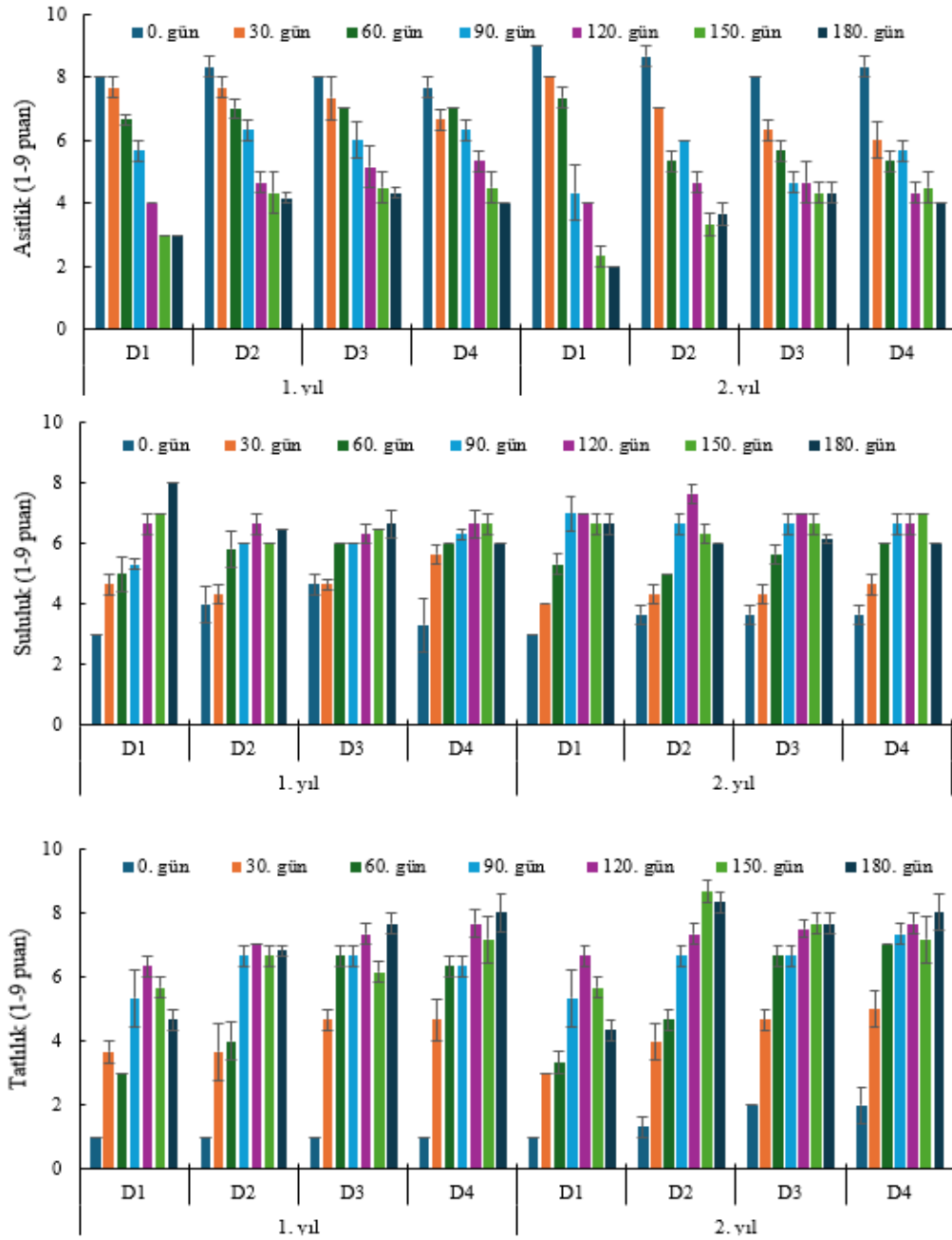
¹DS: Depolama Süresi (6 ay), DZ: Derim Zamanları (4 derim zamanı), RÖ: Raf Ömrü (7 ve 14 gün),

² $P \leq 0.05$ hata düzeyinde, öd, değerler arasındaki farklılıklar önemli değildir, *** $P \leq 0.001$; ** $P \leq 0.01$; * $P \leq 0.05$.

Her iki yılda da farklı derim zamanlarına ait örneklerde depolama süresi ve raf ömrü süreçlerinin ilerlemesi ile meyvelerdeki ortalama asitlik (ekşilik) değerleri doğrusal olarak düşmüş ve en düşük değerler 6. ay sonunda kaydedilmiştir ($P \leq 0.05$) (Şekil 1 ve 2). Titeli ve ark. (2023)’na göre, kivi meyvelerinde asitlik algısı, yüksek sitrik asit düzeylerinden kaynaklanmaktadır. Kivi meyvelerinde metabolik aktivite derimden sonra depolama ve raf ömrü süreçlerinde sınırlı düzeyde de olsa devam etmektedir. Meyveye asitlik (ekşilik) tadını veren organik asitler ise solunumun Krebs döngüsünde kullanılan organik bileşiklerdir. Derim sonrası dönemde meyvede algılanan asitlik düzeyindeki düşüş, organik asit düzeylerinin azalmasından kaynaklanmaktadır

(Bakoğlu ve Tuna Güneş, 2024). Nitekim, Esti ve ark. (1998), kivi meyvelerinde ekşilik tadının, meyvenin yapısındaki organik asitler ile pozitif ilişkili olduğunu belirlemiştir.

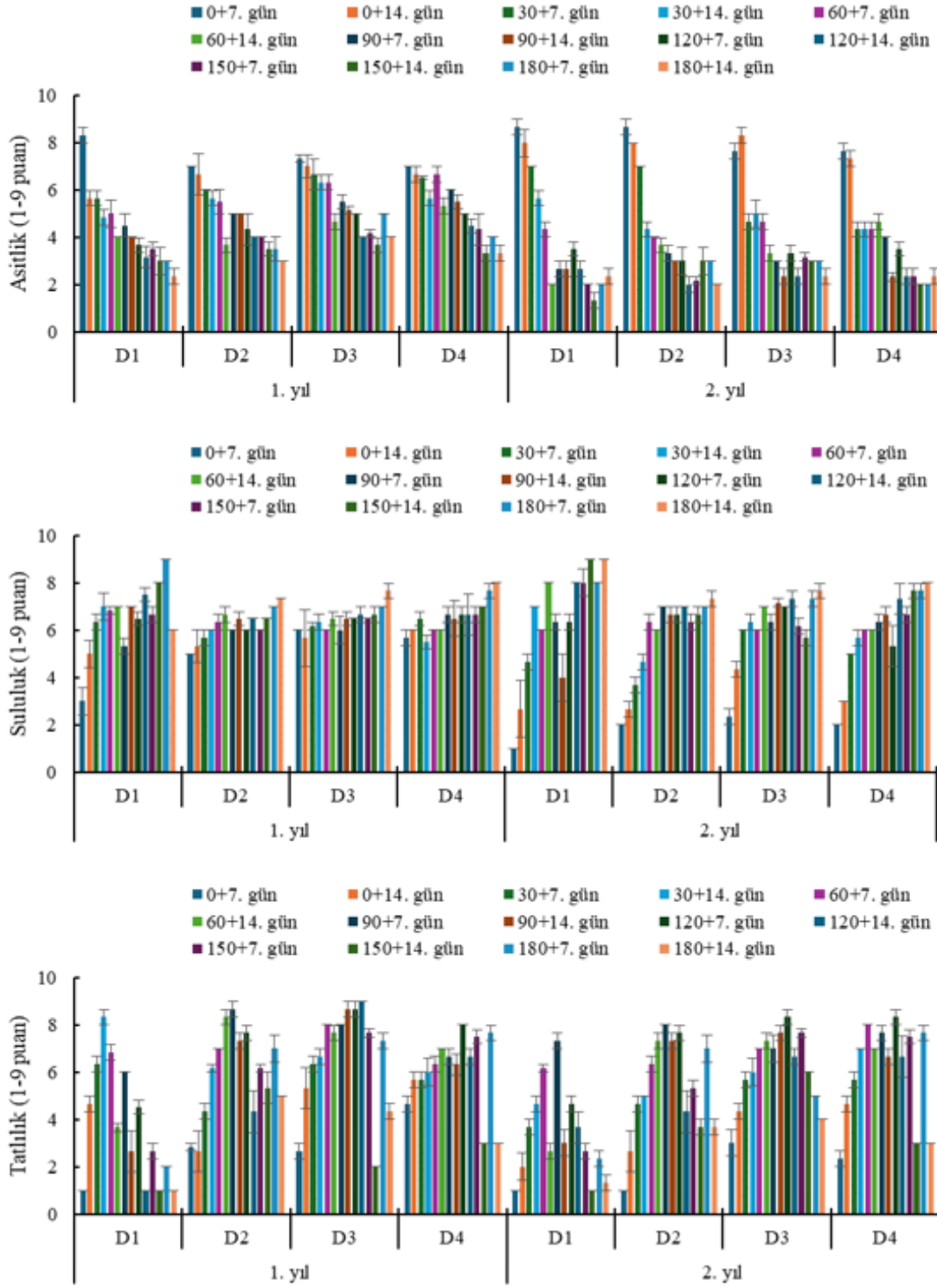
Çalışmamızda, ilk derim zamanında derilen meyvelerde 6 aylık depolama sonunda en düşük asitlik değerleri saptanmıştır ($P \leq 0.05$). Çalışmada 2. ve 3. derim zamanları, uzun süreli depolamada asitlik kaybı korunumuna olanak sağlayan derim zamanları olarak dikkat çekmiştir. Bakoğlu ve Tuna Güneş (2024) meyvelerdeki asit miktarlarının 2. ve 3. derim zamanlarında derilen 0 °C sıcaklıkta 6 aylık depolanan bu meyvelerde en yüksek düzeyde olduğunu vurgulamışlardır.



Şekil 1. Soğuk depolama süreçlerinde 'Hayward' kivi çeşidi meyvelerinde asitlik, sululuk ve tatlılık parametrelerinde oluşan değişimler, D1: derim 1, %5.0-6.0 SÇKM; D2: derim 2, %6.1-7.0 SÇKM; D3: derim 3, %7.1-8.0 SÇKM; D4: derim 4, %8.1-9.0 SÇKM

'Hayward' çeşidi meyvelerinde, her iki yılda da sululuk değerleri bütün derim tarihleri için 120. güne kadar artmıştır ($P \leq 0.05$) (Şekil 1). Çalışmanın 1. yılında D1 ve D3 gruplarında 180. gün, D2 ve D4 gruplarında 120. gün, 2. yılda ise D4 grubu (150. gün) dışında kalan diğer

gruplarda 120. günde en yüksek sululuk değerleri kaydedilmiştir. Raf ömrü süreçlerinde ise zamanın ilerlemesine bağlı olarak bütün gruplarda sululuk değerleri artmış ve en yüksek değerler 180+14. gün örneklerinde belirlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Raf ömrü süreçlerinde 'Hayward' kivi çeşidi meyvelerinde asitlik, sululuk ve tatlılık parametrelerinde oluşan değişimler, D1: derim 1, %5.0-6.0 SÇKM; D2: derim 2, %6.1-7.0 SÇKM; D3: derim 3, %7.1-8.0 SÇKM; D4: derim 4, %8.1-9.0 SÇKM

'Hayward' kivi çeşidi meyvelerinde Crisosto ve ark. (2011) olgunlaşma ile birlikte sertliğin azalmasına bağlı olarak sululuğun arttığını saptamışlardır. Çalışmamızda farklı derim

zamanları meyvelerdeki sululuk skorlarını depolama süreçlerinde istatistiksel düzeyde etkilememiş, raf ömrü süreçlerinde sadece 2. yılda önemli düzeyde etkilemiştir. En düşük

sululuk değeri D2 (5.71 puan), en yüksek değer D1 (6.28 puan) gruplarında belirlenmiştir. Bu durum sululuk düzeylerinin meyvelerde bir tüketici kabul parametresi olarak da kullanılamayacağının bir göstergesi olabilecektir. Nitekim, asitlik, tatlılık, sertlik ve aroma puanlarının tüketici tercihini yansıttığı bildirilmiştir (Afonso ve ark., 2023; Gorini ve ark. 1990; Harker ve ark., 2009; Titeli ve ark., 2023).

Çalışmada ‘Hayward’ çeşidi meyvelerinin tatlılık düzeyleri gerek depolama gerekse raf ömrü süreçlerinde üç faktör tarafından da etkilendiği bulunmuştur ($P \leq 0.05$) (Çizelge 1, Şekil 1 ve 2).

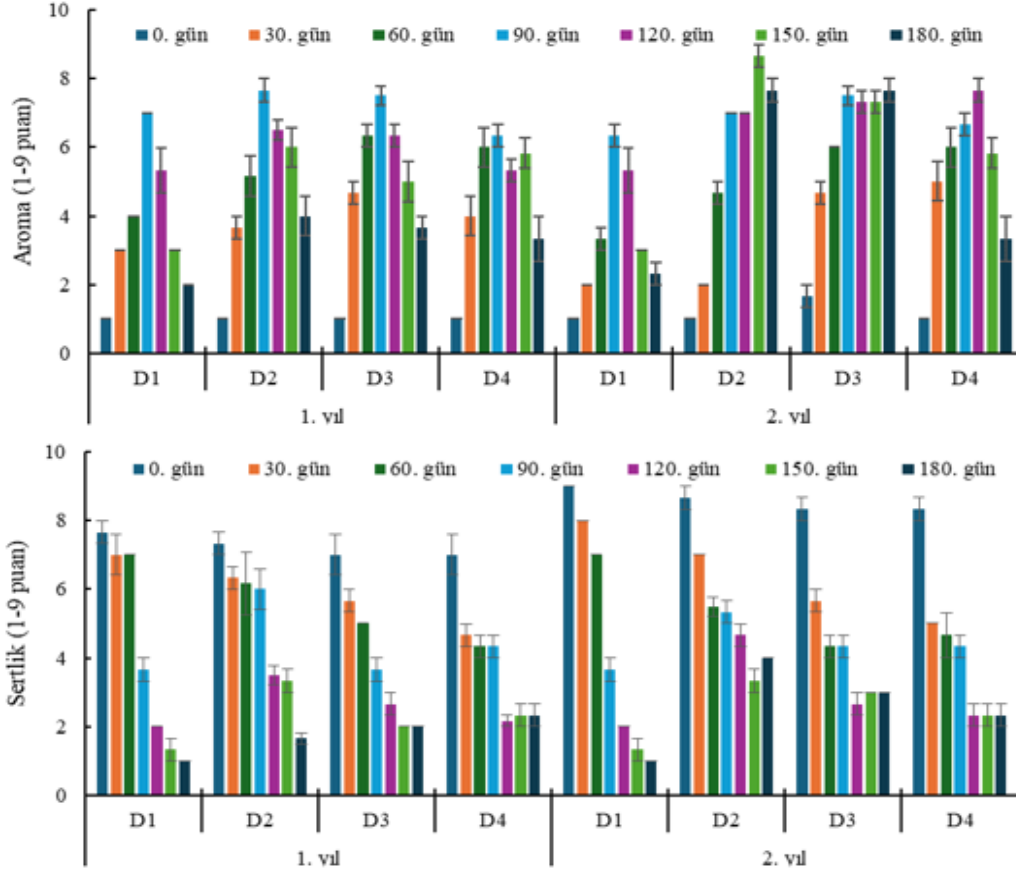
Birinci yılda D1 (6.33 puan) ve D2 (7.00 puan) gruplarında 120. gün, D3 (7.66 puan) ve D4 (8.00 puan) gruplarında 180. gün, 2. yılında D1 (6.66 puan) grubunda 120. gün, D2 (8.66 puan) grubunda 150. gün, D3 (7.66 puan) ve D4 (8.00 puan) gruplarında 180. güne değin tatlılık skorları artmıştır. Raf ömrü süreçlerinde 120. günden itibaren, raf süresinin 14 güne uzatılması, skorları düşürmüştür. Bu durum ‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinde 3 aylık depolamadan sonra raf ömrünün 14 güne kadar uzatılamamasının da göstergesi olabilecektir. Derim zamanlarının ilerlemesi ile her iki yılda da depolama ve raf ömrü sürelerinde tatlılık puanları artmıştır. Depolama süresince en yüksek ortalama skorlar 1. yılda D3 (5.74 puan) ve D4 (5.88 puan), 2. yılda D1 dışındaki tüm gruplarda belirlenmiştir. Benzer değişimler raf ömrü süreçlerinde de izlenmiştir (Şekil 2). Kivi meyvelerinde depolama ve raf ömrü süresince tatlılık puanlarındaki artışın büyüme ve gelişme sürecinde meyvede depolanan karbonhidratların parçalanmasından kaynaklandığı ve bu artıştan meyvedeki en baskın karbonhidrat olan fruktozun sorumlu olduğu bildirilirken (Polychroniadou ve ark., 2022a, b), McMath ve ark. (1992), kivi meyvelerinin tatlılığından birincil olarak meyvedeki SÇKM miktarının sorumlu olduğunu vurgulamıştır. Her iki karakter de meyvedeki karbonhidrat düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Geç derim zamanları ve meyvenin ağaçta daha uzun süre kalması ile meyvenin yapısında artan karbonhidrat birikimi (Bakoğlu ve Tuna Güneş, 2024), özellikle D3 ve D4 derim zamanlarında daha tatlı meyvelerin bulunuşunu açıklar niteliktedir. Ayrıca, kivi meyvelerinin yetiştirildiği ekoloji tatlılık ve asitlik puanlarını da etkilemektedir (Gorini ve ark., 1990).

Aroma, kivi meyvelerinde tüketici tercihini doğrudan etkileyen önemli bir parametredir. (Garcia ve ark., 2012). Çalışmamızda meyvelerin aroma puanları her iki yılda da depolama süreçleri, derim zamanları ve raf ömrü süreçlerine bağlı olarak değişmiştir (Çizelge 1) ($P \leq 0.05$). Depolama süreçlerinde aroma puanları 1. yılda tüm gruplarda 90. güne kadar artmış, ilerleyen tarihlerde düşmüştür (Şekil 3). İkinci yılda ise en yüksek skorlar derim zamanlarına göre değişmiş ($P \leq 0.05$) ve en yüksek D1 grubunda 90. gün, D2 grubunda 150. gün, D3 grubunda 180. gün ve D4 grubunda 120. günde saptanmıştır. Her iki yılda da en düşük skorlar, depolama ve raf ömrü süreçlerinde, D1 grubunda belirlenmiştir (Şekil 3 ve 4). Burdon ve ark. (2004) da SÇKM kapsamı %12-16 olan ‘Hayward’ çeşidi meyvelerinin en yüksek aroma skorlarını gösterdiğini ve tüketici beğenisini en yüksek düzeyde karşıladığını ancak daha düşük SÇKM değerlerine sahip olan meyvelerde tüketici beğenisinin düştüğüne değinmişlerdir. Raf ömrü süreçlerinde her iki yılda da D1 grubunda 30. günden sonra raf ömrü sürelerinin uzaması, aroma skorlarını düşürmüştür. Bu durum diğer gruplarda 120. günden sonra gözlenmiştir (Şekil 4). Wang ve ark. (2011), yüksek aromalı meyvelerin yüksek tatlılık skorlarına da sahip olduğunu vurgulamışlardır. Kivi meyvelerinin aroması ekolojik koşullar, olgunluk ve irilik, depolama koşulları ile yakından ilişkilidir (MacRae ve ark., 1990; Nardoza ve ark., 2011). Esti ve ark. (1998), ‘Hayward’ kivi çeşidinde duyuşal olarak algılanan aroma ve tat özelliklerinin, meyvenin genel kalite özellikleri ile paralel olduğunu ve irilik, ağırlık, SÇKM düzeyleri yüksek olan meyvelerde aroma ve tat skorlarının da arttığını vurgulamışlardır.

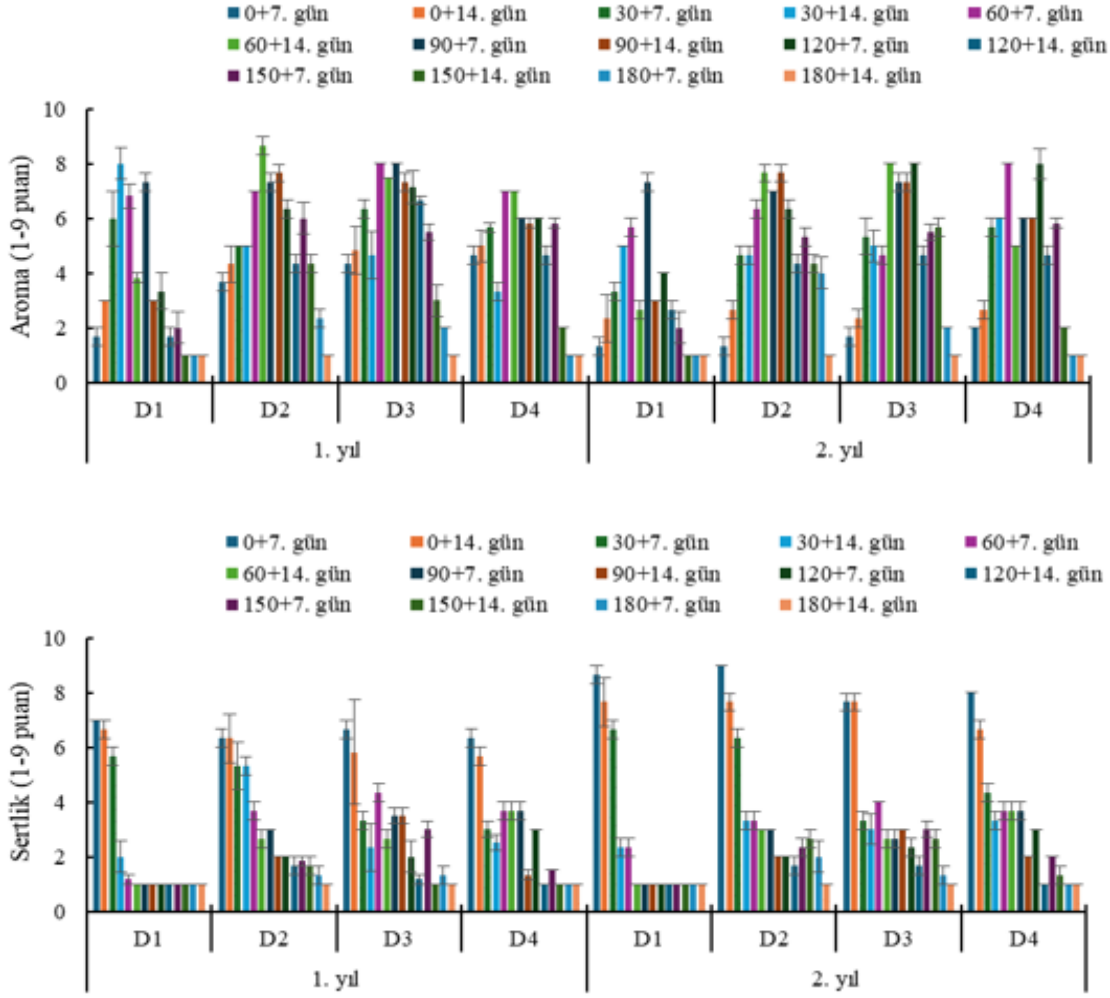
Kivi meyvelerinde en önemli göstergelerden biri sertliktir. Tüketiciler tarafından çok yumuşak meyveler tercih edilmemekle birlikte (Harker ve ark., 2009) bu durum çeşitlere göre farklılık gösterebilmektedir. Esti vd. (1998), ‘Chinensis’ çeşidi meyvelerinde tatlılık, sululuk ve sertlik ile meyvelerin genel kalite özellikleri ve kabul edilebilirlikleri arasında bir ilinti olmadığını, farklı çeşitler üzerinde çalışan Afonso ve ark. (2023) ise sertlik ve tatlılığın, tüketici beğenisini doğrudan etkileyen özellikler olduğunu vurgulamışlardır. Diğer yandan sertlik değerleri, ekoloji ve kültürel işlemlere, örneğin budamaya,

göre farklılık gösterebilmektedir (Gorini ve ark., 1990; Liao ve ark., 2020). Çalışmada, sertlik skorlarını, derim zamanları, depolama süresi ve raf ömrü süreçleri istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$) (Çizelge 1). Bütün gruplarda sertlik skorları depolama süresi ve raf ömrü süreçlerinin ilerlemesi ile düşmüştür (Şekil

3 ve 4). En yumuşak meyveler, 180 günlük depolamadan sonra her iki yılda da D1 grubunda (1.0 puan) saptanmış, D2 vd D3 grubu meyveleri daha sert olmuştur. Her iki yılda da raf ömrü süresinin 14 güne uzatılması bütün gruplarda sertlik puanlarını düşürmüştür (Şekil 4).



Şekil 3. Soğuk depolama süreçlerinde ‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinde aroma ve sertlik parametrelerinde oluşan değişimler, D1: derim 1, %5.0-6.0 SÇKM; D2: derim 2, %6.1-7.0 SÇKM; D3: derim 3, %7.1-8.0 SÇKM; D4: derim 4, %8.1-9.0 SÇKM



Şekil 4. Raf ömrü süreçlerinde ‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinde aroma ve sertlik parametrelerinde oluşan değişimler, D1: derim 1, %5.0-6.0 SÇKM; D2: derim 2, %6.1-7.0 SÇKM; D3: derim 3, %7.1-8.0 SÇKM; D4: derim 4, %8.1-9.0 SÇKM

Sonuç

‘Hayward’ kivi çeşidi meyvelerinde asitlik, sululuk, tatlılık, aroma ve sertlik skorlarını gösteren duysal değerlendirmelerde, 2. (%6.1-7.0 SÇKM) ve 3. (%7.1-8.0 SÇKM) derim zamanlarında derilen meyveler en yüksek skorları göstermiştir. Bu meyvelerde meyve tadı, depolamanın ilerleyen aşamalarında diğer derim zamanlarında derilen meyvelere göre daha iyi oluşmuş ve korunmuştur. Çalışmamızda meyvelerin %5.0-6.0 SÇKM içerdiği 1. derim zamanı erken, %8.1-9.0 SÇKM miktarına ulaştığı zaman olan 4. derim zamanı ise geç derim zamanı olarak saptanmıştır. Sonuç olarak pazar talebine göre Rize/Pazar koşullarında yetiştirilen ‘Hayward’ çeşidi meyveleri, %6.1 ile 8.0 SÇKM miktarında derildiğinde 6 aylık depolama

süresince duysal kalite özelliklerini koruyabilmektedir. Diğer yandan 3 ve 4. depolama ayından itibaren pazarlama süresindeki 14 günlük gecikme, tüketici beğenisini azaltabileceği bulunmuştur.

Teşekkür

Çalışmada 2017-2018 yıllarında yürütülen ve “Rize/Pazar Koşullarında Yetiştirilen ‘Hayward’ Kivi Çeşidi Meyvelerinde Derim Zamanı ile Soğuk Muhafaza ve Raf Ömrü Sırasındaki Bazı Meyve Kalite Parametreleri Arasındaki İlişkiler” konulu doktora tezinde yer alan meyvelerin duysal değerlendirme özelliklerine ait veriler kullanılmıştır. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Koordinatörlüğü’ne çalışmamızı “18L0447004” kodlu araştırma projesine sağladıkları destekten dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Afonso, A.M., Guerra, R., Cruz, S., Antunes, M.D., 2023. Sensory Evaluation and Spectra Evolution of Two Kiwifruit Cultivars during Cold Storage. *Horticulturae*, 9, 772.
- Atak, A., 2022. Current Status of the Turkish Kiwifruit Industry and the Main Problems of Growers. *Acta Horticulturae*, 1332, 439–444.
- Bakoğlu, N., Tuna Gunes, N., Akbulut, M., 2024. Some Physical and Chemical Changes in Kiwifruit during Two Different Growth and Development Seasons. *Applied Fruit Science*, 66, 1493–1503.
- Bakoğlu, N., Tuna Gunes, N., 2024. Impact of Harvest Time on Cold Storage Performance in Kiwifruit. *Journal of Food Composition and Analysis*, 135, 106601.
- Bakoğlu, N., Tuna Güneş N., 2022. Kivi Meyvelerinin Derim Sonrası Muhafazası, Depolama Teknolojileri. (A. ÇAKIR, M.A. ODABAŞIOĞLU ve F. İŞLEK, eds) Bahçe Bitkileri Faaliyetlerinde Yenilikçi Yaklaşımlar-2. IKSAD, Ankara, 329–350.
- Bostan, S.Z., Günay, K., 2014. ‘Hayward’ (*Actinidia deliciosa* Planch) Kivi Çeşidinin Meyve Kalitesi Üzerine Rakım ve Yöneyin Etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 3(1), 13–22.
- Burdon, J., Pidakala, P., Martin, P., Billing, D., Boldingh, H., 2016. Fruit Maturation and the Soluble Solids Harvest Index for ‘Hayward’ Kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, 213, 193–198.
- Burdon, J., McLeod, D., Lallu, N., Gamble, J., Petley, M., Gunson, A., 2004. Consumer Evaluation of “Hayward” Kiwifruit of Different at-Harvest Dry Matter Contents. *Postharvest Biology and Technology*, 34, 245–255.
- Chen, Y., Niu, P., 2024. Correlation Analysis of Sensory Evaluation and Texture Characteristics of Dried Kiwifruit of Different Varieties under Hot Air Drying. *Science and Technology of Food Industry*, 45(17), 273–281.
- Crisosto, C.H., Zegbe, J., Hasey, J., Crisosto, G.M., 2011. Is dry Matter A Reliable Quality Index for “Hayward” Kiwifruit? *Acta Horticulturae*, 913, 531–534.
- Crisosto, C.H., Crisosto, G.M., 2001. Understanding Consumer Acceptance of Early Harvested ‘Hayward’ Kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 22, 205–213.
- Çelik, A., Ercişli, S., Turgut, N., 2007. Some Physical, Pomological and Nutritional Properties of Kiwifruit cv. ‘Hayward’. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 58(6), 411–418.
- Esti, M., Messina, M.C., Bertocchi, P., Sinesio, F., Moneta, E., Nicotra, A., Fantechi, P., Palleschi, G., 1998. Chemical Compounds and Sensory Assessment of Kiwifruit (*Actinidia chinensis* (Planch.) var. *chinensis*): Electrochemical and Multivariate Analyses. *Food Chemistry*, 61(3), 293–300.
- Feng, J., Wohlers, M., Nangul, A., Martin, P., Brummell, D., 2021. Deviation from the Biological Age Model as an Early Indication of Chilling Injury on Kiwifruit. *Acta Hort.* 1311, 31–38.
- Garcia, C.V., Quek, S.Y., Stevenson, R.J., Winz, R.A., 2012. Kiwifruit Flavour: A Review. *Trends in Food Science and Technology*, 24, 82–91.
- Ghasemnezhad, M., Ghorbanalipour, R., Shiri, M.A., 2013. Changes in Physiological Characteristics of Kiwifruit Harvested at Different maturity Stages after Cold Storage. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 78(1), 42–47.
- Gorini, F., Testoni, A. and Lasorella, M., 1990. Sensory and Objective Evaluation of Kiwi Fruit. *Acta Horticulturae*, 282, 309–314.
- Guerreiro, A.C., Gago, C.L., Vieira, A.I., Brazio, A., Cavaco, A.M., Antunes, M.D., Panagopoulos, T., Veloso, F., Guerra, R., 2018. Quality Characterization of Kiwifruit *Actinidia chinensis* var. *deliciosa* 'Hayward' using Destructive and Nondestructive Methods during Storage. *Acta Horticulturae*, 1218, 497–502.
- Harker, F.R., Carr, B.T., Lenjo, M., MacRae, E.A., Wismer, W.V., Marsh, K.B., Williams, M., White, A., Lund, C.M., Walker, S.B., Gunson, F.A., Pereira, R.B., 2009. Consumer Liking for Kiwifruit Flavour: A Meta-analysis of Five Studies on Fruit Quality. *Food Quality and Preference*, 20, 30–41.
- Liao, G.L., Xu, X.B., Liu, Q., Zhong, M., Huang, C.H., Jia, D.F., Qu, X.Y., 2020. A special Summer Pruning Method Significantly

- Increases Fruit Weight, Ascorbic Acid, and Dry Matter of Kiwifruit ('Jinyan', *Actinidia eriantha* 3 *A. chinensis*). *HortSciEnce*, 55, 1698–1702.
- Macedo, C., Silva, A.M., Ferreira, A.S., Cádiz-Gurrea, M.L., Fernández-Ochoa, Á., Segura-Carretero, A., Delerue-Matos, C., Costa, P., Rodrigues, F., 2023, Insights into the Polyphenols Extraction from *Actinidia arguta* Fruit (kiwiberry): A Source of Pro-healthy Compounds, *Scientia Horticulturae*, 313, 111910.
- MacRae, E.A., Stec, M.G.H., Triggs, C.M., 1990. Effects of Postharvest Treatment on the Sensory Qualities of Kiwifruit Harvested at Different Maturities. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 50, 533–546.
- Mastromatteo, M. Conte, A., Del Nobile, M.A., 2010. Combined Used of Modified Atmosphere Packaging and Natural compounds for Food Preservation. *Food Engineering Reviews*, 2, 28–38.
- McMath, K.L., Paterson, V.J., Young, H., Ball, R.D., MacRae, E.A., 1992. Factors Affecting the Sensory Perception of Sweetness and Acidity in Kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 297, 489–500.
- Nardoza, S., Gamble, J., Axten, L.G., Wohlers, M.W., Clearwater, M.J., Feng, J., Harker, F.R., 2011. Dry Matter Content and Fruit Size Affect Flavour and Texture of Novel *Actinidia deliciosa* genotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 742–748.
- Nkonyane, M.K., Tesfay, S.Z., Dodd, M., Magwaza, L.S., Mditshwa, A., Ngobese, N.Z., 2022. Effect of Harvest Maturities on Phytochemical Composition of Golden Kiwifruit Grown under South African Conditions. *Acta Horticulturae*, 1332, 359–364.
- Polychroniadou, C., Karagiannis, E., Michailidis, M., Adamakis, I.D.S., Ganopoulos, I., Tanou, G., Bazakos, C., Molassiotis, A., 2022a. Identification of Genes and Metabolic Pathways Involved in Wounding-induced Kiwifruit Ripening. *Plant Physiology and Biochemistry*, 179, 179–190.
- Polychroniadou, C., Michailidis, M., Adamakis, I.D.S., Karagiannis, E., Ganopoulos, I., Tanou, G., Bazakos, C., Molassiotis, A., 2022b. Mechanical Stress Elicits Kiwifruit Ripening Changes in Gene Expression and Metabolic Status. *Postharvest Biology and Technology*, 194, 112102.
- Tilahun, S., Choi, H.R., Park, D.S., Lee, Y.M., Choi, J.H., Baek, M.W., Hyok, K., Park, S.M., Jeong, C.S., 2020. Ripening Quality of Kiwifruit Cultivars is Affected by Harvest Time. *Scientia Horticulturae*, 261, 108936.
- Titeli, V.S., Michailidis, M., Tanou, G., Molassiotis, A., 2023. Physiological and Metabolic Traits Linked to Kiwifruit Quality. *Horticulturae*, 9, 915.
- TÜİK, 2025. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Tarımsal Üretim İstatistikleri. Web Sitesi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr/> Erişim tarihi: 02.02.2025.
- Wang, M.Y., MacRa, E., Wohlers, M., Marsh, K., 2011. Changes in Volatile Production and Sensory Quality of Kiwifruit during Fruit Maturation in *Actinidia deliciosa* 'Hayward' and *A. chinensis* 'Hort16A'. *Postharvest Biology and Technology*, 59, 16–24.
- Wang, H., Wang, C., Peng, Z., Sun, H., 2022. Feasibility Study on Early Identification of Freshness Decay of Fresh-cut Kiwifruit during Cold Chain Storage by Fourier Transform-Near Infrared Spectroscopy Combined with Chemometrics. *Journal of Food Science*, 87, 3138–3150.
- Wei, L., Guohua, H., 2015. Kiwi Fruit (*Actinidia chinensis*) Quality Determination Based on Surface Acoustic Wave Resonator Combined with Electronic Nose. *Bioengineered*, 6(1), 53–61.
- Wojdyło, A., Nowicka, P., Oszmiański, J., Golis, T., 2017. Phytochemical Compounds and Biological Effects of *Actinidia* Fruits. *Journal of Functional Foods*, 30, 194–202.
- Zhang, J., Gao, N., Shu, C., Cheng, S., Sun, X., Liu, C., Xin, G., Li, B., Tian, J., 2021. Phenolics Profile and Antioxidant Activity Analysis of Kiwi Berry (*Actinidia arguta*) Flesh and Peel Extracts from Four Regions in China. *Frontiers in Plant Science*, 12, 689038.

Soğukta Muhafaza Edilen Geççi Şeftali Çeşitlerinin Fenolik İçeriği Üzerine Uçucu Yağ Emdirilmiş Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Etkisi

Gizem ALKIN¹ 

Kenan KAYNAŞ¹ 

Mehmet Ali GÜNDOĞDU¹ 

Mustafa SAKALDAŞ² 

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki MYO Gıda İşleme Bölümü, Çanakkale, Türkiye

Öz

Bu çalışmada, şeftali meyvesinin modifiye atmosfer paketleme (MAP) ve uçucu yağ uygulamaları ile birlikte uzun süre depolanmasının, son yıllarda insan beslenmesinde öne çıkan toplam fenolik içeriği değişimine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ‘ANET 55’, ‘ANET 33’ ve ‘ANET 30’ şeftali çeşitleri 5 gruba ayrılmıştır. Meyveler, 0±1°C ve %90±5 oransal nem koşullarında 60 gün süreyle depolanmıştır. 1. grup meyveler kontrol olarak ayrılmıştır. 2. grup meyveler uçucu yağların etkisini tespit etmek amacıyla yalnızca MAP torbalarında depolanmıştır. 3., 4. ve 5. grup meyveler ise sırasıyla kekik yağı, acı badem yağı ve bu iki yağın karışımının emdirildiği MAP torbalarında depolanmıştır. ‘ANET 33’ çeşidinde kontrol grubunda en düşük (95,85 mg/100 ml GAE) MAP K. ve MAP III uygulamalarında ise en yüksek (142,51 mg/100 ml GAE, 129,58 mg/100 ml GAE) fenolik değerleri tespit edilmiştir. ‘ANET 55’ çeşidinde en yüksek fenolik miktarının tespit edildiği uygulamalar kontrol (132,98 mg/100 ml GAE), MAP K. (130,11 mg/100 ml GAE) ve MAP I (130,40 mg/100 ml GAE) uygulamaları olurken, MAP II ve MAP III uygulamalarında ise daha düşük fenolik değerleri tespit edilmiştir. ‘ANET 30’ çeşidinde ise kontrol grubu (141,14 mg/100 ml GAE), MAP K. (135,98 mg/100 ml GAE) ve MAP II (137,18 mg/100 ml GAE) grubu meyvelerinde en yüksek değerler tespit edilmiştir. MAP I ve MAP III uygulamaları ise sırasıyla diğer uygulamaları takip etmiştir. Dolayısıyla toplam fenolik içeriğinin depolama süresi, çeşit ve uygulama gibi birçok faktör karşısında tutarsız aktivite gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu yüzden şeftali depolamasında fenolik bileşiklerin aktivitesi üzerine daha detaylı çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Modifiye atmosfer depolama, kekik yağı, acıbadem yağı, fenolik içeriği.

Effect of Essential Oil Impregnated Modified Atmosphere Packaging Applications on Phenolic Content of Late Peach Varieties Stored in Cold Storage

Abstract

This study aimed to investigate the effect of long-term storage of peach fruit with modified atmosphere packaging (MAP) and essential oil applications on the change in total phenolic content, which has become prominent in human nutrition in recent years. For this purpose, peach varieties ‘ANET 55’, ‘ANET 33’ and ‘ANET 30’ were divided into 5 groups. Fruits were stored for 60 days at 0±1°C and 90±5% relative humidity. Group 1 fruits were separated as control. Group 2 fruits were stored only in MAP packages to determine the effect of essential oils. The 3rd, 4th and 5th group fruits were stored in MAP bags impregnated with thyme oil, bitter almond oil and a mixture of these two oils, respectively. In the ‘ANET 33’ variety, the lowest phenolic values (95.85 mg/100 ml GAE) were detected in the control group and the highest (142.51 mg/100 ml GAE, 129.58 mg/100 ml GAE) in the MAP K. and MAP III applications. In the ‘ANET 55’ variety, higher phenolic values were detected in control (132.98 mg/100 ml GAE), MAP K. (130.11 mg/100 ml GAE) and MAP I (130.40 mg/100 ml GAE) applications, while lower phenolic values were detected in MAP II and MAP III applications. In the ‘ANET 30’ variety, the highest values were determined in the fruits of the control group (141.14 mg/100 ml GAE), MAP K. (135.98 mg/100 ml GAE) and MAP II (137.18 mg/100 ml GAE) groups. MAP I and MAP III applications followed the other applications respectively. Therefore, it was concluded that total phenolic content showed inconsistent activity against many factors such as storage time, variety and application. Therefore, it is thought that more detailed studies are needed on the activity of phenolic compounds in peach storage.

Keywords: Modified atmosphere storage, thyme oil, bitter almond oil, phenolic content.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: G. Alkin; gizem_alkin@hotmail.com

Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Gizem ALKIN  <https://orcid.org/0000-0002-8552-0739>

Mehmet Ali GÜNDOĞDU  <https://orcid.org/0000-0002-5802-5505>

Kenan KAYNAŞ  <https://orcid.org/0000-0002-5925-721X>

Mustafa SAKALDAŞ  <https://orcid.org/0000-0002-4105-6399>

Giriş

Rosaceae familyasına ait olan şeftali (*Prunus persica* L.) dünya çapında uygun iklimlerde

yaygın olarak yetiştirilmektedir (Lurie ve Cristosto, 2005). Önemli çekirdekli meyvelerden biri olarak kabul edilen şeftali, lezzetli tadı ve

tüketici tarafından sevilen bir ürün olması sebebi ile uluslararası pazarda büyük talep görmektedir.

Bunun yanı sıra şeftali A ve C vitaminleri dahil olmak üzere yüksek düzeyde antioksidanlar, karotenoidler, fenolik bileşikler ve antikanserojen bileşikler içermesi nedeniyle yüksek besin değeri sergilemektedir. (Gil ve ark., 2002; Durst ve Weaver, 2013).

Ayrıca şeftalilerin fenolik asitler, flavonoller ve antosiyaninler dahil olmak üzere başlıca fenolik kaynağı olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Tomás-Barberán ve ark., 2001). Dolayısıyla kuvvetli antioksidan özelliklerinden dolayı fenoller son yıllarda daha fazla dikkat çeken biyoaktif bileşikler arasındadır. Fenolik bileşikler, meyvenin duysal özelliklerine katkısının yanı sıra, kanser ve kardiyovasküler gibi oksidatif stresin neden olduğu çeşitli dejeneratif hastalık risklerini azaltmaya katkıda bulunabilecek anti-mikrobiyal, anti-inflamatuvar ve antioksidan aktiviteler gibi sayısız biyolojik ve fizyolojik işlevler sergilemektedir. (Sun ve ark., 2002; Noratto ve ark., 2009). Son yıllarda yapılan çalışmalarda fenolik bileşiklerin antikanserojen etkisine bağlı olarak bu bileşiklerce zengin meyvelere olan talep sürekli artmaktadır (Manach ve ark., 2004; Scalbert ve ark., 2005).

Ayrıca, fenolik bileşikler meyve kalitesinde yer almakta ve reaktif oksijen türlerine karşı oldukça yüksek bir süpürme aktivitesi göstermektedir (Rice-Evans ve ark., 1997; Tomás-Barberán ve Espín, 2001). Fenolikler genellikle bitki dokusunda soğuk stresi altında birikmekte ve kararsız yapılarından dolayı pH, oksijen, depolama sıcaklığı ve periyodu gibi çeşitli ortam streslerine karşı toleransları düşük olmaktadır (Pennycooke ve ark., 2005). Fenoliklerle ilgili söz konusu bu çoklu karakterler, farklı düşük sıcaklık stresi altında fenolik bileşiklerin karmaşık veya tutarsız stres reaksiyonlarını ortaya çıkarabilmektedir. Fenolik bileşiklerin bitkilerde birçok fizyolojik olayda olduğu kadar meyvelerde kalite kriterlerinde (renk, tat vb.) etkili olduğu bilinmektedir. Bu bileşikler meyve suyu işleme endüstrisinde çamur oluşumuna ve bulanıklığa neden olmaktadır (Gündoğdu, 2019). Son yıllarda yapılan çalışmalarda fenolik bileşiklerin şeftalide yukarıda bahsi geçen kalite kriterleri üzerindeki etkilerinin ve antikanserojen etkilerinin ortaya konmasıyla bu bileşiklerce

zengin meyvelere olan talep sürekli artmaktadır (Manach ve ark., 2004; Scalbert ve ark., 2005).

Şeftali mezokarp dokusu, hasat ve hasat sonrası işleme sırasında zedelendiğinde veya yaralandığında kahverengiye dönme eğilimi gösterir. Esmerleşme, öncelikle polifenolik bileşiklerin polifenol oksidaz enzimi tarafından oksidasyonundan kaynaklanır (Hansche ve Boynton, 1986). Bu reaksiyon, kahverengi renkli pigmentler oluşturmak için hızla polimerize olan kinonların oluşumuyla sonuçlanır. Oksitlenmiş fenolik bileşikler, meyvenin duysal özelliklerini değiştirerek renk, acılık ve burukluk üretir (Jaworski ve Lee, 1987). Kimyasal özellikleri benzer olduğu için tek tek fenolik bileşikleri ölçmek zordur (Jaworski ve Lee, 1987).

Şeftali oldukça çabuk bozulur ve uzun süreli soğuk depolamaya uygun değildir. 0°C'de tutulan çoğu şeftali çeşidinin depolama ömrü 2-3 haftadır. Meyve ayrıca üşüme hasarına karşı hassastır (Anderson ve Penney, 1975). Şeftalide meydana gelen hasat sonrası kayıpların önüne geçmek amacıyla yapılan soğukta depolama önemli bir yöntemdir. Soğukta depolama meyvenin depolama süresince kalitesini korumak için tek başına yeterli olamamaktadır. Depolama öncesi, meyvelerin seçimi, depolama sıcaklığı ve farklı hasat sonrası uygulamalar muhafaza süresince meyve kalitesinin korunmasına yardımcı olan diğer önemli faktörlerdir.

Soğukta muhafaza sırasında kullanılan önemli depolama tekniklerinden bir tanesi modifiye atmosfer paketleme (MAP) tekniğidir. Ürünleri çevreleyen atmosfer bileşiminin değiştirilmesi esasına dayanan bu teknik, farklı gaz geçirgenliğine sahip plastik film veya torbalar kullanılarak kapalı şartlarda ürünlerin solunumları sonucu ortamdaki O₂ 'nin azalması ve CO₂ 'in yükselmesi esasına dayanmaktadır (Gil ve ark., 1996; Artés ve ark., 2000). Ürünlerin muhafaza edildiği paketler içerisinde meydana gelen düşük O₂ ve yüksek CO₂ konsantrasyonları depolanan ürünlerin solunum hızları ve etilen üretimlerini yavaşlatmaktadır. Dolayısıyla solunum hızlarının ve etilen üretimlerinin yavaşlatılması ile birlikte de olgunlaşma gecikmekte, şeker ve asitlerin tüketilmesi sınırlandırılmaktadır. Bunun yanı sıra, MAP koşullarında depolamanın solunuma bağlı olarak gelişen nem ve ısı oluşumunu azalttığı, klorofil parçalanmasını ve enzimatik esmerleşmeleri

engellendiği bilinmektedir (Üçüncü, 2007). Bu nedenle taze şeftalilerde kalite kaybını önlemek için meyve olgunlaşmasının kontrol edilmesi önemli bir husustur (Kim ve ark., 2001).

Bu çalışmada şeftali, tek başına MAP ve uçucu yağların emdirilmiş olduğu 3 farklı MAP torbalarda muhafaza edilmiştir. Meyvelerde gerçekleştirilen toplam fenolik bileşik ölçümleriyle uygulamaların ve depolama süresinin fenolik metabolizma üzerindeki etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ile birlikte hasat sonrası uygulamaların fenolik bileşikler üzerinde etkisi olup olmadığı tespit edilerek, iç kararına eğilimi daha az olan, fenolik bileşiklerce zengin şeftalilerin seçilmesine ve fenolikler üzerine etkili olan hasat sonrası uygulamaların tespit edilmesine yol açabilir. Bu, üretici açısından artan gelir ve uzun bir süre boyunca daha iyi pazarlama ile sonuçlanabilir.

Materyal ve Metot

Çalışmanın bitkisel materyali olan meyveler, Çanakkale ili Kumkale yöresinde AEP Anadolu Etap Penkon Gıda ve Tarım Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.'ne ait 6.200 dekarlık alanda tesis edilmiş bahçede bulunan ve orijini İspanya olan, 'ANET 55', 'ANET 33' ve 'ANET 30' şeftali çeşidine ait 7 yaşlı ağaçlardan temin edilmiştir. Söz konusu çeşitler, çok geçici olup, sarı et ve sarı kabuk rengindeki bu meyveler lifli et yapıları ve yüksek su oranı içermesi nedeniyle, taze tüketim ve şoklanarak dondurma sanayinde kullanılan çeşitlerdir. Çalışmada kullanılan meyveler sertlik (7,81 kg), suda eriyebilir toplam kuru madde (%11,37), titre edilebilir asitlik (0,570 g.100 g⁻¹) ve kabuk rengi değerleri dikkate alınarak hasat edilmiştir (Kaynaş vd. 2022). 'ANET 33' ve 'ANET 55' şeftali çeşitlerinin meyveleri 28.09.2021 tarihinde, 'ANET 30' çeşidi ise 15.10.2021 tarihinde hasat edilmiş ve bölümümüz soğuk hava depolarına getirilerek denemeler kurulmuştur.

Çalışmada yer alan meyveler hasattan hemen sonra 0±1°C sıcaklık, %90±5 oransal neme sahip Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi (ÇOMÜ) Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait soğuk depo tesislerinde muhafazaya alınmıştır. Uçucu yağlar içerisinde daha önce daldırma veya püskürtme şeklindeki uygulamalardan başarılı sonuç alınmış olan kekik yağı (*Thymus*

vulgaris L.) ve acı badem yağı (*Prunus amygdalus* var. *amara*) ve bu iki yağın kombinasyonu olmak üzere 3 ayrı torba kullanılmıştır. Bu kapsamda kekik yağı ve acı badem yağı hacimsel olarak %0.5 dozunda su içerisinde yüksek hızda mikserlerle karıştırılarak homojenize edilmiş ve tam dağılım sağlanarak polietilen torbalara ekstrüzyon yapılmıştır. Bu aşamada elde edilen polietilen torbalar modifiye atmosfer paketlenme (MAP) çalışmalarında kullanılmıştır. Ayrıca uçucu yağlar emdirilmiş polietilen torbaların etkisini saptamak amacıyla LDPE torbalar kontrol olarak kullanılmıştır. Depolama çalışmalarında;

1-Kontrol (Normal atmosferde soğukta depolama) : Hiçbir uygulama yapılmadan plastik kasalar içerisinde depolama.

2-MAP Kontrol (Modifiye atmosferde soğukta muhafaza) : LDPE torbalarda plastik kasalar içerisinde depolama.

3-MAP I: Kekik yağı (%0.5) emdirilmiş LDPE torbalarda depolama

4-MAP II: Acı badem yağı (%0.5) emdirilmiş LDPE torbalarda depolama

5-MAP III: Kekik yağı (%0.5) + Acı badem yağı (%0.5) emdirilmiş LDPE torbalarda depolama

Depolama süresi 60 gün olarak belirlenmiş ve meyveler 15 gün arayla çıkarılarak kalite özelliklerinde meydana gelen değişim saptanmıştır. Depolama dönemleri sonunda şeftali meyveleri püre haline getirilmiş, elde edilen pürelerden 5 g tartılarak 20 ml metanol:su karışımı ile homojenizatör yardımıyla ekstrakte edilmiştir. Ekstrakte edilen örnekler filtre kağıdı ile süzülerek tortulardan ayrılmış ve süzme işleminden sonra analizlerde kullanılmak üzere ekstrakt 50 ml'lik falkon tüplerine alınmıştır.

Örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı FolinCiocalteu metoduna göre belirlenmiştir. Ekstraktan 100 µl örnek alınarak 3400 µl saf su ile seyreltilmiştir. Uygun oranda seyreltilen ekstrakt üzerine 2000 µl FolinCiocalteu çözeltisi ve 2000 µl sodyum karbonat çözeltisi ilave edilmiş ve 15 sn vortexlenerek homojen hale getirilen karışım 30 dk sıcak su banyosunda bekletilmiştir. Bekletme sonrasında 765 nm dalga boyunda absorban değerleri okunmuştur. Gallik asit standardı ile hazırlanan kalibrasyon kurvesinden yararlanılarak örneklerde bulunan toplam fenolik madde miktarı hesaplanmış ve mg

Gallik Asit Eşdeğeri (GAE) mg/100 ml cinsinden verilmiştir (Singleton ve Rossi, 1965).

Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her tekerrürde 20 adet meyve kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, “SAS ver.9” istatistik paket programı yardımıyla varyans analizine ve çoklu karşılaştırma testine tabi tutulmuş ve LSD testiyle değerlendirilmiştir ($p \leq 0,05$). Bazı özelliklerdeki değişimler ortalama değerler dikkate alınarak çizgi, sütun grafiklerle özetlenmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

‘ANET 55’ şeftali çeşidi meyvelerinde muhafaza periyodu boyunca fenolik bileşiklerin değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 1’de verilmiştir. Başlangıçta 112,88 mg/100 ml GAE olan fenolik bileşikler 15. günde 122,03 mg/100 ml GAE değeriyle artış göstermiştir. 30. günde 116,00 mg/100 ml GAE değeri ile ufak bir azalış göstermiş 45. günde tekrar artışa geçmiştir ve depolama sonunda 124,94 mg/100 ml GAE değeri tespit edilmiştir. Dolayısıyla depolama dönemlerine göre fenolik bileşiklerin değişimi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Depolama uygulamalarına bakıldığında ise en yüksek fenolik miktarının tespit edildiği uygulamalar kontrol (132,98 mg/100 ml GAE),

MAP K. (130,11 mg/100 ml GAE) ve MAP I (130,40 mg/100 ml GAE) uygulamaları olmuştur ve bu uygulamaların arasındaki farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır. MAP II ve MAP III uygulamalarında ise daha düşük fenolik değerleri tespit edilmiştir. Burada kontrol grubu meyveleri ile MAP K. ve MAP I uygulamaları arasında istatistiksel olarak fark tespit edilmemesi dikkat çeken bir sonuç olmuştur.

‘ANET 33’ şeftali çeşidi meyvelerinde ise depolama dönemi boyunca fenolik miktarlarında tespit edilen değişimler Çizelge 2’de verilmiştir. Depolamanın 15. gün (106,05 mg/100 ml GAE) ve 30. günlerinde (159,42 mg/100 ml GAE) fenolik miktarlarında şiddetli artışlar tespit edilmiştir. 45. günde (138,13 mg/100 ml GAE) ise bir azalışın meydana geldiği görülmüştür ve depolama sonunda fenolik miktarı yine artışa geçerek 141,89 mg/100 ml GAE değeri tespit edilmiştir. Depolama süresinin uzamasıyla beraber farklı miktarlarda azalış ve artışların tespit edildiği fenolik miktarlarında muhafaza periyodu boyunca meydana gelen farklar istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Ayrıca, tüm uygulamalarda şeftali meyvesinin fenolik konsantrasyonundaki müteakip azalma eğilimi, depolamanın sonunda yaşlanma fenomeni ve enzimatik aktivite nedeniyle fenoliklerin parçalanması ile ilişkilendirilebilir (Fawole ve Opara, 2013).

Çizelge 1. ‘ANET 55’ şeftali çeşidinde farklı depolama uygulamalarının toplam fenolik değerindeki değişime etkileri

Uygulama	0. Gün	15. Gün	30. Gün	45. Gün	60. Gün	Ortalama
Kontrol	112,88 c-g	129,33 b-e	136,12 a-d	162,95 a	123,61 c-f	132,98 A
MAP K.	112,88 c-g	130,76 a-e	107,87 d-g	160,09 ab	138,98 a-d	130,11 A
MAP I	112,88 c-g	115,74 c-f	143,63 abc	122,17 c-f	157,58 ab	130,40 A
MAP II	112,88 c-g	95,71 fg	98,57 efg	123,61 c-f	111,44 c-g	108,44 B
MAP III	112,88 c-g	138,63 a-d	93,80 fg	82,83 g	93,08 fg	104,24 B
Depo. Süre. Ort.	112,88 A	122,03 A	116,00 A	130,33 A	124,94 A	17.628
LSD (p<0,05)	17.268					

LSD (Uyg. x Süre) $p \leq 0,05$: 32.833

*İstatistik olarak farklı sınıflar süre ve uygulamalar ortalamalarında büyük, interaksyonda küçük harflerle gösterilmiştir.

Fenolik değerlerindeki değişimler depolama uygulamaları açısından incelendiğinde ise en düşük fenolik miktarının kontrol grubu (95,85 mg/100 ml GAE) meyvelerinde tespit edildiği görülmüştür. En yüksek değerler ise MAP K. (142,51 mg/100 ml GAE) ve MAP III (129,58 mg/100 ml GAE) uygulamalarında saptanmış ve

bu değerleri MAP I (113,02 mg/100 ml GAE) ve MAP II (125,89 mg/100 ml GAE) uygulamalarının takip ettiği görülmüştür. Dolayısıyla farklı uygulamaların depolama süresince meyvelerdeki fenolik miktarları üzerine etkisi istatistiksel anlamda önemli ($p \leq 0,05$) bulunmuştur.

Çizelge 2. ‘ANET 33’ şeftali çeşidinde farklı depolama uygulamalarının toplam fenolik değerindeki değişime etkileri

Uygulama	0.Gün	15. Gün	30. Gün	45. Gün	60. Gün	Ortalama
Kontrol	61.37 ı	94.03 ghı	125.75 defg	116.45 ef-h	81.63 hı	95.85 B
MAP K.	61.37 ı	81.16 hı	117.89 ef-h	160.09 cd	292.06 a	142.51 A
MAP I	61.37 ı	100.72 fg-ı	147.21 cde	133.62 defg	122.17 d-h	113.02 AB
MAP II	61.37 ı	137.66 def	187.51 bc	133.62 defg	109.30 ef-h	125.89 AB
MAP III	61.37 ı	116.67 ef-h	218.73 b	146.85 cde	104.29 fgh	129.58 A
Depo. Süre. Ort.	61.37 C	106.05 B	159.42 A	138.13 AB	141.89 A	32.585
LSD (p<0.05)	32.585					

LSD (Uyg. x Süre) p<0.05: 41.93

*İstatistiki olarak farklı sınıflar süre ve uygulamalar ortalamalarında büyük, interaksyonda küçük harflerle gösterilmiştir.

‘ANET 30’ şeftali çeşidi meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen fenolik miktarlarındaki değişimler Çizelge 3’de verilmiştir. Bulgularımıza göre, başlangıçta 102,86 mg/100 ml GAE olan fenolik miktarı depolama sonunda 162,81 mg/100 ml GAE olarak tespit edilmiştir. Depolama dönemi boyunca meyvelerdeki fenolik miktarında diğer çeşitlerimize kıyasla istikrarlı artışlar tespit edilmiştir. Depolama dönemleri ortalamaları arasındaki bu farklar istatistiksel anlamda önemli (p<0,05) bulunmuştur.

Fenolik miktarlarının derim sonrası uygulamalara göre değişimine bakıldığında ise kontrol grubu (141,14 mg/100 ml GAE), MAP K. (135,98 mg/100 ml GAE) ve MAP II (137,18 mg/100 ml GAE) grubu meyvelerinde en yüksek değerler tespit edilmiştir. MAP I ve MAP III uygulamaları ise sırasıyla 127,04 mg/100 ml GAE ve 114,52 mg/100 ml GAE değerleri ile diğer uygulamaları takip etmiştir. Sonuç olarak derim sonrası uygulamaların fenolik miktarına etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır.

Çizelge 3. ‘ANET 30’ şeftali çeşidinde farklı depolama uygulamalarının toplam fenolik değerindeki değişime etkileri

Uygulama	0.Gün	15. Gün	30. Gün	45. Gün	60. Gün	Ortalama
Kontrol	102.86 ef	127.18 c-f	119.29 c-f	151.50 bc	204.84 a	141.14 A
MAP K.	102.86 ef	117.88 c-f	139.70 b-e	145.06 b-e	174.39 ab	135.98 A
MAP I	102.86 ef	108.23 def	136.12 b-f	139.34 b-e	148.64 bcd	127.04 AB
MAP II	102.86 ef	150.91 bc	145.66 bcd	146.09 bcd	140.38 b-e	137.18 A
MAP III	102.86 ef	111.80 c-f	96.42 f	115.74 c-f	145.78 bcd	114.52 B
Depo. Süre. Ort.	102.86 C	123.20 B	127.44 B	139.55 B	162.81 A	19.259
LSD (p<0.05)	19.259					

LSD (Uyg. x Süre) p<0.05: 42.49

*İstatistiki olarak farklı sınıflar süre ve uygulamalar ortalamalarında büyük, interaksyonda küçük harflerle gösterilmiştir.

Şeftalilerde dört sıcaklıkta (0, 2, 4 ve 6 °C) soğutma sıcaklıklarının, uzun süreli soğuk depolama boyunca şeftali meyvesinin fenolik metabolizma üzerindeki etkisinin değerlendirildiği çalışmada tespit edilen bireysel fenoliklerin içeriği çalışmamızla benzer şekilde önce sürekli olarak zirveye yükselmiş ve daha sonraki depolama periyodunda sürekli azalma göstermiştir ayrıca tepe değeri farklı fenolikler açısından tutarsız bulunmuştur (Liu ve ark., 2019).

Bir hasat sonrası uygulaması olan putresin'in şeftali meyvesi üzerindeki kalitesi ve biyoaktif

bileşikleri üzerindeki etkilerinin saptanması amacıyla yapılan bir çalışmada, çalışmamızın aksine depolama süresince fenolik içeriklerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Ancak yapılan uygulamaların kontrol grubuna göre fenolik bileşiklerin parçalanmasını daha fazla engellediği tespit edilmiştir (Kibar ve ark., 2021).

Şeftali meyvesinin olgunlaşma sürecinde 1-metilsiklopropene (1-MCP) tepki olarak hasat sonrası kalitesinin, fenolik bileşiklerin ve toplam antioksidan aktivitesinin araştırıldığı bir çalışmada, yapılan uygulamanın şeftali meyvelerinde pozitif olarak tanımlanan fenolik

bileşiklerin tepe değerlerinin başlangıcını etkili bir şekilde ertelediği tespit edilmiştir. Toplam fenoliklerin içeriği ilk önce artmış ve daha sonra olgunlaşma periyodu ile azalmıştır. Toplam fenolik içeriğinin, olgunlaşma sırasında tipik bir tepe değeri ile etilen üretimine benzer bir klimakterik model sergilediği görülmüştür. Bu sonuçlar, 1-MCP uygulamasının meyve kalitesini korumak için iyi bir uygulama olduğunu, ancak çalışmamızla benzer şekilde fenolik metabolizma ve antioksidan aktivite üzerinde karmaşık etkileri olabileceğini göstermiştir (Liu ve ark., 2015).

Robertson ve ark., (1990), şeftali meyvesinin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde soğuk depolama ve olgunlaştırmanın etkilerini belirlemek amacıyla çalışma yapmışlardır. Bu çalışma ile birlikte, meyvelerde yapılan analizler sonucunda toplam fenoliklerin olgunluğa göre önemli ölçüde değişmediğini tespit etmişlerdir.

Sonuç

Çalışmamızda, depolama süresince farklı hasat sonrası uygulamaların meyvelerin toplam fenolik içeriği üzerine etkileri bakımından farklı sonuçlar elde edilmiştir. ‘ANET 55’ çeşidinde kontrol grubu ile MAP K. ve MAP I uygulamalarının en yüksek değerleri vermesi ve aynı istatistiki sınıf içerisinde yer alması nedeniyle, bu çeşitte yapılan hasat sonrası uygulamalar toplam fenolik miktarı üzerinde etkili bulunmamıştır. ‘ANET 33’ çeşidinde kontrol grubu meyvelerinde en düşük, MAP uygulamalarının tümünde ise kontrole göre daha yüksek toplam fenolik miktarlarının tespit edilmesi ile birlikte bu söz konusu çeşitte yapılan depolama uygulamalarının toplam fenolik miktarına etkisi önemli bulunmuştur. ‘ANET 30’ çeşidinde ise ‘ANET 55’ çeşidinde elde edilen sonuçlara benzer bir şekilde kontrol, MAP K. ve MAP II uygulamalarının en yüksek değerleri göstermesi ve aynı istatistiki sınıfta yer alması ile depolama uygulamalarının meyvelerdeki toplam fenolik metabolizması üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Depolama dönemlerine bakıldığında ise diğer çeşitlerde depolama sonuna kadar artış azalışlarla devam eden toplam fenolik değerleri ‘ANET 30’ çeşidinde depolamanın başlangıcından sonuna kadar istikrarlı bir şekilde artış göstermiştir. Dolayısıyla depolama sonunda en yüksek toplam fenolik miktarının tespit edildiği çeşit olmuştur. Bu, çalışmamızın önemli sonuçlarından biridir.

Özetle çeşit bazında incelediğimizde toplam fenolik içerikleri, çeşitler arasında ve hasat sonrası uygulamalar arasında tutarsız aktiviteler ve büyük farklılıklar göstermiştir. Ancak genel anlamda bakıldığında depolama periyodu boyunca görülen artış ve azalışlara rağmen meyvelerde toplam fenolik değerleri çok fazla düşüş göstermemiş ve çalışma genel olarak yüksek değerlerle sonuçlanmıştır.

Elde ettiğimiz tüm bu veriler sonucunda son yıllarda beslenmede önemi giderek artan ancak tutarsız aktivitesiyle bilinen toplam fenoliklerin hasat sonrası uygulamalara ve depolama süresine göre değişimi hakkında yapılacak daha detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır ve bulgularımızın bu çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Proje No 5200116 - TÜBİTAK – 1505 Üniversite-Sanayi İşbirliği Destek Programı tarafından desteklenmiştir.

Bu çalışma FYL-2021-3759 proje numarasıyla Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Anderson, R.E., Penney, R.W., 1975. Intermittent warming of peaches and nectarines stored in a controlled atmosphere or air. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 100(2):151-153.
- Artés, F., Tudela, J.A., Villaescusa, R., 2000. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. *Postharvest Biology and Technology*, 18(3), 245-251.
- Durst, R.W., Weaver, G.W., 2013. Nutritional content of fresh and canned peaches. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(3), 593-603.
- Fawole, O.A., Opara, U.L., 2013. Effects of maturity status on biochemical content, polyphenol composition and antioxidant capacity of pomegranate fruit arils (cv. ‘Bhagwa’). *South African Journal of Botany*, 85, 23-31.
- Gil, M.I., Sánchez, R., Marín, J.G., Artés, F., 1996. Quality changes in pomegranates during ripening and cold storage. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 202, 481-485.

- Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Kader, A.A., 2002. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(17), 4976-4982.
- Gündoğdu, M. (2019). Effect of rootstocks on phytochemical properties of apricot fruit. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 43(1), 1-10.
- Hansche, P.E., & Boynton, B., (1986). Heritability of enzymatic browning in peaches.
- Jaworski, A.W., Lee, C.Y., 1987. Fractionation and HPLC determination of grape phenolics. *Journal of agricultural and food chemistry*, 35(2), 257-259.
- Kaynaş, K., Alkın, G., Çiftci, H. N., Kıyı, H., Aktürk, C., Yaman, Ş., 2022. ANET 30 Şeftali Çeşidinin Depolanmasında 1-Metilsiklopropan ve Modifiye Atmosfer Paketlemenin Kalite Özelliklerine Etkileri. *COMU Journal of Agriculture Faculty/ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(1).
- Kibar, H., Taş, A., Gündoğdu, M., 2021. Evaluation of biochemical changes and quality in peach fruit: Effect of putrescine treatments and storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 102, 104048.
- Kim, I. S., Choi, C.D., Lee, H.J., Byun, J.K. 2001., Effects of aminoethoxyvinylglycine on preharvest drop and fruit quality of Mibaekdo'peaches. In IX International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production 653 (pp. 173-178).
- Liu, H., Cao, J., Jiang, W., 2015. Changes in phenolics and antioxidant property of peach fruit during ripening and responses to 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, 108, 111-118.
- Liu, H., Jiang, W., Cao, J., Li, Y., 2019. Effect of chilling temperatures on physiological properties, phenolic metabolism and antioxidant level accompanying pulp browning of peach during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 255, 175-182.
- Lurie, S., Crisosto, C.H., 2005. Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest biology and technology*, 37(3), 195-208.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L., 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747.
- Noratto, G., Porter, W., Byrne, D., Cisneros-Zevallos, L., 2009. Identifying peach and plum polyphenols with chemopreventive potential against estrogen-independent breast cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(12), 5219-5226.
- Pennycooke, J.C., Cox, S., Stushnoff, C., 2005. Relationship of cold acclimation, total phenolic content and antioxidant capacity with chilling tolerance in petunia (*Petunia× hybrida*). *Environmental and Experimental Botany*, 53(2), 225-232.
- Rice-Evans, C., Miller, N., Paganga, G., 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in plant science*, 2(4), 152-159.
- Robertson, J.A., Meredith, F.I., Horvat, R.J., Senter, S.D., 1990. Effect of cold storage and maturity on the physical and chemical characteristics and volatile constituents of peaches (cv. Cresthaven). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38(3), 620- 624.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L., 2005. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. *Critical reviews in food science and nutrition*, 45(4), 287-306.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Sun, J., Chu, Y.F., Wu, X., Liu, R.H., 2002. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Fruits. *J. Agric. Food Chem.* 50 (25), 7449–7454.
- Tomás-Barberán, F.A., Espín, J.C., 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81(9), 853-876.
- Üçüncü, M., 2007. Gıda ambalajlama teknolojisi. Yayınevi: Meta Basım Matbaacılık, İzmir.

Kademeli Olarak Artırılan Depolama Sıcaklığının ‘Sweetheart’ Kiraz Çeşidinde Raf Ömrü ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

Okan ÖZKAYA¹ 

Ebru KURT¹ 

Hatice DEMİRCİOĞLU¹ 

Edanur ÇAĞIMLAR¹ 

Aslıhan AĞAR ÖZKAYA² 

Ömür DÜNDAR¹ 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi Pozantı Meslek Yüksekokulu, Adana, Türkiye

Öz

Bu çalışmada kademeli olarak artırılan sıcaklık derecelerinin (0, 5 ve 10 °C) ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi meyvelerinin 10 günlük muhafazası boyunca raf ömrü ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Kiraz meyvesinin üretiminden pazara kadar olan süreçte karşılaşılan olağan sıcaklık değişimleri göz önüne alınarak bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada kirazlar 0°C ön soğutma suyundan geçirilerek meyve yüzeyindeki su kalıntıları kuruduktan sonra meyveler modifiye atmosfer poşet ve delikli poşetlere konulmuştur. Muhafaza sıcaklığı kademeli olarak artırılan meyveler %90-95 oransal nem (ON)’de 10 gün muhafaza edilmiş ve muhafaza sonrası 20°C ve %65 ON’de 3 gün raf ömrüne bırakılmıştır. Meyvelerde muhafaza ve raf ömrü süresince ağırlık kaybı (%), meyve rengi (h^a), meyve eti sertliği, suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asit miktarı (TEA), meyve şekeri, organik asit içeriği, antioksidan aktivitesi, toplam fenol içeriği, toplam antosiyanin, pitting (çöküntü) ve çürüme gibi fiziksel ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

Bu simülasyon çalışmasında yapılan değerlendirmeler sonucunda kademeli sıcaklık artışıyla ‘Sweetheart’ kiraz meyvesinde modifiye atmosfer poşet kullanımında kontrole göre çürüme miktarının az olduğu ve kalitenin korunduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kademeli sıcaklık, MAP, muhafaza, kiraz, kalite.

Effects of Gradually Increasing Storage Temperature on Shelf Life and Quality Criteria in Sweet Cherry cv. of ‘Sweetheart’

Abstract

In this study, the effects of 10 days of storage at gradually increasing temperatures (0, 5 and 10 °C) on shelf life and quality of fruit were investigated in the sweet cherry cv. of ‘Sweetheart’. A simulation study was conducted considering the usual temperature changes encountered in the process from the sweet cherry fruit production to market. In this study, the sweet cherries were passed through 0°C pre-cooling water and after the water residues on the fruit surface dried, the fruits were placed in modified atmosphere bags and perforated bags. The fruits, whose storage temperature was gradually increased, were stored at 90-95% relative humidity for 10 days and were left for a shelf life of 3 days at 20°C and 65% relative humidity after storage. Physical and chemical analyses such as weight loss (%), fruit color change (hue), fruit flesh firmness, total soluble solids, titratable acid content, fruit sugar, organic acid content, antioxidant activity, total phenol content, total anthocyanin, pitting (collapse) and decay were performed on the fruits during storage and shelf life.

As a result of the evaluations made in this simulation study, it was found that the amount of decay in the ‘Sweetheart’ cherry fruit was less and the quality was preserved when the modified atmosphere bag was used with a gradual temperature increase compared to the control.

Keywords: Gradual temperature, MAP, storage, sweet cherry, quality.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: Okan Özkaya; : okanozkaya@yahoo.com
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Okan ÖZKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9448-5576>

Hatice DEMİRCİOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2469-5030>

Aslıhan AĞAR ÖZKAYA  <https://orcid.org/0009-0004-0874-1636>

Ebru KURT  <https://orcid.org/0000-0003-0072-0879>

Edanur ÇAĞIMLAR  <https://orcid.org/0009-0006-5148-3761>

Ömür DÜNDAR  <https://orcid.org/0000-0002-2388-0333>

Giriş

Kiraz (*Prunus avium* L.)’ın parlak rengi, tadı, görünümü, meyve iriliği, meyve eti sertliği ve depolanabilirliği taze meyvenin pazarlanmasında önemli özelliklerindendir (Serrano ve ark., 2005; Ağlar ve ark., 2019). Kiraz meyvesi mükemmel

kalitesi nedeniyle tüketiciler tarafından en çok kabul gören meyve türlerinden bir tanesidir. Son yıllarda besin, lif, antioksidan ve antosiyanin içeriği nedeniyle insan sağlığına faydaları sayesinde üretimi ve tüketimi artmıştır. Fiziksel özelliklerinden dolayı çabuk bozulan bir meyve

olan kirazın hasat zamanı bölgesel farklılık göstererek kısa bir pazarlama sürecine sahiptir. Bu nedenle kirazın muhafaza ve raf ömrünün uzatılması hedeflenmektedir (Wani ve ark., 2014; Aglar ve ark., 2017). Kiraz, çoğunlukla taze olarak tüketilen klimakterik olmayan bir meyvedir. Tüketici için kabul edilen minimum kalite ile meyvenin olgunluğu gelişme aşaması olarak tanımlanır (Crisosto, 1994). Kirazda meyve eti sertliği hasat öncesi ve hasat sonrası meyve kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Kirazların derim olum kriterini belirlemek için meyve kabuk rengi (h°), meyve eti sertliği, suda çözünabilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA) önerilen parametrelerdir (Drake ve Elfving, 2002; Çalhan ve ark., 2014; Pereira ve ark., 2020; Crisosto ve ark., 2022). Tüketici kabul edilebilirliği için çeşide bağlı olarak minimum açık kırmızı renk ve %14-16 arasında SÇKM olması gerektiğini bildirilmiştir (Crisosto ve ark., 2003).

Dünya Gıda Örgütü (FAO) verilerine göre dünyada 2023 yılında 462 bin ha alanda 2.963.780 ton kiraz üretimi yapılmıştır. 2023 yılında dünyanın en büyük kiraz üreticileri Türkiye (736.791 ton), Şili (465.348 ton), ABD (2321.420 ton) ve Özbekistan (216.866) olmuştur (FAO, 2024).

Kiraz meyvesi hasat döneminden dolayı özellikle oda sıcaklığında muhafaza edildiğinde hızla bozulma sürecine girmektedir. Hasattan sonra kirazların hızlı bir şekilde su ile ön soğutması, hasat sonrası depolama sırasında doku hasarını ve kalite bozulmasını en aza indirebilmektedir. Meyve raf ömrünün uzatılması için ön soğutma uygulaması kullanılan en yaygın tekniktir. Erbaş ve Koyuncu (2022), 'Sweetheart' kiraz çeşidinde hasat öncesi ve sonrası uygulanan kalsiyum glukonatın (Ca-Glu) muhafaza sürecindeki fizikokimyasal ve biyoaktif özellikler üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Hasat öncesi dönemde %1 Ca-Glu uygulanmış, hasat sonrası ise meyveler Ca-Glu içeren veya yalnızca soğuk suya daldırılarak $1 \pm 0,5^\circ\text{C}$ 'de ve $\%90 \pm 5$ bağıl nemde 3 hafta süreyle depolanmıştır. Çalışma sonucunda, kombine Ca-Glu uygulamasının ağırlık kaybı, solunum hızı, sertlik, çürüme oranı, TEA ve duyu kalite kayıplarını azaltmada etkili olduğu belirlenmiştir.

Soğutmayla birlikte modifiye atmosfer paketlenme (MAP) kullanımı meyve kalitesinin

bozulmasını geciktirmeye yardımcı olmaktadır. Son zamanlarda sert çekirdekli meyvelerde hasat sonrasında MAP uygulamasının soğukta muhafaza süresinin uzatılmasında ve soğukta muhafazada meyve kalite kayıplarının en aza indirilmesinde etkili olduğu bildirilmektedir. Bu teknik, solunum hızını azaltmak ve küf gelişimini durdurmak veya geciktirmek (Yang ve ark., 2019) için kullanılmakta, böylece meyvelerin daha uzun süre depolanmasını sağlamaktadır. Soğuk muhafaza süresini uzatmak ve soğuk muhafazada meyve kalite kayıplarını en aza indirmek için kiraza uygulanan MAP'nin hasat sonrası meyve kalitesinin korunmasında potansiyel bir araç olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur (Serrano ve ark., 2005). Şen ve ark. (2016), farklı modifiye atmosfer ambalajlarında (MAP) ((MA1+MA2+MA3)/3) depolanan kiraz meyvelerinde, 21 günlük depolama süresi sonunda pitting (çöküntü) oluşmadığını, ancak 28. ve 35. günlerde sırasıyla %10,83 ve %26,41 oranlarında pitting görüldüğünü bildirmiştir. Ayrıca, MA1 ve MA3 ambalajlarının depolama ve raf ömrü süresince kiraz meyvelerinde çürüklük gelişimini MA2 ambalajına kıyasla daha etkin şekilde sınırladığı ve bu ambalajlar kullanılarak meyvelerin 21 günlük soğuk muhafazaya ek olarak 3 günlük raf ömrü süresince başarıyla korunabildiği belirtilmiştir. Özkaya ve ark. (2015) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ise, '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde 0°C 'de 8 gün depolama ve ardından 2 günlük raf ömrü koşullarında hızlı soğuk zincir ile modifiye atmosfer-modifiye nem (MA/MH) paketlenme uygulamalarının etkileri değerlendirilmiştir. Bu uygulamaların polifenol oksidaz (PPO), poligalakturnaz (PG) aktiviteleri, bireysel şeker ve organik asit içerikleri ile toplam antosiyanin miktarına etkileri araştırılmış; hızlı soğuk zincir ve MA/MH uygulanan meyvelerde ağırlık kaybı, meyve elastikiyeti, çöküntü miktarı, PG ve PPO enzim aktiviteleri ile görsel kalitenin kontrol grubuna göre daha iyi olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmada, kademeli olarak artırılan depolama sıcaklığının (0, 5 ve 10°C) 'Sweetheart' kiraz çeşidinin kalite parametreleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarı ve soğuk hava deposunda

yürütülmüştür. Çalışmanın bitkisel materyalini Adana yüksek yaylalarında yetiştirilen ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi oluşturmuştur. Depolama çalışmaları için pasif MAP kullanılmıştır.

‘Sweetheart’ kiraz çeşidi Kanada’da ıslah edilen, ağaçları yayvan taç oluşturan, kuvvetli gelişen ve erken meyveye yatan bir çeşittir. Meyveleri iri, kalp şeklinde ve parlak kırmızı renktedir. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinin meyve eti kızılımsı, sert, sulu, gevrek ve lezzetlidir. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi Haziran ayının son haftası ile Temmuz ayının ilk haftası arasında olgunlaşmaktadır. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi çatlamaya dayanıklı, kendine verimli ve meyve tutumu çok iyi olup birçok çeşit için iyi bir dölleyicidir.

Meyveler ticari olum aşamasında hasat edilip vakit kaybedilmeden laboratuvara getirilmiştir. Meyvelerde rastgele örnekleme sonrasında meyve çekirdek sıcaklığı 0 °C’ye düşene kadar hızlı bir şekilde ön soğutma işlemi yapılmıştır. Ön soğutma işlemi sonrasında meyveler renk, boyut, mekanik hasar, hastalık ve zararlı durumuna göre seçilmiştir. Seçilen sağlıklı ve bir örnek meyveler kontrol ve MAP uygulamaları için gruplandırılmıştır. Gruplar 0±0.5 °C, 5±0.5°C ve 10±0.5 °C olmak üzere 3 farklı sıcaklık derecesinde %85–%90 ON’de 10 gün muhafaza edilmiştir. Meyveler kademeli artan sıcaklıkta muhafaza sonrası 20 °C ve %55-65 ON’de 3 gün raf ömrü koşullarına alınmıştır. Muhafaza ve raf ömründe kiraz meyvelerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler yapılan periyodik analizler ile belirlenmiştir.

Muhafaza ve raf ömrü başlangıcında kiraz paketleri (500 g) etiketlenip ağırlıkları alınmış ve periyodik olarak ağırlıkları alınarak ağırlık kaybı başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Muhafaza periyodu ve raf ömrü süresince meydana gelen fizyolojik ve mantarsal nedenli çürümeler saptanarak % olarak hesaplanmıştır. Pitting (çöküntü) oluşumuna bakılmış ve % olarak hesaplanmıştır. Meyve kabuk rengi Minolta CR-400 renk ölçer ile her kirazın ekvator bölgesinden bir okuma şeklinde L*, a*, b* değerleri saptanmış ve arctan b/a formülünden yararlanılarak açısı değeri (h°) cinsinden ifade edilmiştir. Meyve dış görünümündeki genel görünüm 1-10 skalasına göre görsel olarak değerlendirilmiştir. Meyve

suyunda SÇKM miktarı (%) el refraktometresi ile saptanmıştır. Meyve suyunda pH değeri dijital pH metre ile ölçülmüştür. Meyve suyunda TEA miktarı (%) sitrik asit cinsinden (mg/100 g) ifade edilmiştir. Meyve suyunda toplam fenolik madde miktarı (mg gallik asit/L) Folin-Ciocalteu yöntemiyle (Cemeroğlu, 2013) ve antioksidan madde aktivitesi (%) DPPH yöntemiyle (Klimczak ve ark., 2007) spektrofotometrede belirlenmiştir.

Çalışma faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede her uygulama 3 tekrarlı ve her tekrarlama 1 paket (500 g) meyve olarak kurulmuş ve alınan sonuçların istatistik analizi JMP (13.2.0) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student’s t-test çoklu karşılaştırma testine (P<0.05) göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen ağırlık kayıpları değişimleri Çizelge 1’de verilmiştir. ‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde su kaybına bağlı olarak ağırlık kaybında artan sıcaklıkta muhafazanın sonuna doğru artan değer olmuştur. Kontrol grubunda muhafaza süresinin 30. gününde %7.70’e kadar çıkan ağırlık kaybı, MAP uygulamasında %1.88 ile sınırlı kalmıştır. Artan sıcaklıkta muhafaza süresince ağırlık kaybı değerleri uygulama, muhafaza süresi (MS) ve uygulama* muhafaza süresi interaksiyonuna göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Raf ömrü süresince en fazla ağırlık kaybı %5.07 ile kontrol uygulamasında olurken en az ağırlık kaybı %4.37 ile MAP uygulamasında olmuştur. Raf ömrü başlangıcında %1.24 olarak ölçülen değer raf ömrü sonunda 6.35 olarak kaydedilmiştir. Artan sıcaklıkta muhafaza sonrası raf ömrü süresince ağırlık kaybı değerleri uygulama ve raf ömrü süresi (RÖ) bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Çalışmada MAP uygulamasının, muhafaza sırasında kirazların ağırlık kaybını önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Bu durum, MAP’nin nem kaybını azaltarak meyve yüzeyindeki buharlaşmayı engellemesiyle açıklanabilmektedir. Ağırlık kaybı, kiraz gibi hassas meyvelerin tazelik ve ticari kalitesi açısından muhafaza ve raf ömrü boyunca en önemli kalite kriterlerinden biridir. Bu

çalışmanın bulguları, MAP uygulamasının ağırlık kaybını azaltmadaki etkinliğini ortaya koymuştur. Kiraz meyveleri ince bir kütikula tabakasına sahip oldukları için su kaybına karşı oldukça hassastır (Mitcham ve ark., 1997). Hasat sonrasında kirazların MAP ile depolanması, su kaybını önleyerek ağırlık kaybının düşük seviyelerde kalmasını sağlamaktadır (Tapia Garcia ve ark., 2013; Şen ve Eroğul, 2023). Bu çalışmayla benzer bir araştırmada, 'Starks Gold' çeşidi kirazlarda MAP, ultrason ve UV-C yöntemleri uygulanmış; bu uygulamalar sonucunda kontrol grubuna kıyasla MAP uygulamasının muhafaza süresince ağırlık

kayıplarını önemli ölçüde (yaklaşık 5 kat) azalttığını bildirilmiştir (Coşar ve Canan, 2019). Ayrıca, Koçak ve Bal (2017) MAP ve UV-C uygulamalarının hasat sonrası kirazların ağırlık kaybını düşürdüğünü ifade etmişlerdir. 0900 Ziraat kiraz çeşidinde de MAP'te 4 °C'de 30 gün depolanan 0900 kiraz çeşidinin ağırlık kaybının azaldığını bildirmiştir (Hüyük, 2014). Bunlara ek olarak, hızlı soğutma ile MAP uygulaması yapıldıktan sonra 0 °C sıcaklıkta 8 gün ve oda sıcaklığında 2 gün bekletilen 0900 Ziraat çeşidi kiraz meyvelerinin ağırlık kaybının azaldığı tespit edilmiştir (Özkaya ve ark., 2015).

Çizelge 1. 'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince saptanan ağırlık kayıpları (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	-	4.30 b	6.81 a	7.70 a	6.27 a	1.80	5.00	6.89	6.58	5.07 a
MAP	-	0.63 d	1.27 cd	1.88 c	1.26 b	0.67	4.95	5.74	6.12	4.37 b
Ortalama	-	2.46 b	4.04 a	4.79 a		1.24 c	4.98 b	6.32 a	6.35 a	

*LSD_(0.05) Uyg.: 0.63 LSD_(0.05) M.S.: 0.77 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: 1.09

**LSD_(0.05) Uyg.: 0.62 LSD_(0.05) R.Ö.: 0.87 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen çürüme oranı Çizelge 2'te verilmiştir. 'Sweetheart' kiraz meyvelerinde muhafaza süresince en fazla çürüme oranı %14.79 ile kontrol uygulamasında olurken, en az çürüme oranı ise %3.96 ile MAP uygulamasında olduğu bulunmuştur. Kontrol grubunda muhafaza süresinin 30. gününde %35.73 çürük oranı gözlemlenirken, MAP uygulamasında bu oran %11.89'da kalmıştır.

Artan sıcaklıkta muhafaza süresince çürüme oranı uygulama, muhafaza süresi ve uygulama*muhafaza süresi bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Raf ömrü süresince en fazla çürüme oranı %17.58 ile kontrol uygulamasında olurken, en az çürüme oranı ise %8.27 ile MAP uygulamasında olduğu bulunmuştur. Raf ömrü süresince kontrol grubunda çürüme oranı %48,23'e ulaşmış, MAP uygulamasında ise %18.75 ile sınırlı kalmıştır.

Çizelge 2. 'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince saptanan çürüme oranları (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	-	0.00 c	8.63 bc	35.73 a	14.79 a	0.00 d	10.69 c	11.37 bc	48.23 a	17.58 a
MAP	-	0.00 c	0.00 c	11.89 b	3.96 b	0.00 d	6.58 cd	7.73 c	18.75 b	8.27 b
Ortalama	-	0.00 b	4.32 b	23.81 a		0.00 c	8.64 b	9.55 b	33.49 a	

*LSD_(0.05) Uyg.: 5.16 LSD_(0.05) M.S.: 6.33 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: 8.95

**LSD_(0.05) Uyg.: 3.81 LSD_(0.05) R.Ö.: 5.39 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: 7.62

Genel olarak uygulamalarda çürüme oranı muhafaza ve raf ömrü sonuna doğru artmıştır. Artan sıcaklıkta muhafaza sonrası raf ömrü süresince çürüme oranı uygulama, raf ömrü ve uygulama*raf ömrü etkileşimi bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Çürük meyve oranının MAP uygulamasında düşük olması, bu yöntemin oksijen miktarını azaltarak mikroorganizma faaliyetlerini yavaşlatmasıyla ilişkilendirilebilir. Bu sonuç,

kirazların yüksek nem ve düşük oksijen seviyelerinde çürüme oranlarının düştüğünü bildiren çalışmalarla uyumludur (Wang ve ark., 2015). Özellikle kontrol grubunda çürük oranının yüksekliği, geleneksel depolama yöntemlerinin bu ürün için yeterli olmadığını göstermektedir. MAP uygulamasının, mikroorganizma faaliyetlerini yavaşlatıp çürük oranını düşürdüğü literatürde daha önce de bildirilmiştir (Wang ve ark., 2023). Oksijen seviyesinin azalması ve

karbondioksit miktarının artması, meyve patojenlerinin gelişimini engellemekte etkili olmuştur. Bu çalışmanın bulguları, MAP'ın kiraz depolama koşullarında kaliteyi korumak için etkili bir yöntem olduğunu doğrulamaktadır.

'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince saptanan pitting (çöküntü) değişimleri Çizelge 3'te verilmiştir. Kiraz meyvelerinde muhafaza süresince en fazla pitting %25.93 ile kontrol uygulamasında olurken, en az pitting ise %14.07 ile MAP uygulamasında olduğu bulunmuştur. Artan sıcaklıkta muhafaza süresince pitting uygulama, muhafaza süresi ve uygulama* muhafaza süresi interaksyonu bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Raf ömrü süresince en fazla pitting %25.56 ile kontrol uygulamasında olurken, en az çürüme miktarı ise %15.56 ile MAP uygulamasında olduğu bulunmuştur. Genel olarak uygulamalarda çürük meyve miktarı muhafaza ve raf ömrü sonuna doğru artmıştır. Artan sıcaklıkta muhafaza sonrası raf ömrü süresince saptanan pitting uygulama, raf ömrü ve

uygulama* raf ömrü interaksyonu bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Pitting, kirazlarda kalite kaybının önemli göstergelerindendir. MAP uygulaması, düşük oksijen ve yüksek karbondioksit koşulları oluşturarak hücrel çöküşü sınırlayarak ve pitting oranını azaltmıştır. Pitting, genellikle meyvenin mekanik hasar görmesi veya hücrel su kaybıyla ilişkilidir (Ponce ve ark., 2021). Şen ve ark. (2016), MA1, MA2, MA3 ambalajlarında kiraz meyvelerinde 21 günlük depolama sonrası pitting gözlemlenirken, 28 ve 35 günlük depolama sonunda ise sırasıyla %10.83 ve %26.41 oranında pitting tespit etmişlerdir. Buna ek olarak, hızlı soğutma ile MAP uygulaması yapıldıktan sonra 0 °C sıcaklıkta 8 gün ve oda sıcaklığında 2 gün bekletilen 0900 Ziraat çeşidi kiraz meyvelerinin pitting miktarının korunduğu bildirilmiştir (Özkaya ve ark., 2015). Bu sonuçlar, modifiye atmosferde depolamanın doku sağlamlığını koruduğunu belirten önceki çalışmalarla örtüşmektedir.

Çizelge 3. 'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince saptanan pitting (çöküntü) oranları (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	-	0	22.22	37.78	25.93 a	0.00	26.67	35.56	40.00	25.56 a
MAP	-	0	0	20.00	14.07 b	0.00	13.33	22.22	26.67	15.56 b
Ortalama	-	12.22 c	18.89 b	28.89 a		0.00 c	20.00 b	28.89 ab	33.33 a	

*LSD_(0.05) Uyg.: 5.10 LSD_(0.05) M.S.: 6.25 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

**LSD_(0.05) Uyg.: 6.34 LSD_(0.05) R.Ö.: 8.97 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

'Sweetheart' kiraz meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve rengi h° üzerine etkileri Çizelge 4'te verilmiştir. Muhafaza ve raf ömrü süresince h° değerinde başlangıç değerine göre azalma olduğu bulunmuştur. Muhafaza

başlangıcında 10.83 h° olarak ölçülen değer muhafaza sonunda 9.00 h° olarak kaydedilmiştir. Raf ömrü başlangıcında 9.01 h° olarak ölçülen değer raf ömrü sonunda 6.13 h° olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 4. 'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve rengi değerleri (h°)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	10.83	10.99	10.19	8.62	10.16	9.01	7.97	6.50	5.63	7.28
MAP	10.83	10.86	10.02	9.38	10.27	9.01	8.63	7.59	6.63	7.97
Ortalama	10.83 a	10.93 a	10.10 a	9.00 b		9.01 a	8.30 a	7.05 b	6.13 b	

*LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0.05) M.S.: 1.03 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

**LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0.05) R.Ö.: 1.25 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

Meyve rengi değerleri muhafaza süresi ve raf ömrü bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Literatürde, düşük oksijen koşullarının meyve rengini koruduğu bildirilmiştir (Holcroft ve Kader, 1999). Kirazın

rengindeki değişim, oksidasyon ve hücrel bozulma sürecinin bir göstergesidir. MAP uygulamasının, düşük oksijen koşulları oluşturarak pigment bozulmasını sınırladığı ve renk değişimini yavaşlattığı görülmüştür.

Küçükbaşmacı ve ark. (2008), düşük oksijen ve yüksek karbondioksit seviyelerinin meyve pigmentlerini stabilize ederek renk değişimini yavaşlattığını bildirmiştir. MAP'te, 0 °C'de 56 gün depolanan Napolyon (*Prunus avium* L. cv. Napolyon) kiraz çeşidinin, parlaklığının ve renk doygunluk değerinin arttığı ayrıca tekstürün de

ambalajsız kirazlara göre daha iyi korunduğu belirlenmiştir (Üstünel ve ark., 2008). 0900 Ziraat kiraz çeşidinde de MAP uygulamasının benzer bir etkisi olduğunu, MAP içerisinde 4°C'de 30 gün depolanan 0900 kiraz çeşidinin renk değişiminin azaldığı bildirilmiştir (Hüyük, 2014).

Çizelge 5. 'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve rengi değerleri (h°)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	10.83	10.99	10.19	8.62	10.16	9.01	7.97	6.50	5.63	7.28
MAP	10.83	10.86	10.02	9.38	10.27	9.01	8.63	7.59	6.63	7.97
Ortalama	10.83 a	10.93 a	10.10 a	9.00 b		9.01 a	8.30 a	7.05 b	6.13 b	

*LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0.05) M.S.: 1.03 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

**LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0.05) R.Ö.: 1.25 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen SÇKM miktarındaki değişimler Çizelge 5'te verilmiştir. Muhafaza ve raf ömrü süresince SÇKM miktarı değerlerinin her iki uygulamada azaldığı bulunmuştur. Artan sıcaklıkta muhafaza ve raf ömrü süresince SÇKM miktarı değerleri istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir

(P<0.05). SÇKM artışı genellikle meyve olgunlaşması veya su kaybıyla ilişkilendirilmektedir. MAP uygulaması, meyvenin olgunlaşma hızını yavaşlatarak ve su kaybını sınırlayarak SÇKM artışını kontrol altında tutmuştur. Benzer bulgular, Aglar ve ark. (2017) tarafından da rapor edilmiştir.

Çizelge 6. Sweetheart kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince saptanan SÇKM miktarları (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	19.00	18.70	18.30	17.97	18.49	18.87	18.57	18.40	18.30	18.53
MAP	19.00	18.73	18.33	18.07	18.53	18.53	18.70	18.33	18.60	18.54
Ortalama	19.00	18.72	18.32	18.02		18.70	18.63	18.37	18.45	

*LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0.05) M.S.: Ö.D. LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

**LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0.05) R.Ö.: Ö.D. LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen pH değişimleri Çizelge 6'da verilmiştir. Meyve suyu pH değeri muhafaza ve raf ömrü süresince her iki

uygulamada arttığı saptanmıştır. Kontrol grubunda pH, muhafaza süresinin 30. gününde 4.17'ye ulaşırken, MAP uygulamasında bu değer 4.32 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 7. 'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince saptanan pH değerleri

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ort.	0+2	10+2	20+2	30+2	Ort.
Kontrol	3.85 d	3.87 d	4.00 c	4.17 b	3.97 b	3.88 d	3.89 d	4.07 c	4.18 b	4.01 b
MAP	3.87 d	3.87 d	4.02 c	4.32 a	4.02 a	3.88 d	3.91 d	4.10 c	4.30 a	4.05 a
Ortalama	3.86 c	3.87 c	4.01 b	4.25 a		3.88 c	3.90 c	4.09 b	4.24 a	

*LSD_(0.05) Uyg.: 0.2 LSD_(0.05) M.S.: 0.3 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: 0.4

**LSD_(0.05) Uyg.: 0.2 LSD_(0.05) R.Ö.: 0.3 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: 0.4

Raf ömrü boyunca kontrol grubunda pH 4.18, MAP uygulamasında ise 4.30 olarak gözlemlenmiştir. Artan sıcaklıkta muhafaza ve raf ömrü süresince pH değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Meyve

pH'ndaki artış, genellikle asitlerin parçalanması veya hücrel bozulmayla ilişkilendirilmektedir. MAP uygulaması, düşük oksijen seviyeleri sağlayarak asitlerin korunmasına katkıda bulunmuş ve pH değişimini sınırlandırmıştır.

Aglar ve ark. (2017), benzer şekilde MAP'in meyve asitliği üzerindeki koruyucu etkilerini rapor etmiştir.

'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen TEA miktarı değişimleri Çizelge 7'de verilmiştir. Muhafaza süresince 'Sweetheart' kiraz çeşidinde TEA miktarında dalgalanmaların olduğu görülmüştür. Muhafaza süresince en yüksek TEA değeri %1.48 ile kontrol uygulamasında olurken, en düşük değer ise %1.39 ile MAP uygulamasında belirlenmiştir. Artan sıcaklıkta muhafaza süresince TEA miktarındaki değişim değerleri uygulama ve muhafaza süresi bakımından

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Raf ömrü süresince en yüksek TEA değeri %1.59 ile kontrol uygulamasında olurken, en düşük değer ise 1.45 ile MAP uygulamasında olduğu belirlenmiştir. 'Sweetheart' kiraz meyvelerinde raf ömrü süresince TEA miktarında başlangıç değerden azalma olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda raf ömrü süresinin 30+2. gününde %1.37 olan TEA miktarı, MAP uygulamasında %1.03 olarak belirlenmiştir. Raf ömründe TEA miktarındaki değişim değerleri uygulama, raf ömrü ve uygulama*raf ömrü bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). TEA seviyesindeki düşüş, olgunlaşma ve asitlerin metabolizmasıyla ilişkilidir.

Çizelge 8. Sweetheart kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince saptanan TEA miktarları (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	1.45	1.65	1.48	1.35	1.48 a	1.77 a	1.74 ab	1.46 c	1.37 c	1.59 a
MAP	1.45	1.63	1.42	1.07	1.39 b	1.77 a	1.62 b	1.39 c	1.03 d	1.45 b
Ortalama	1.45 b	1.64 a	1.45 b	1.21 c		1.77 a	1.68 a	1.42 b	1.20 c	

*LSD_(0.05) Uyg.: 0.06 LSD_(0.05) M.S.: 0.09 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

**LSD_(0.05) Uyg.: 0.07 LSD_(0.05) R.Ö.: 0.10 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: 0.14

MAP uygulaması, meyve metabolizmasını yavaşlatarak asit kaybını sınırlandırmıştır. Bu bulgular, hasat sonrasında yapılan birçok MAP çalışması ile uyumlu sonuçlar vermiştir (Dündar ve Erişkin, 2023; Eroğlu ve Ekinci, 2024). Kutu içerisinde film veya makro delikli polietilen torba yerleştirilerek oluşturulan MAP içerisinde oluşan %1.8-8.0 O₂ +%7.3-10.3 CO₂ atmosfer bileşiminin 4 ve 6 haftalık depolama süresince kiraz meyvelerinin asitliğinin korunmasını sağladığı bildirilmiştir (Wang ve Long, 2014).

'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen meyve eti sertliği değişimleri Çizelge 8'de verilmiştir. Muhafaza ve raf ömrü süresince her iki uygulamada, meyve et sertliğinde azalmanın meydana geldiği bulunmuştur. Muhafaza süresinin başlangıcında

6.75 N olan meyve et sertliği değeri muhafaza süresinin sonunda 5.14 N olmuştur. Artan sıcaklıkta muhafaza ve raf ömrü süresince meyve et sertliğindeki değişim değerleri zaman bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Raf ömrü süresinin başlangıcında 5.80 N olan meyve et sertliği değeri raf ömrü süresinin sonunda 4.71 N olmuştur. Ticari MAP kullanılarak yapılan depolamada %1.8-14.4 O₂ +%5.7-12.9 CO₂ atmosfer bileşiminin meyve eti sertliğini arttırdığı tespit edilmiştir (Wang ve Long, 2014). 0900 Ziraat kiraz çeşidinde de MAP uygulamasının benzer bir etkisi olduğu, MAP içerisinde 4°C'de 30 gün depolanan 0900 kiraz çeşidinin meyve eti sertliğinin arttığı bildirilmiştir (Hüyük, 2014).

Çizelge 9. 'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve eti sertlik değerleri (N)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	6.75	6.31	5.54	5.03	5.91	5.80	5.55	5.60	4.80	5.44
MAP	6.75	6.50	6.24	5.25	6.18	5.80	5.43	5.26	4.63	5.28
Ortalama	6.75 a	6.41 a	5.89 b	5.14 c		5.80 a	5.49 a	5.43 a	4.71 b	

*LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0.05) M.S.: 0.50 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

**LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0.05) R.Ö.: 0.46 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen meyve dış görünüm değişimleri Çizelge 9’da verilmiştir. Muhafaza süresince kiraz meyvelerindeki su kaybı meyvenin renginde değişimine sebep olduğu için meyvenin dış görünümünü etkilemektedir. Muhafaza süresi arttıkça, MAP uygulamasında meyve dış görünümü korunmuştur. Muhafaza süresince meyve dış görünümü değişimi 1-10 skalasına göre, en yüksek değer MAP (7.50 puan) uygulamasında olurken en düşük değer kontrol (6.33 puan) grubundaki meyvelerde tespit edilmiştir. Artan sıcaklıkta muhafaza süresince meyve dış görünümü değişimi değerleri uygulama, muhafaza süresi ve uygulama*muhafaza süresi

bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Raf ömrü süresince meyve dış görünümü değişiminde 1-10 skalasına göre en yüksek değer MAP (7.17 puan) uygulamasında olurken en düşük değer kontrol (6.08 puan) grubunda tespit edilmiştir. Artan sıcaklıkta muhafaza sonrası raf ömrü süresince meyve dış görünümü değişimi değerleri uygulama, raf ömrü ve uygulama*raf ömrü bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Önceki araştırmalarda hızlı soğutma ile MAP’te 0°C sıcaklıkta 8 gün ve oda sıcaklığında 2 gün bekletilen 0900 Ziraat çeşidi kiraz meyvelerinin sap görsel kalitesinin korunduğu bildirilmiştir (Özkaya ve ark., 2015).

Çizelge 10. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve dış görünüm puanları (1-10 skala)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	10.00 a	6.00 c	5.67 c	3.67 d	6.33 b	10.00 a	5.67 c	5.33 c	3.33 d	6.08 b
MAP	10.00 a	7.33 b	6.33 c	6.33 c	7.50 a	10.00 a	7.00 b	6.00 c	5.67 c	7.17 a
Ortalama	10.00 a	6.67 b	6.00 b	5.00 c		10.00 a	6.33 b	5.67 c	4.50 d	

*LSD_(0.05) Uyg.: 0.50 LSD_(0.05) M.S.: 0.71 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: 1.00

**LSD_(0.05) Uyg.: 0.47 LSD_(0.05) R.Ö.: 0.66 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: 0.93

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen toplam fenolik madde miktarlarındaki değişimler Çizelge 10’da verilmiştir. Muhafaza ve raf ömrü süresince toplam fenolik madde miktarlarında başlangıç değerine göre azalma olduğu bulunmuştur. Artan sıcaklıkta muhafaza süresince toplam fenolik madde miktarlarında saptanan değişimler muhafaza süresine göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Raf ömrü süresince toplam fenolik madde miktarlarında değişimler incelendiğinde, en yüksek değer MAP (213.58 mg gallik asit/L) uygulamasında olurken en düşük değer kontrol (188.58) grubunda tespit edilmiştir. Raf ömrü boyunca kontrol grubunda

fenolik madde miktarı 130.92 mg gallik asit/L’ye kadar düşerken, MAP uygulamasında 143.95 mg gallik asit/L olarak kaydedilmiştir. Artan sıcaklıkta muhafaza sonrası raf ömrü süresince toplam fenolik madde miktarlarında saptanan değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Fenolik madde miktarındaki düşüş, oksidasyon ve enzimatik aktivitelerle ilişkilendirilebilir. MAP uygulaması, düşük oksijen seviyeleri sağlayarak fenolik maddelerin korunmasına katkı sağlamıştır. Benzer sonuçlar, Zhang ve ark. (2021) tarafından da rapor edilmiştir.

Çizelge 11. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince toplam fenolik madde miktarları (mg gallik asit/L)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ort.	0+2	10+2	20+2	30+2	Ort.
Kontrol	325.65	238.73	178.58	163.80	226.69	270.85 a	197.29 b	155.24 cd	130.92 d	188.58 b
MAP	325.65	258.95	208.12	166.68	239.85	270.85 a	256.61 a	182.89 bc	143.95 d	213.58 a
Ortalama	325.65 a	248.84 b	193.35 bc	165.24c		270.85a	226.95 b	169.07 c	137.44 d	

*LSD_(0.05) Uyg.: 40.80 LSD_(0.05) M.S.: 57.69 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: 81.59

**LSD_(0.05) Uyg.: 18.20 LSD_(0.05) R.Ö.: 25.74 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: 36.40

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen antioksidan miktarlarında saptanan değişimler Çizelge 11’de verilmiştir. Muhafaza ve raf süresince antioksidan miktarlarında saptanan değişimler başlangıç değerine göre azaldığı bulunmuştur. Muhafaza süresince antioksidan miktarlarında saptanan değişimler incelendiğinde, en yüksek değer MAP (%86.48) uygulamasında olurken en düşük değer kontrol (%82.89) uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Artan sıcaklıkta muhafaza süresince antioksidan miktarlarında saptanan değişimler uygulama ve muhafaza

süresi bakımından istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Artan sıcaklıkta muhafaza sonrası raf ömrü süresince antioksidan miktarlarında saptanan değişimler uygulama, raf ömrü ve uygulama*raf ömrü interaksyonuna göre istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Antioksidan aktivitenin korunması, fenolik bileşenlerin stabilitesi ile doğrudan ilişkilidir. MAP uygulaması, oksidatif stresi sınırlandırarak antioksidan aktivite kaybını azaltmıştır. Bu sonuçlar, Küçükbasmacı ve ark. (2008) tarafından bildirilen MAP’in fenolik stabilizasyon üzerindeki etkileriyle paraleldir.

Çizelge 12. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince antioksidan miktarları (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)*					Raf Ömrü (gün)**				
	0	10	20	30	Ortalama	0+2	10+2	20+2	30+2	Ortalama
Kontrol	88.54	83.17	80.32	79.51	82.89 b	83.34	81.03	79.29	77.22	80.22
MAP	88.54	88.19	85.32	83.86	86.48 a	83.34	82.90	80.12	79.36	81.43
Ortalama	88.54 a	85.68 ab	82.82 bc	81.69 c		83.34	81.97	79.70	78.29	

*LSD_(0.05) Uyg.: 2.39 LSD_(0.05) M.S.: 3.38 LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

**LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D. LSD_(0.05) R.Ö.: Ö.D. LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D. Ö.D.: Önemli değil

Sonuç

Bu araştırmanın sonucunda ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde yapılan kademeli sıcaklık artışında MAP ile kontrol grubundaki meyvelerin karşılaştırılmasında muhafaza ve raf ömrü süresince incelenen kalite parametrelerinin değişimi üzerine farklı etkileri olduğu belirlenmiştir. Elde edilen değerler ışığında MAP’in ağırlık kaybının azaltılması, meyve rengi ve meyve eti sertliğinin korunması üzerine olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Ayrıca artan sıcaklıkta muhafaza ve raf ömrü süresince toplam antioksidan aktivite ve fenolik madde miktarının azaldığı bulunmuştur. Sonuç olarak MAP’in muhafaza ve raf ömrü süresince meyve kalite kriterlerini koruduğu belirlenmiştir. MAP meyve yüzeyindeki buharlaşmayı azaltarak nem kaybını önemli ölçüde engellemektedir. MAP’in kiraz depolamasındaki bu olumlu etkisi, uygulamanın yaygınlaştırılması gerektiğini göstermektedir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, MAP uygulaması, meyvelerin kalite kriterlerini daha uzun süre koruma açısından etkili bulunmuştur. MAP uygulaması özellikle çürük oranı ve pitting miktarını azaltmış, meyve fenolik bileşikler ve antioksidan aktivite değerlerini daha iyi muhafaza etmiştir. Bu da MAP’in kiraz meyvesinin depolanmasında ve raf ömrünün uzatılmasında etkili bir yöntem olduğunu ortaya

koymaktadır. Bu sonuçlar, ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinin kalite ve raf ömrünün iyileştirilmesi amacıyla uygulama stratejilerinin geliştirilmesine yönelik önemli veriler sunmaktadır. İlerleyen çalışmalarda, farklı ambalajlama teknikleri ve sıcaklık yönetim stratejilerinin değerlendirilmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

- Aglar, E., Ozturk, B., Guler, S. K., Karakaya, O., Uzun, S., Saracoglu, O., 2017. Effect of modified atmosphere packaging and ‘Parka’ treatments on fruit quality characteristics of sweet cherry fruits (*Prunus avium* L. ‘0900 Ziraat’) during cold storage and shelf life. *Scientia horticulturae*, 222, 162-168.
- Aglar, E., Saracoglu, O., Karakaya, O., Ozturk, B., Gun, S., 2019. The relationship between fruit color and fruit quality of sweet cherry (*Prunus avium* L. cv. ‘0900 Ziraat’). *Turkish journal of food and agriculture sciences*, 1(1), 1-5.
- Cemeroğlu, B., 2013. Gıda Analizleri (3. Baskı). Ankara, Türkiye: Bizim Grup Basımevi.
- Coşar, İ., Canan, İ., 2019. Starks Gold kiraz (*Prunus Avium* L.) çeşidinin hasat sonrası kalitesi üzerine UV-C, ultrason ve modifiye atmosfer paket uygulamalarının

- etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 5(1), 63-75.
- Crisosto, C.H., 1994. Stone fruit maturity indices: a descriptive. Postharvest News and Information, 5(6), 65N-68N.
- Crisosto, C.H., Crisosto, G.M., Metheney, P., 2003. Consumer acceptance of 'Brooks' and 'Bing' cherries is mainly dependent on fruit SSC and visual skin color. Postharvest Biology and Technology, 28:159-167.
- Crisosto, C.H., Mitcham, E.J., Kader, A.A., 2022. Recommendations for maintaining postharvest quality, persimmon.
- Çalhan, Ö., Onursal, C.E., Güneylı, A., Eren, İ., Demırtaş, İ., 2014. Determination of optimum harvest date of sweet cherry cv. Lapins grown in Isparta. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1 (Özel Sayı-2), 1905-1910.
- Drake, S.R., Elfving, D.C., 2002. Indicators of maturity and storage quality of 'Lapins' sweet cherry.
- Dündar, Ö., Erişkin, N., 2023. 0900 Ziraat Kiraz Çeşidinde Derim Sonrası *Aloe vera* Jeli ve Farklı Paketleme Uygulamalarının Muhafaza Süresi ve Kalite Üzerine Etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 26(3), 520-530.
- Erbaş, D., Koyuncu, M.A. 2022. The effect of pre-and postharvest calcium gluconate treatments on physicochemical characteristics and bioactive compounds of sweet cherry during cold storage. Food Science and Technology International, 10820132221077515.
- Eroğlu, S., Ekinci, N., 2024. Hasat Sonrası Melatonin ve Modifiye Atmosfer Paketleme Uygulamalarının Bayramiç Beyazı Meyvelerinin Muhafazası Üzerine Etkileri. Bahçe, 53(Özel Sayı 1), 87-93.
- Holcroft, D.M., Kader, A.A., 1999. Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology, 17(1), 19-32.
- Hüyükü, Ç. 2014. Modifiye atmosfer ambalajlarının kiraz muhafazası süresine etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Klimczak, I., Małacka, M., Szlachta, M., Gliszczynska-Świgło, A., 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. Journal of food composition and analysis, 20(3-4), 313-322.
- Koçak, H., Bal, E., 2017. Hasat sonrası UV-C ve yenilebilir yüzey kaplama uygulamalarının kiraz meyve kalitesi ile muhafaza süresi üzerine etkileri. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 4(1), 79-88.
- Küçükbaşmacı, F., Özkaya, O., Ağar, T., Saks, Y., Tefen, S.L., 2008. Effect of retail-size modified atmosphere packaging bags on postharvest storage and shelf-life quality of '0900 Ziraat' sweet cherry. Acta Horticulturae, 795, 775-780.
- Mitcham, E., Clayton, M., Biasi, B., Southwick, S., 1997. Evaluation of four cherry firmness measuring devices. In 13th Annual Postharvest Conference (pp. 34-43).
- Özkaya, O., Şener, A., Sarıdaş, M.A., Ünal, Ü., Valizadeh, A., Dündar, Ö., 2015. Influence of fast cold chain and modified atmosphere packaging storage on postharvest quality of early season-harvested sweet cherries. Journal of Food Processing and Preservation, 39(6), 2119-2128.
- Pereira, S., Silva, V., Bacelar, E., Guedes, F., Silva, A.P., Ribeiro, C., Gonçalves, B., 2020. Cracking in sweet cherry cultivars early bigi and lapins: Correlation with quality attributes. Plants, 9(11), 1557.
- Ponce, E., Alzola, B., Cáceres, N., Gas, M., Ferreira, C., Vidal, J., Fuentealba, C., 2021. Biochemical and phenotypic characterization of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars with induced surface pitting. Postharvest Biology and Technology, 175, 111494.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Valero, D., 2005. The use of natural antifungal compounds improves the beneficial effect of MAP in sweet cherry storage. Innovative food science & emerging technologies, 6(1), 115-123.
- Şen, F., Eroğlu, D., 2023. Kiraz Meyvelerinin Uçakla Taşınmasında Farklı Termal Örtülerinin Etkinliğinin Belirlenmesi. Meyve Bilimi, 10(Özel Sayı), 105-111.
- Şen, F., Teksür, P.K., Türk, B., 2016. Perakende modifiye atmosfer ambalajlarının kiraz meyvelerinin depo ve raf ömrüne etkilerinin araştırılması. Meyve Bilimi, 1, 100-104.

- Tapia Garcia, M.I., Velardo-Micharet, B., Ayuso, M.C., Bernalte, M.J., González-Gómez, D. 2013. Effect of modified atmosphere on postharvest quality of 'Sweetheart' cherries. In VII International Cherry Symposium 1161 (pp. 653-660).
- Üstünel, M.A., Eştürk, O., Ayhan, Z., 2008. Modifiye atmosferde paketlenen kirazın fiziksel özelliklerine (renk ve tekstür) etkisi. *Türkiye*, 10, 241-244.
- Wang, J., Yuan, Y., Liu, Y., Li, X., Wu, S., 2024. Application of chitosan in fruit preservation: A review. *Food Chemistry*: X, 101589.
- Wang, S., Liu, Z., Zhao, M., Gao, C., Wang, J., Li, C., Dong, X., Liu, Z., Zhou, D., 2023. Chitosan-wampee seed essential oil composite film combined with cold plasma for refrigerated storage with modified atmosphere packaging: A promising technology for quality preservation of golden pompano fillets. *International Journal of Biological Macromolecules*, 224, 1266-1275.
- Wang, Y., Bai, J., Long, L.E., 2015. Quality and physiological responses of two late-season sweet cherry cultivars 'Lapins' and 'Skeena' to modified atmosphere packaging (MAP) during simulated long distance ocean shipping. *Postharvest Biology and Technology*, 110:1-8.
- Wang, Y., Long, L.E., 2014. Respiration and quality responses of sweet cherry to different atmospheres during cold storage and shipping. *Postharvest Biology and Technology*, 92, 62-69.
- Wani, A.A., Singh, P., Gul, K., Wani, M.H., Langowski, H.C., 2014. Sweet cherry (*Prunus avium*): Critical factors affecting the composition and shelf life. *Food packaging and Shelf life*, 1(1), 86-99.
- Yang, Q., Zhang, X., Wang, F., Zhao, Q., 2019. Effect of pressurized argon combined with controlled atmosphere on the postharvest quality and browning of sweet cherries. *Postharvest Biology and Technology*, 147, 59-67.
- Zhang, Y.L., Cui, Q.L., Wang, Y., Shi, F., Liu, Y.P., Liu, J.L., Nie, G.W., 2021. Effect of carboxymethyl chitosan-gelatin-based edible coatings on the quality and antioxidant properties of sweet cherry during postharvest storage. *Scientia horticulturae*, 289, 110462.

Yenilebilir Film Kaplama Kitosan Uygulamalarının ‘Sweetheart’ Kiraz Çeşidinde Raf Ömrü ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri

Nihal YAVUZ 

Hatice DEMİRCİOĞLU 

Ebru KURT 

Okan ÖZKAYA 

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

Öz

Bu çalışmada hasat sonrası meyvelerde yenilebilir film kaplama olarak kullanılan Kitosan'ın ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve kalite kriterlerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada kirazlar 0°C ön soğutma suyundan geçirilerek meyve yüzeyindeki su kalıntıları kuruduktan sonra meyveler 4 gruba ayrılmış ve meyvelere %0 (kontrol), %0.5, %1.0 ve %1.5 Kitosan uygulanmıştır. Meyveler 0°C’de %90-95 oransal nemde (ON) 21 gün modifiye atmosfer poşet içinde muhafaza edilmiş ve muhafaza sonrası 20°C’de %65 ON’de 2 gün raf ömrüne bırakılmıştır. Meyvelerde muhafaza ve raf ömrü süresince ağırlık kaybı (%), meyve kabuk rengi (h°), meyve eti sertliği (N), suda çözünabilir kuru madde miktarı (% SÇKM), titre edilebilir asit miktarı (% TEA), meyve şekeri (früktöz, glikoz), organik asit içeriği (malik asit), antioksidan aktivitesi (%), toplam fenolik madde içeriği, pitting (çöküntü), çürüme, sapta klorofil miktarı, sapta kuruma gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda ‘Sweetheart’ kiraz meyvesinde %1.0 Kitosan yenilebilir film kaplama uygulamasının muhafaza ve raf ömründe çürüme, ağırlık kaybı, çöküntü, meyve kabuk rengi, meyve eti sertliği, TEA, SÇKM, meyve şekeri, organik asit ve toplam fenolik madde içeriğinde ve antioksidan aktivitesinde etkili olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, MAP, muhafaza, raf ömrü, kiraz, kalite.

Effects of Edible Film Coating Chitosan Applications on Shelf Life and Quality Criteria in ‘Sweetheart’ Cherry Variety

Abstract

In this study, the effect of Chitosan, which is used as an edible film coating on post-harvest fruits, on fruit quality criteria during storage and shelf life of the 'Sweetheart' cherry variety was investigated. In the study, after the cherries were passed through 0°C pre-cooling water and the water residues on the fruit surface dried, the fruits were divided into 4 groups and 0% (control), 0.5%, 1.0% and 1.5% Chitosan was applied to the fruits. The fruits were stored in modified atmosphere bags at 0°C and 90-95% relative humidity (ON) for 21 days and then left for a shelf life of 2 days at 20°C and 65% ON. Physical and chemical analyzes such as weight loss (%), fruit peel color (hue), fruit firmness, total soluble solids (% TSS), titratable acidity (% TA), fruit sugar (fructose, glucose), organic acid content (malic acid), antioxidant activity (%), total phenol content, pitting (settling), decay, stem chlorophyll content, stem drying were performed on fruits during storage and shelf life. As a result of the evaluations, it was found that 1.0% Chitosan edible film coating application on ‘Sweetheart’ cherry fruit was effective on decay, weight loss, pitting, fruit peel color, fruit firmness, TA, TSS, fruit sugar, organic acid and total phenolic substance content and antioxidant activity during storage and shelf life.

Keywords: Chitosan, MAP, storage, shelf life, cherry, quality.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: O. Özkaya; okanozkaya@yahoo.com
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Nihal YAVUZ  <https://orcid.org/0009-0009-8846-1402>
Ebru KURT  <https://orcid.org/0000-0003-0072-0879>

Hatice DEMİRCİOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2469-5030>
Okan ÖZKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9448-5576>

Giriş

Kiraz (*Prunus avium* L.) *Rosaceae* familyasından bir meyve olup anavatanı Hazar denizi ile Karadeniz arasındaki bölge olduğu bilinmektedir. Bu açıdan ülkemiz kiraz meyvesinin orijin merkezlerinden birisi konumundadır. Dünyada geniş bir yayılım alanına sahip olan kirazın üretiminde, Türkiye ön sıralarda yer almaktadır. Anadolu, çoğu meyve türlerinde olduğu gibi kirazın da kültürünün yapıldığı en eski yerdir. Türkiye’de Kuzey

Anadolu Dağları ve Doğu Toroslar’ da yabani tipleri bol miktarda bulunmaktadır (Sağlam, 2007). Kiraz ülkemizin hemen her yerinde yetiştirilmektedir. Karadeniz Bölgesinin yanı sıra İç Anadolu Bölgesi, Marmara Bölgesi, İç Batı Anadolu Bölümü, Ege Bölgesi ve Göller Yöresinde de yoğun olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır (TÜİK, 2024).

Kiraz, dünyada geniş bir yayılım göstermesine rağmen ticari olarak başta ülkemiz olmak üzere,

Amerika Birleşik Devletleri (ABD), İran ve İspanya önemli üretici ülkelerdendir. 2023 yılına kadar olan istatistik verilerine göre 2963780 ton dünya kiraz üretiminin yaklaşık %25'sini karşılayan ülkemiz 736791 tonluk üretimiyle üretim miktarı bakımından dünya sıralamasında lider konumdadır. Türkiye'yi 465348 ton üretimiyle Şili takip ederken, 321420 tonluk üretimiyle ABD üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2024). Avrupa ülkelerine kiraz ihraç eden özellikle İtalya, İspanya ve Fransa kiraz üretiminde güçlü rakiplerimizdir. Uluslararası pazarda Türk kirazına karşı talebin artmasındaki etmenler; kirazın kalitesi, derim döneminin uzun olması, rekabetçi fiyat oluşturulması, ihracatçılar tarafından ürünün işlenmesi ve muhafazası ile ilgili yapının oluşturulabilmesi, nakliye soğuk zincirin sağlanması, istikrarlı miktar ve kalitenin sağlanması olduğunu bildirmiştir (Taner, 2001).

Kiraz üretimi, ülkemizde başlıca İzmir (Kemalpaşa), Manisa, Konya (Akşehir, son zamanlarda Hadim ve Taşkent), Afyon (Sultandağı), Isparta (Uluborlu), ve Denizli (Honaz) illerinde gerçekleştirildiği bildirmiştir. Ayrıca Çanakkale, Kütahya, Mersin, Antalya, Kahramanmaraş, Adana (Saimbeyli), Niğde (Ulukışla), Bursa, Amasya ve Sakarya'da da yetiştiriciliği yapılmaktadır (Özbek, 1978; Küden ve Kaşka, 1997).

Türkiye'nin iklimsel değerleri kirazın ekolojisine oldukça uygundur. Kiraz, fizyolojisi gereği 7°C'nin altında bin saatten fazla soğuklama ihtiyacı duymaktadır. Bunun sonucu olarak yayla kesimlerinde ve kışları soğuk geçen bölgelerde kiraz yetiştiriciliği yoğun olarak yapılmaktadır (Şehirli, 2012). Kiraz sert çekirdekli meyve türleri içerisinde kış soğuklarına dayanıklı bir tür olduğu bilinmektedir. Kiraz yetiştiriciliği açısından iyi drene edilmiş, derin, verimli, havalanması iyi olan ve yaz aylarında sulanabilen topraklar uygundur. Öz (1982), toprak koşullarının elverişsiz olduğu bölgelerde kiraz ağaçlarının zayıf geliştiğini, seyrek meyve dal oluşumu meydana getirdiğini, meyvelerin irileşmeden ve yeme olumuna ulaşmadan döküldüklerini gözlemlemiştir.

Kiraz; üstün tat ve aroma ile çeşitli ekolojilerde yetişebilme özelliklerinden dolayı dünya üzerinde oldukça önemli bir yetiştirme ve tüketim potansiyeline sahip olan sert çekirdekli meyve türlerindendir. Kirazlarda meyve kalite

faktörleri içerisinde üzerinde durulan en önemli kriterler; meyvelerin iriliği, ağırlığı, şekli, meyve eti sertliği, sap renginin uzun süre yeşil kalması, renk, suda çözünabilir kuru madde ve asit içeriği olarak kabul edilmektedir. Kiraz ihracatında taşıma sırasında meyve eti sertliğinin uzun süre korunması ve raf ömrünün uzunluğu meyveye değer katan önemli özelliklerdir (Bolsu ve Akça, 2011). Meyvelerin çeşitli pazarlara ulaştırılması için soğukta muhafaza sırasında gelişen önemli hasat sonrası kiraz bozuklukları arasında çiçek sapının kararması yer almaktadır (Wang ve ark., 2019).

Kiraz meyvesi hassas bir yapıda olmasından dolayı özellikle derim aşaması ve pazarlama esnasında kayıplar oluşmaktadır. Ürünlerde derim aşamasında %8, pazarlama esnasından ise yaklaşık %15 kayıp ile toplamda %23'lük bir ticari kayıp meydana geldiği bilinmektedir (Gündüz, 1993). Bu nedenlerden dolayı kirazlarda ürün işlenmesine arazide derimin hemen ardından başlamaktadır. İşlenen bu ürünler hemen soğuk su kullanılarak tır dorseleri içerisinde ön soğutma sistemleri ile soğutulmaktadır (Şehirli, 2012).

Hasat öncesi ve hasat sonrası kayıpları azaltmak için ve hastalıkları önlemek için uzun yıllardan bu yana çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Kolay bozulabilir ürünlerin üretimi ve pazarlanma aşamasında fungal etmenlerin neden olduğu bozulmaları engellemek için fungisitler kullanılmaktadır. Sentetik fungisitler pahalı olmasının yanı sıra karsinojeniteye, teratojeniteye, akut ve yüksek kalıntı toksisiteye, çevre kirliliğine de neden olduğu için kullanımının sınırlı tutulması gerekmektedir. Ayrıca hasat sonrası fungal populasyonlar fungisitlere karşı direnç geliştirmektedir. Bu da önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda fungisitlere toleranslı patojen suşlarının ortaya çıkması, fungisitleri yetersiz kılmış; meyvelere daha fazla kimyasal madde uygulanması sebebiyle meyvelerde kalıntı oluşması insan sağlığında riskler oluşturmaya başlamıştır.

Derim sonrasında Kitosan uygulamaları farklı dozlarda yüzey kaplama ve antimikrobiyal ajan olarak kullanılmaktadır. Kitosan kaplamaları, hasat sonrası kirazlarda çürümenin birincil nedeni olan mikrobiyal büyümeyi engeller. Bu antimikrobiyal etki, bozulmayı azaltmaya ve

meyvenin raf ömrünü uzatmaya yardımcı olur. Kitosan uygulaması, oksidatif stresi azaltarak meyvenin kalitesini korumada çok önemli bir rol oynayan süperoksit dismutaz ve katalaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini artırır. Kitosan kaplamalar, tüketici kabulü için kritik kalite parametreleri olan depolama sırasında kirazların rengini ve ağırlığını korumaya yardımcı olur. Kaplamalar ayrıca meyvenin antioksidan kapasitesine ve genel sağlık

yararlarına katkıda bulunan fenolik bileşikler ve flavonoidler de dahil olmak üzere besin içeriğini korur (Hu ve Feng, 2022; Zheng ve ark., 2023; Wang ve ark., 2024). Kitosan uygulaması, farklı kiraz çeşitlerinin SÇKM ve TEA gibi fiziksel-kimyasal özellikleri de iyileştirdiği bulunmuştur (Petriccione ve ark., 2015). Kitosan birçok meyvede farklı kaplama teknikleriyle uygulanmış ve ürün üzerinde olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çeşitli meyvelerde Kitosan uygulamaları

Meyveler	Kaplama Teknikleri	Ürün Üzerindeki Etkiler
Şeftali	Filmlerin paketlenmesi	Kahverengi çürüklüğün kontrol altına alınması ve kalitenin korunması (Cindi ve ark., 2015)
Çilek	Püskürtme	Çürüme, ağırlık kaybı ve renk değişiminde azalma (Sun ve ark., 2021)
Mango	2 dk daldırma	Çürümeye azalma, SÇKM, duysal kalite ve sertliğin korunması (Shah ve ark., 2021)
Şeftali	Püskürtme	Yumuşak çürüme ve ağırlık kaybında azalma (Saqib ve ark., 2020)
Mango	15 dk daldırma	Hasat sonrası bozulma %75.8-84.6 oranında azalma (Shivakumar, 2014)
Sofralık Üzüm	Püskürtme	Gri küf oluşumunda ve ağırlık kaybında azalma, meyve rengi korunması (Youssef ve ark., 2019)
Çilek	3 dk daldırma	Ağırlık kaybında azalma, lezzet ve aroma iyileşmesi, raf ömründe uzama (Robledo ve ark., 2018)
Üzüm	2 dk daldırma	Mikrobiyal büyümenin azalması, rengin, SÇKM ve antioksidan aktivitenin korunması (Oh ve ark., 2017)
Avokado	1 dk daldırma	Antraknoz çürümesini önleme, su kaybında azalma ve sertlik korunması (Chávez-Magdaleno ve ark., 2018)
Çilek	120 sn daldırma	Raf ömrünün 15 güne kadar uzaması (Martínez ve ark., 2018)
Avokado	30 sn daldırma	Çürümeye ve ağırlık kaybında azalma, sertlik, SÇKM ve rengin korunması (Correa-Pacheco ve ark., 2017)
Kırmızı Üzüm	Filmlerde paketlenme	Mikrobiyal enfeksiyonlardan koruma ve raf ömründe uzama (Zhang ve ark., 2017)
Şeftali	Filmlerle sarılma	Mikrobiyal büyüme azalma, raf ömründe 5-6 güne uzama (Kaur ve ark., 2017)
Böğürtlen	Ambalaj	Mikrobiyolojik raf ömründe 3 günden 12 güne uzama (Heras-Mozos ve ark., 2021)

Hasat sonrasında uygun güvenli kimyasal uygulamalarının optimizasyonun yapılması, hasat sonrasında meydana gelen kayıpların önlenmesi ve ülke ekonomisine katkı sağlanması amacıyla ihracatta son dönem hasat edilen ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde farklı doz kitosan uygulamalarının muhafaza ve raf ömrü süresince ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinin kalite değerlerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarı ve soğuk hava deposunda yürütülmüştür. Çalışmada, Adana yüksek yaylalarında yetiştirilen ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi kullanılmıştır. Kaplama materyali olarak Kitosan kullanılmıştır.

'Sweetheart' kirazı Kanada'da British Columbia Summerland Araştırma Enstitüsünde W.D. Lane tarafından 'Van' ve 'New Star' arasındaki melezleme sonucu elde edilmiştir. Kanada'da ıslah edilen 'Sweetheart' kirazı, ağaçları yayvan taç oluşturan kuvvetli gelişen ve erken meyveye yatan bir çeşit olarak bilinmektedir. Bundan dolayı çok kuvvetli budanmalıdır. Verimi yüksek ve sürekli. Kirazının meyveleri iri, kalp şeklinde ve parlak kırmızı renktedir. Meyve eti kızılımsı, sert, sulu, gevrek ve lezzetli bir kiraz çeşididir. Çatlamaya karşı dayanıklı, kendine verimlidir. Meyve tutumu çok iyi olup; birçok çeşit için oldukça iyi bir dölleyicidir. 'Sweetheart' kiraz çeşidi '0900 Ziraat'ten 15-20 gün sonra hasat edilir. Çok verimli olması nedeniyle kuvvetli gelişen (kuş kirazı, mahlep) klon anaçları üzerine aşılama tavsiye edilir.

Kitosan kullanım alanı olarak geniş yayılım göstermekle birlikte özellikle endüstriyel alanda (ilaç, kozmetik, tıp, kağıt, tekstil ve gıda) ve akademik alanlarda oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptir. Toksik olmaması sebebiyle ve nem tutma, film oluşturma, enzim immobilizasyonu gibi farklı alanlarda koruyucu etki gösteren bir üründür (Yıldız ve Yangılar, 2014).

Meyveler ticari olum aşamasında hasat edilip vakit kaybedilmeden laboratuvara getirilmiştir. Meyvelerde rastgele örnekleme sonrasında meyve çekirdek sıcaklığı 0°C'ye düşene kadar hızlı bir şekilde ön soğutma işlemi yapılmıştır. Ön soğutma işlemi sonrasında meyveler renk, boyut, mekanik hasar, hastalık ve zararlı durumuna göre seçilmiştir. Seçilen meyveler Kontrol ve Kitosan uygulamaları için gruplandırılmıştır. Bu gruplara 2 dakika süreyle %0 (Kontrol, çeşme suyu), %0.5, %1 ve %1.5 olmak üzere dört farklı dozda Kitosan uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonrası her uygulamada analiz için meyveler 500 g'lık delikli ağzı açık kiraz poşet içine konulmuştur. Bu poşetlerdeki meyveler 5 kg'lık MAP (Modifiye Atmosfer Paketleme) poşetlerine yerleştirilerek 0±1°C'de, ortalama %90-95 oransal nem (ON) koşullarında 21 gün depolanmıştır. Meyveler muhafaza sonrası 20°C %55-65 ON'de 2 gün raf ömrüne bakılmıştır. Muhafaza ve raf ömründe kiraz örneklerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler yapılan yedi günde bir (7. gün, 14. gün ve 21. gün) periyodik analizler ile belirlenmiştir. Muhafaza süresince MAP içindeki

O₂ ve CO₂ ölçümleri yapılarak MAP geçirgenlikleri incelenmiştir.

Muhafaza ve raf ömrü başlangıcında kiraz paketleri (500 g) etiketlenip ağırlıkları alınmış ve periyodik olarak ağırlıkları alınarak ağırlık kaybı başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Muhafaza periyodu ve raf ömrü süresince meydana gelen fizyolojik ve mantarsal nedenli çürümeler saptanarak % olarak hesaplanmıştır. Pitting (çöküntü) oluşumuna bakılmış ve % olarak hesaplanmıştır. Meyve kabuk rengi (h°) Minolta CR-400 renk ölçer ile her kirazın ekvator bölgesinden bir okuma şeklinde L*, a*, b* değerleri saptanmış ve renk tonunda oluşan değişimler açısı değeri olan hue açısı (h°) cinsinden ifade edilmiştir. Meyve sapında meydana gelen kurumalar ve genel görünüm 1-4 skalasına göre görsel olarak değerlendirilmiştir. Meyve eti sertliği ölçümleri meyvenin ekvator bölgesinden, penetrometre (3 mm uç) ile her meyveden 1 ölçüm yapılmıştır ve Newton (N) cinsinden hesaplanmıştır. Meyve suyunda SÇKM miktarı (%) el refraktometresi ile saptanmıştır. Meyve suyunda TEA miktarı (%) malik asit cinsinden (mg/100 g) ifade edilmiştir. Meyve suyunda toplam fenolik madde (mg gallik asit L⁻¹), spektrofotometrede Folin-Ciocalteu yöntemiyle (Cemeroğlu, 2013), antioksidan madde aktivitesi (%), spektrofotometrede DPPH yöntemiyle (Klimczak ve ark., 2007) belirlenmiştir. Meyve sularında muhafaza ve raf ömrü süresince şeker (früktoz ve glikoz, %) ve organik asit (malik asit, ppm) miktarındaki değişimler yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC, Shimadzu, LC-20AT Kyoto, Japonya, 2006) ile belirlenmiştir (Chinnici ve ark., 2005).

Çalışma faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede her uygulama 3 yinelemeli ve her yinelemede 1 paket (500 g) meyve olarak kurulmuş ve alınan sonuçların istatistik analizi JMP (13.2.0) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine (P<0.05) göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

'Sweetheart' kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen ağırlık kayıplarındaki değişimler Çizelge 2'de verilmiştir. 'Sweetheart' kiraz meyvelerinde

muhafaza ve raf ömrü süresince ağırlık kaybı tüm uygulamalarda artmıştır. Muhafaza süresince en yüksek ağırlık kaybı kontrol ve %0.5 Kitosan uygulamasında saptanmıştır. Ağırlık kaybı değerleri istatistiksel olarak muhafaza süresi (M.S.) önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Raf ömrü süresince Kitosan uygulamalarında ağırlık kayıpları birbirine yakın değerlerde olup, en fazla ağırlık kaybı %4,93 ile Kontrol uygulamasında olmuştur. En az ağırlık kaybı ise %1,5 Kitosan uygulamalarında olmuştur. Ağırlık kaybı değerleri istatistiksel olarak uygulama ve raf

ömrü süresi (R.Ö.) önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Depolama sırasında meyve ağırlık kaybının yenilebilir kaplamaların uygulanmasıyla azaltılabileceği bildirilmiştir (Gutierrez-Jara ve ark, 2021; Zhang ve ark., 2021). Yapılan başka bir çalışmada ise kitosan asetat ile kaplanan kirazlarda ağırlık kaybını azalttığını bildirilmiştir (Dang ve ark., 2010). *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince ağırlık kaybı artmış olduğu belirlenmiştir (Dündar ve Erişkin, 2023).

Çizelge 2. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince ağırlık kaybındaki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama
	7	14	21	
Kontrol	0.14	0.30	0.41	0.28
%0.5 Kitosan	0.14	0.29	0.40	0.28
%1.0 Kitosan	0.14	0.28	0.39	0.27
%1.5 Kitosan	0.14	0.28	0.39	0.27
Ortalama	0.14 c	0.29 b	0.40 a	

LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD_(0.05) M.S.: 0.03, LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.

Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	1.43	3.95	6.06	8.29	4.93 a
%0.5 Kitosan	1.13	3.66	5.51	7.95	4.56 b
%1.0 Kitosan	1.35	3.09	5.50	7.86	4.45 b
%1.5 Kitosan	1.51	3.10	5.09	7.98	4.42 b
Ortalama	1.35 d	3.45 c	5.54 b	8.02 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.33, LSD_(0.05) R.Ö.: 0.33, LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D., (Ö.D.: Önemli değil).

Çizelge 3. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde raf ömrü süresince çürüme miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	0.00 c	0.00 c	1.67 ab	3.33 a	1.25 a
%0.5 Kitosan	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 b
%1.0 Kitosan	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 b
%1.5 Kitosan	0.00 c	0.00 c	0.00 c	2.67 b	0.67 ab
Ortalama	0.00 b	0.00 b	0.42 b	1.50 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.83 LSD_(0.05) R.Ö.: 0.83 LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.

‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde soğukta muhafaza süresince çürük meyveye rastlanmamıştır. ‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde raf ömrü süresince çürük meyve miktarı tüm uygulamalarda artmıştır. En fazla çürüme miktarı %1,25 ile Kontrol uygulamasında olurken, bunu %0,67 ile Kitosan %1,5 uygulamasında olmuştur. Raf ömrü süresince %0,5 Kitosan ve %1 Kitosan uygulamalarında çürüme meydana gelmemiştir. Genel olarak tüm

uygulamalarda çürük meyve miktarında raf ömrü sonuna doğru artışlar olmuştur. Çürük meyve miktarı istatistiksel olarak uygulama, R.Ö. ve uygulama*R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 3). Kirazlarda patojenlere (*Monilia laxa*, *Botrytis cinerea* ve *Rhizopus stolonifer*) karşı kitosan, kalsiyum ve organik asitler uygulamışlardır, kitosanın hasat öncesi ve hasat sonrası kullanımında etkili olduğunu ve çürümeleri önemli ölçüde azalttığını bildirilmiştir

(Feliziani ve ark., 2013). *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde raf ömrü süresince çürüme miktarı artmıştır (Dündar ve Erişkin, 2023).

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen pitting miktarındaki değişimler Çizelge 4’te verilmiştir. Muhafaza süresince en fazla pitting miktarı %30.33 ile Kontrol uygulamasında olurken, bunu %21.56 ile % 0.5 Kitosan, %17.00 ile %1 Kitosan ve %14.11 ile %1.5 Kitosan uygulamaları izlemiştir. Muhafaza süresince pitting miktarı istatistiksel olarak uygulama, M.S. ve

uygulama*M.S. ($P<0.05$) bulunmuştur. ‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde genel olarak tüm uygulamalarda pitting miktarında muhafaza ve raf ömrü sonuna doğru artışlar olmuştur. Raf ömrü süresince en fazla pitting miktarı %30.00 ile Kontrol uygulamasında olurken, bunu Kitosan uygulamaları izlemiştir. Raf ömrü süresince pitting miktarı istatistiksel olarak uygulama, R.Ö. ve uygulama*R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince çöküntü artmıştır (Dündar ve Erişkin, 2023).

Çizelge 4. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince pitting (çöküntü) miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	22.00 bc	31.00 ab	38.00 a	30.33 a	10.42
%0.5 Kitosan	26.67 b	29.00 ab	9.00 de	21.56 b	10.50
%1.0 Kitosan	22.00 bc	24.67 bc	4.33 de	17.00 bc	9.47
%1.5 Kitosan	15.33 cd	22.33 bc	4.67 de	14.11 c	9.92
Ortalama	21.50 a	26.75 a	14.00 b		

LSD(0.05) Uyg.: 6.34, LSD(0.05) M.S.: 5.49, LSD(0.05) Uyg.*M.S.: 10.98

Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	22.33 bc	29.00 ab	31.00 ab	37.67 a	30.00 a
%0.5 Kitosan	22.33 bc	29.00 ab	15.33 cde	7.00 ef	18.42 b
%1.0 Kitosan	22.33 bc	24.33 bc	2.33 f	6.67 ef	13.92 b
%1.5 Kitosan	22.33 bc	20.00 bcd	17.67 cde	9.00 def	17.25 b
Ortalama	22.33 a	25.58 a	16.58 b	15.08 b	

LSD(0.05) Uyg.: 5.99, LSD(0.05) R.Ö.: 5.99, LSD(0.05) Uyg.*R.Ö.: 11.99

‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve kabuk rengindeki değişimler Çizelge 5’te verilmiştir. Muhafaza ve raf ömrü süresince hue açısı değerinde başlangıç değerine göre artış olduğu belirlenmiştir. Meyve kabuk rengi değerleri muhafaza süresince istatistiksel olarak önemsiz ($P<0.05$) bulunmuştur. Raf ömrü süresince meyve kabuk renginde en yüksek değer 11.56 h° ile %1.5 Kitosan, 10.75 h° ile %0.5 Kitosan, 10.60 h° ile %1 Kitosan uygulamalarında, en düşük değer ise 9.45 h° ile Kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Meyve kabuk rengi değerleri istatistiksel olarak uygulama ve R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

MAP içerisine konulup, 0°C’de 56 gün depolanan ‘Napolyon’ kiraz çeşidinin, parlaklığının ve renk doygunluk değerinin arttığı ayrıca tekstürün de ambalajsız kirazlara göre daha iyi korunduğu belirlenmiştir (Üstünel ve ark., 2008). MAP içerisinde 4°C’de 30 gün depolanan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinin renk değişiminin azaldığı belirlenmiştir (Hüyükçü, 2014). *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince h° değeri artmıştır (Dündar ve Erişkin, 2023). Bu çalışmada da artışı bulunmuştur.

Çizelge 5. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve kabuk rengindeki değişimler (h°)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	9.40	10.97	11.06	10.26	10.42
%0.5 Kitosan	9.40	10.91	10.96	10.74	10.50
%1.0 Kitosan	9.40	8.72	9.63	10.14	9.47
%1.5 Kitosan	9.40	9.61	10.72	9.96	9.92
Ortalama	9.40	10.05	10.59	10.28	
LSD _(0.05) Uyg.: 1.01, LSD _(0.05) M.S.: 1.01, LSD _(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.					
Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	10.13	9.68	8.53	9.46	9.45 b
%0.5 Kitosan	10.13	9.95	12.16	10.76	10.75 a
%1.0 Kitosan	10.13	9.73	11.09	11.47	10.60 a
%1.5 Kitosan	10.13	10.28	12.13	13.68	11.56 a
Ortalama	10.13 bc	9.91 c	10.98 ab	11.34 a	
LSD _(0.05) Uyg.: 1.05, LSD _(0.05) R.Ö.: 1.05, LSD _(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.					

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince sap rengindeki değişimler Çizelge 6’da verilmiştir. Muhafaza süresince kiraz meyvelerindeki su kaybı meyvenin renginde değişimine sebep olduğu gibi meyve sapının yeşil renginin değişmesine de sebep olmaktadır. Muhafaza süresi arttıkça, Kitosan uygulamasında meyve sap rengi korunurken Kontrol uygulamasında meyve sap renginde

kahverengileşmeler meydana gelmiştir. Muhafaza süresince meyve sap rengindeki değişim 1-4 skalasına göre, en yüksek değer %1 Kitosan (3.58), %1.5 Kitosan (3.58) ve %0.5 Kitosan (3.50) uygulamalarında olurken en düşük değer Kontrol (3.08) uygulamasında tespit edilmiştir. Sap rengi değişimi değerleri istatistiksel olarak uygulama ve M.S. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Çizelge 6. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince sap rengindeki değişimler (1-4 skala)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	4.00	3.67	2.67	2.00	3.08 b
%0.5 Kitosan	4.00	4.00	3.00	3.00	3.50 a
%1.0 Kitosan	4.00	4.00	3.33	3.00	3.58 a
%1.5 Kitosan	4.00	4.00	3.33	3.00	3.58 a
Ortalama	4.00 a	3.92 a	3.08 b	2.75 c	
LSD _(0.05) Uyg.: 0.22, LSD _(0.05) M.S.: 0.22, LSD _(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.					
Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	3.67	3.33	2.67	2.33	3.00 b
%0.5 Kitosan	4.00	3.67	3.00	2.67	3.33 ab
%1.0 Kitosan	4.00	3.67	3.33	3.00	3.50 a
%1.5 Kitosan	4.00	3.67	3.33	3.00	3.50 a
Ortalama	3.92 a	3.58 a	3.08 b	2.75 b	
LSD _(0.05) Uyg.: 0.36, LSD _(0.05) R.Ö.: 0.36, LSD _(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.					

Raf ömrü süresince meyve sap rengindeki en yüksek değer %1 Kitosan (3.50) ve %1.5 Kitosan (3.50) uygulamalarında olurken en düşük değer Kontrol (3.00) uygulamasında tespit edilmiştir. Sap rengi değişimi değerleri istatistiksel olarak

uygulama ve R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 6). *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince sap renginde azalmalar olmuştur (Erişkin, 2020). Muhafaza ve

raf ömrü süresince meyve sapındaki toplam klorofil miktarı belirlenememiştir. Pandemi sürecinde yaşanan olumsuzluklardan dolayı ve sap örneklerinin iyi bir şekilde muhafaza edilememesi sonucu klorofil analizi yapılamamıştır.

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve eti sertliğindeki değişimler Çizelge 7’de verilmiştir. Muhafaza süresi uzadıkça, meyve et sertliğinde azalma meydana gelmiştir. Muhafaza süresince meyve et sertliği değişimi incelendiğinde, en yüksek değer %1 Kitosan (9.03 N) ve %1.5 Kitosan (8.38 N) uygulamalarında olurken en düşük değer Kontrol (7.54 N) uygulamasında tespit edilmiştir. Meyve

et sertliğindeki değişim değerleri istatistiksel olarak uygulama ve M.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Raf ömrü süresince meyve et sertliği değerlerinde süre uzadıkça azalma meydana gelmiştir. Meyve et sertliğindeki değişim değerleri istatistiksel olarak R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Kirazlarda yapılmış birçok çalışmada da muhafaza süresince meyve eti sertliğinin genel olarak azaldığı belirlenmiştir (Dündar ve Erişkin, 2023; Bahar ve Dündar, 2001; Güneyli ve ark., 2022). *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve eti sertliğinde azalmalar saptanmıştır (Dündar ve Erişkin, 2023).

Çizelge 7. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meyve eti sertliğindeki değişimler (N)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	11.88	8.53	5.62	4.13	7.54 b
%0.5 Kitosan	11.88	9.83	6.76	4.71	8.30 ab
%1.0 Kitosan	11.08	10.77	8.05	6.23	9.03 a
%1.5 Kitosan	11.88	10.36	6.96	4.32	8.38 a
Ortalama	11.68 a	9.87 b	6.85 c	4.85 d	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.79, LSD_(0.05) M.S.: 0.79, LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.

Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	11.03	6.24	5.22	4.53	6.76
%0.5 Kitosan	11.03	6.39	5.65	6.34	7.35
%1.0 Kitosan	11.03	6.30	5.47	5.32	7.03
%1.5 Kitosan	11.03	6.67	5.65	5.42	7.19
Ortalama	11.03 a	6.40 b	5.50 c	5.40 c	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.46, LSD_(0.05) R.Ö.: 0.46, LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince TEA miktarındaki değişimler Çizelge 8’de verilmiştir. ‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde muhafaza süresince TEA miktarı tüm uygulamalarda azalmıştır. Muhafaza süresince en yüksek değer %0.82 ile %1 Kitosan ve %1.5 Kitosan uygulamalarında olurken, en düşük değer %0.62 ile Kontrol uygulamasında belirlenmiştir. TEA miktarında istatistiksel olarak uygulama, M.S. ve uygulama*M.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Muhafaza ve raf ömrü süresince ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde TEA miktarında dalgalanmalar görülmüştür. Raf ömrü süresince en yüksek değer %0.84 ile %1 Kitosan uygulamasında olurken, bunu %0.78 ve %1.5 Kitosan, %0.76 ile %0.5 Kitosan ve %0.67

ile Kontrol uygulamaları izlemiştir. Raf ömründe TEA miktarındaki değişim değerleri istatistiksel olarak uygulama, R.Ö. ve uygulama* R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada 3, 5 ve 10 gL⁻¹ kitosan asetat çözeltileri ile kaplanmış kirazların TEA içeriğinin depolamanın 10. gününe kadar arttığı ve daha sonra kademeli bir düşüş yaşandığını, 1 ve 20 gL⁻¹ kitosan asetat çözeltileri ile kaplanmış kirazların depolamanın 5. gününden itibaren azaldığı ve kaplanmamış kirazların tüm depolama süreleri boyunca belirgin bir şekilde azaldığı dolayısıyla kitosan asetat ile kaplanan kirazların kalitesinin korunarak hasat sonrası ömrünün arttırıldığını bildirmişlerdir (Dang ve ark., 2010). Kirazlarda yapılmış birçok çalışmada da muhafaza süresince

asit düzeyinin genel olarak azaldığı belirlenmiştir (Dündar ve Erişkin, 2023; Özdemir ve ark., 2001; Akbudak ve ark., 2002; Akbulut ve Özcan, 2005). *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde

raf ömrü süresince TEA miktarında azalmalar saptanmıştır (Dündar ve Erişkin, 2023). Bu araştırma sonuçları da diğer çalışmalarda elde edilen bulgular ile uyşmaktadır.

Çizelge 8. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince TEA miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	0.65 d	0.63 d	0.63 d	0.59 d	0.62 c
%0.5 Kitosan	0.65 d	0.79 c	0.85 bc	0.82 bc	0.78 b
%1.0 Kitosan	0.65 d	0.83 bc	0.97 a	0.84 bc	0.82 a
%1.5 Kitosan	0.65 d	0.80 c	0.98 a	0.88 b	0.82 a
Ortalama	0.65 c	0.76 b	0.86 a	0.78 b	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.04, LSD_(0.05) M.S.: 0.04, LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: 0.08

Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	0.65 fg	0.69 efg	0.71 ef	0.64 g	0.67 c
%0.5 Kitosan	0.65 fg	0.82 bc	0.77 cd	0.80 bc	0.76 b
%1.0 Kitosan	0.65 fg	0.92 a	0.95 a	0.85 b	0.84 a
%1.5 Kitosan	0.65 fg	0.73 de	0.93 a	0.83 b	0.78 b
Ortalama	0.65 c	0.79 b	0.84 a	0.78 b	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.03, LSD_(0.05) R.Ö.: 0.03, LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: 0.06

Çizelge 3. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince SÇKM miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	18.93	19.13	18.67	18.80	18.88
%0.5 Kitosan	18.93	19.20	18.93	18.80	18.97
%1.0 Kitosan	18.93	18.47	18.90	17.03	18.33
%1.5 Kitosan	18.93	18.73	18.97	17.47	18.53
Ortalama	18.93 a	18.88 a	18.87 a	18.03 b	

LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD_(0.05) M.S.: 0.55, LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.

Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	19.00	19.60	18.07	17.67	18.58
%0.5 Kitosan	19.00	19.87	18.17	18.47	18.88
%1.0 Kitosan	19.00	19.97	19.03	20.53	19.63
%1.5 Kitosan	19.00	19.77	18.90	19.73	19.35
Ortalama	19.00 ab	19.80 a	18.54 b	19.10 ab	

LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD_(0.05) R.Ö.: 0.83, LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen SÇKM miktarındaki değişimler Çizelge 9’da verilmiştir. ‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresi uzadıkça SÇKM miktarında tüm uygulamalarda zamanla azalmıştır. Muhafaza süresinin başında 19.93 olan SÇKM değeri, muhafaza süresinin sonunda %18.03 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince SÇKM

miktarı değerleri istatistiksel olarak M.S. önemli (P<0.05) bulunmuştur. Raf ömrü süresinin başında %19.00 olan SÇKM değeri, raf ömrü süresinin sonunda %19.10 olarak belirlenmiştir. Raf ömrü süresince SÇKM miktarı değerleri istatistiksel olarak R.Ö. önemli (P<0.05) bulunmuştur. Yapılan başka bir çalışmada ise kitosan asetat ile kaplanan kirazlarda SÇKM miktarının ve dolayısıyla meyve kalitesinin

korunarak hasat sonrası ömrünün arttırıldığını bildirmişlerdir (Dang ve ark., 2010). SÇKM içeriğinde meydana gelen azalmanın nedeni, şekerlerin solunumda kullanılmasından kaynaklanabilir (Özdemir ve ark., 2001). *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince SÇKM miktarında azalmalar saptanmıştır (Dündar ve Erişkin, 2023).

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen antioksidan aktivitesindeki değişimler Çizelge 10’da verilmiştir. ‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresi uzadıkça antioksidan aktivitesi tüm uygulamalarda

zamanla azalmıştır. Muhafaza süresinin başında %89.21 olan antioksidan aktivitesi değeri, muhafaza süresinin sonunda %81.44 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince antioksidan aktivitesi değerleri istatistiksel olarak M.S. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Raf ömrü süresinin başında %19.00 olan antioksidan aktivitesi değeri, raf ömrü süresinin sonunda %19.10 olarak belirlenmiştir. Raf ömrü süresince antioksidan aktivitesi değerleri istatistiksel olarak R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince antioksidan aktivitesinde azalışlar saptanmıştır (Dündar ve Erişkin, 2023).

Çizelge 10. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince antioksidan aktivitesindeki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	89.21	83.85	82.91	80.56	84.13
%0.5 Kitosan	89.21	84.72	84.32	79.37	84.40
%1.0 Kitosan	89.21	81.10	82.47	81.96	83.68
%1.5 Kitosan	89.21	83.17	83.36	83.86	84.90
Ortalama	89.21 a	83.21 b	83.26 b	81.44 b	

LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD_(0.05) M.S.: 2.53, LSD_(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.

Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	83.34	81.03	79.51	78.32	80.55
%0.5 Kitosan	83.34	82.56	78.07	77.64	80.40
%1.0 Kitosan	83.34	82.90	82.70	80.12	82.26
%1.5 Kitosan	83.34	82.21	81.11	81.03	81.92
Ortalama	83.34 a	82.17 ab	80.35 bc	79.28 c	

LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD_(0.05) R.Ö.: 2.74, LSD_(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen toplam fenolik madde (gallik asit, GA) miktarındaki değişimler Çizelge 11’de verilmiştir. ‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresi uzadıkça toplam fenolik madde miktarı tüm uygulamalarda zamanla azalmıştır. Muhafaza süresinin başında 328.65 mg GA L⁻¹ olan toplam fenolik madde değeri, muhafaza süresinin sonunda 239.86 mg GA L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince toplam fenolik madde miktarı değerleri istatistiksel olarak M.S. önemli

($P<0.05$) bulunmuştur. Raf ömrü süresinin başında 270.85 mg GA L⁻¹ olan toplam fenolik madde miktarı değeri, raf ömrü süresinin sonunda 166.80 mg GA L⁻¹ olarak belirlenmiştir. Raf ömrü süresince toplam fenolik madde miktarı değerleri istatistiksel olarak R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. *Aloe vera* jel uygulaması ve farklı paketlenme yapılan ‘0900 Ziraat’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince toplam fenolik madde miktarında azalmalar saptanmıştır (Dündar ve Erişkin, 2023).

Çizelge 4. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince toplam fenolik madde miktarındaki değişimler (mg GA L⁻¹)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	328.65	291.61	254.41	225.55	275.05
%0.5 Kitosan	328.65	311.38	265.09	238.65	285.94
%1.0 Kitosan	328.65	308.12	292.29	250.02	294.77
%1.5 Kitosan	328.65	314.26	255.24	245.24	285.85
Ortalama	328.65 a	306.34 b	266.76 c	239.86 d	
LSD _(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD _(0.05) M.S.: 19.04, LSD _(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.					
Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	270.85	178.35	170.09	169.71	197.25 b
%0.5 Kitosan	270.85	221.23	192.36	169.71	213.54 ab
%1.0 Kitosan	270.85	238.73	197.29	163.80	217.67 a
%1.5 Kitosan	270.85	256.61	192.89	163.95	221.08 a
Ortalama	270.85 a	223.73 b	188.16 c	166.80 d	
LSD _(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD _(0.05) R.Ö.: 17.71, LSD _(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.					

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen organik asit (malik asit) miktarındaki değişimler Çizelge 12’te verilmiştir. ‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresi uzadıkça malik asit miktarı tüm uygulamalarda zamanla azalmıştır. Muhafaza süresinin başında 15479.24 ppm olan malik asit değeri, muhafaza süresinin sonunda 15435.86 ppm olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince malik asit değerleri istatistiksel olarak önemsiz ($P<0.05$)

bulunmuştur. Raf ömrü süresinin başında 15479.24 ppm olan malik asit miktarı değeri, raf ömrü süresinin sonunda 14361.38 ppm olarak belirlenmiştir. Raf ömrü süresince malik asit değerleri istatistiksel olarak R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. MAP ve kontrol kiraz meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresince malik asit miktarında azalmalar saptanmıştır (Özkaya ve ark., 2015).

Çizelge 12. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince organik asit miktarındaki değişimler (Malik asit, ppm)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	15664.31	15618.83	15045.10	15267.25	15398.87
%0.5 Kitosan	15664.31	15453.28	15131.15	15800.58	15512.33
%1.0 Kitosan	15664.31	15116.67	15341.65	15371.22	15373.46
%1.5 Kitosan	15664.31	15351.83	15507.53	15304.41	15457.02
Ortalama	15664.31	15385.15	15256.36	15.435.86	
LSD _(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD _(0.05) M.S.: Ö.D., LSD _(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.					
Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	15479.24	14889.08	14532.34	14471.69	14843.09
%0.5 Kitosan	15479.24	14688.59	14677.98	14436.54	14820.59
%1.0 Kitosan	15479.24	14750.80	14686.69	14484.17	14850.22
%1.5 Kitosan	15479.24	14755.95	14621.65	14053.13	14727.49
Ortalama	15479.24 a	14771.10 ab	14629.66 b	14361.38 b	
LSD _(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD _(0.05) R.Ö.: 731.26, LSD _(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.					

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince bireysel şeker (Früktöz ve Glikoz) miktarındaki değişimler Çizelge 13’te ve

Çizelge 14’te verilmiştir. ‘Sweetheart’ kiraz meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresi uzadıkça Früktöz ve Glikoz miktarı tüm

uygulamalarda zamanla azalmıştır. Muhafaza süresinin başında %6.35-7.79 olan Früktoz ve Glikoz miktar değeri, muhafaza süresinin sonunda %5.53-6.12 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresince Früktoz ve Glikoz miktar değerleri istatistiksel olarak M.S. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Raf ömrü süresinin başında %6.35-7.59 olan Früktoz ve Glikoz

miktar değeri, raf ömrü süresinin sonunda %5.42-6.58 olarak belirlenmiştir. Raf ömrü süresince Früktoz ve Glikoz miktar değerleri istatistiksel olarak R.Ö. önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. MAP ve kontrol kiraz meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresince Früktoz ve Glikoz miktarında azalmalar saptanmıştır (Özkaya ve ark., 2015).

Çizelge 5. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince bireysel şeker Früktozdaki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	6.35	5.41	5.88	5.77	5.85
%0.5 Kitosan	6.35	4.93	5.74	5.93	5.73
%1.0 Kitosan	6.35	5.76	5.66	5.38	5.79
%1.5 Kitosan	6.35	5.30	5.89	5.04	5.64
Ortalama	6.35 a	5.35 b	5.79 bc	5.53 c	
*LSD _(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD _(0.05) M.S.: 0.34, LSD _(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.					
Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	6.35	5.88	5.77	5.41	5.85
%0.5 Kitosan	6.35	5.93	5.74	5.26	5.82
%1.0 Kitosan	6.35	5.76	5.66	5.51	5.82
%1.5 Kitosan	6.35	5.89	5.89	5.50	5.91
Ortalama	6.35 a	5.87 b	5.77 bc	5.42 c	
*LSD _(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD _(0.05) R.Ö.: 0.29, LSD _(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.					

Çizelge 6. ‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince bireysel şeker Glikozdaki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	7	14	21	
Kontrol	7.79	6.68	6.49	6.50	6.86
%0.5 Kitosan	7.79	6.62	6.80	6.37	6.89
%1.0 Kitosan	7.79	6.84	6.75	6.13	6.88
%1.5 Kitosan	7.79	6.66	6.72	6.12	6.82
Ortalama	7.79 a	6.70 b	6.69 b	6.28 b	
LSD _(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD _(0.05) M.S.: 0.45, LSD _(0.05) Uyg.*M.S.: Ö.D.					
Uygulama	Raf Ömrü Süresi (gün)				Ortalama
	0+2	7+2	14+2	21+2	
Kontrol	7.59	7.07	6.77	6.31	6.94
%0.5 Kitosan	7.59	7.38	7.54	6.71	7.30
%1.0 Kitosan	7.59	7.49	7.07	6.58	7.18
%1.5 Kitosan	7.59	7.29	7.20	6.72	7.20
Ortalama	7.59	7.31	7.14	6.58	
LSD _(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD _(0.05) R.Ö.: Ö.D., LSD _(0.05) Uyg.*R.Ö.: Ö.D.					

Sonuç

‘Sweetheart’ kiraz çeşidinde muhafaza ve raf ömrü süresince ağırlık kaybı kitosan uygulamalarında kontrole göre korunmuştur.

Muhafaza ve raf ömrü süresince TEA miktarı kitosan uygulamalarında kontrole göre yüksek değerde saptanmıştır. SÇKM miktarı muhafaza süresince ve raf ömrü süresince korunmuştur.

Kitosan uygulamalarında sertlik değeri muhafaza süresince kontrole göre daha yüksek bulunmuştur. Muhafaza süresince kitosan (%1 ve %1.5) uygulamalarında daha az pitting (çöküntü) görülürken raf ömrü süresince kitosan (%1) uygulamasında görülmüştür. Muhafaza ve raf ömrü süresince tüm uygulamalarda hue değeri başlangıç değerine göre artmıştır. Muhafaza süresince tüm uygulamalarda çürüme meydana gelmediği belirlenirken raf ömrü süresince kontrolde çürüme görülmüştür. Raf ömrü süresince kitosan (%0.5 ve %1) uygulamalarında çürüme meydana gelmemiştir. Sonuçların soğukta muhafaza süresince kalite özelliklerinin korunması açısından önemli olduğu görülmüştür. Sonuç olarak, 'Sweetheart' kiraz çeşidinde soğukta muhafazada Kitosan uygulamalarının kalite özelliklerinin korunmasında etkili olduğu ve %1 Kitosan uygulamasının ticari olarak tavsiye edilebilir olduğu belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FYL-2019-12242) tarafından desteklenmiştir. Yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Akbudak, B., Eriş, A., Tezcan, H., Karabulut Ö.A., 2002. Kiraz Muhafazasında Farklı Uygulamaların Kalite ve Fungal Hastalıklar Üzerine Etkisi. 2. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 24-27 Eylül, 2002, Çanakkale, 128-135.
- Akbulut, M., Özcan, M., 2005. '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde hasat sonrası farklı ambalaj uygulamalarının ürün ve kalite kayıpları üzerine etkilerinin araştırılması. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. 6-9 Eylül, Hatay. 180-187.
- Bahar, A., Dündar, Ö., 2001. The effect of hydrocooling and modified atmosphere packaging system on storage period and quality criteria of sweet cherry cv. 'Akşehir Napolyon'. Acta Horticulture, 553, 615-616.
- Bolsu, A., Akça, Y., 2011. Farklı anaçların '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde vejetatif gelişim, meyve ve verim özellikleri üzerine etkileri. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), (1), 37-43.
- Cemeroğlu, B., 2013. Gıda analizleri (3. Baskı). Ankara, Türkiye: Bizim Grup Basımevi.
- Chávez-Magdaleno, M.E., González-Estrada, R.R., Ramos-Guerrero, A., Plascencia-Jatomea, M., Gutiérrez-Martínez, P., 2018. Effect of pepper tree (*Schinus molle*) essential oil-loaded chitosan bio-nanocomposites on postharvest control of *Colletotrichum gloeosporioides* and quality evaluations in avocado (*Persea americana*) cv. Hass. Food Science and Biotechnology, 27, 1871-1875.
- Chinnici, F., Spinabelli, U., Riponi, C., & Amati, A. (2005). Optimization of the determination of organic acids and sugars in fruit juices by ion-exclusion liquid chromatography. Journal of food composition and analysis, 18(2-3), 121-130.
- Chowdappa, P., Gowda, S., Chethana, C.S., Madhura, S., 2014. Antifungal activity of chitosan-silver nanoparticle composite against *Colletotrichum gloeosporioides* associated with mango anthracnose. African Journal of Microbiology Research, 8(17), 1803-1812.
- Cindi, M.D., Shittu, T., Sivakumar, D., Bautista-Baños, S., 2015. Chitosan boehmite-alumina nanocomposite films and thyme oil vapour control brown rot in peaches (*Prunus persica* L.) during postharvest storage. Crop Protection, 72, 127-131.
- Correa-Pacheco, Z.N., Bautista-Baños, S., Valle-Marquina, M. Á., & Hernández-López, M., 2017. The effect of nanostructured chitosan and chitosan-thyme essential oil coatings on *Colletotrichum gloeosporioides* growth in vitro and on cv Hass avocado and fruit quality. Journal of Phytopathology, 165(5), 297-305.
- Dang, Q.F., Yan, J.Q., Li, Y., Cheng, X.J., Liu, C.S., Chen, X.G., 2010. Chitosan acetate as an active coating material and its effects on the storing of *Prunus avium* L. Journal of food science, 75(2), S125-S131.
- Dündar, Ö., Erişkin, N., 2023. '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde derim sonrası *Aloe vera* jeli ve farklı paketlenme uygulamalarının muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 26(3), 520-530.
- Erişkin, N., 2020. '0900 Ziraat' kiraz çeşidinde derim sonrası *Aloe vera* jeli ve farklı

- paketleme uygulamalarının muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, s.56.
- FAO, 2024. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
<https://www.fao.org/faostat/en/#data>
Erişim tarihi: 29.12.2024
- Gutiérrez-Jara, C., Bilbao-Sainz, C., McHugh, T., Chiou, B.S., Williams, T., Villalobos-Carvajal, R., 2021. Effect of cross-linked alginate/oil nanoemulsion coating on cracking and quality parameters of sweet cherries. *Foods*, 10(2), 449.
- Gündüz, M., 1993. Yaş Meyve ve Sebze İhracatında Soğuk Zincirinin Önemi ve Mevcut Yapının İncelenmesi, T.C. Başbakanlık ve Dış Ticaret Müsteşarlığı İGEME No:78 Ankara.
- Heras-Mozos, R., Gavarra, R., Hernández-Muñoz, P., 2021. Development of antifungal biopolymers based on dynamic imines as responsive release systems for the postharvest preservation of blackberry fruit. *Food Chemistry*, 357, 129838.
- Hu, W., Feng, K., 2022. Effect of edible coating on the quality and antioxidant enzymatic activity of postharvest sweet cherry (*Prunus avium* L.) during storage. *Coatings*, 12(5), 581.
- Hüyükü, Ç., 2014. Modifiye atmosfer ambalajlarının kiraz muhafazası süresine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı. S:39.
- Kader, A.A., 1983. Influence of harvesting methods on quality of deciduous tree fruits. *Hort Science*, 18 (4): 409-411.
- Kaur, M., Kalia, A., Thakur, A., 2017. Effect of biodegradable chitosan-rice-starch nanocomposite films on post-harvest quality of stored peach fruit. *Starch-Stärke*, 69(1-2), 1600208.
- Klimczak, I., Małecka, M., Szlachta, M., Gliszczyńska-Świąto, A., 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of food composition and analysis*, 20(3-4), 313-322.
- Küden, A. Kaşka, N., 1997. Cherry Growing in the Subtropics. *Acta Horticulturae*. 441.71-74.
- Martínez, K., Ortiz, M., Albis, A., Gilma Gutiérrez Castañeda, C., Valencia, M.E., Grande Tovar, C.D., 2018. The effect of edible chitosan coatings incorporated with *Thymus capitatus* essential oil on the shelf-life of strawberry (*Fragaria x ananassa*) during cold storage. *Biomolecules*, 8(4), 155.
- Oh, Y.A., Oh, Y.J., Song, A.Y., Won, J.S., Song, K.B., Min, S.C., 2017. Comparison of effectiveness of edible coatings using emulsions containing lemongrass oil of different size droplets on grape berry safety and preservation. *Lwt*, 75, 742-750.
- Öz, F., 1982. Kiraz ve Vişne Yetiştiriciliği. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Özbek, S., 1978. Özel Meyvecilik. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 128. Ders Kitabı, 483s.
- Özdemir, A.E., Dündar, Ö., Dilbaz, R., Durgaç, C., 2001. Farklı ambalaj malzemeleri ve uygulamaların Akşehir Napolyonu kirazının soğukta muhafazasına Etkileri. I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu, 25-28 Eylül 2001, Yalova, 299-307.
- Özkaya, O., Şener, A., Sarıdaş, M. A., Ünal, Ü., Valizadeh, A., Dündar, Ö., 2015. Influence of fast cold chain and modified atmosphere packaging storage on postharvest quality of early season-harvested sweet cherries. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39(6), 2119-2128.
- Petriccione, M., De Sanctis, F., Pasquariello, M. S., Mastrobuoni, F., Rega, P., Scortichini, M., & Mencarelli, F., 2015. The effect of chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of sweet cherry during postharvest life. *Food and bioprocess technology*, 8, 394-408.
- Robledo, N., López, L., Bunger, A., Tapia, C., Abugoch, L., 2018. Effects of antimicrobial edible coating of thymol nanoemulsion/quinoa protein/chitosan on the safety, sensorial properties, and quality of refrigerated strawberries (*Fragaria x ananassa*) under commercial storage environment. *Food and Bioprocess Technology*, 11, 1566-1574.
- Sağlam, F., 2007. Antosiyanince zengin dut, kiraz ve gilaburu meyvelerindeki fenolikler ve antioksidan kapasitesi üzerine reçel yapım işleminin etkisi.

- Saqib, S., Zaman, W., Ayaz, A., Habib, S., Bahadur, S., Hussain, S., ... & Ullah, F., 2020. Postharvest disease inhibition in fruit by synthesis and characterization of chitosan iron oxide nanoparticles. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 28, 101729.
- Shah, S., Hashmi, M.S., Qazi, I.M., Durrani, Y., Sarkhosh, A., Hussain, I., Brecht, J.K., 2021. Pre-storage chitosan-thyme oil coating control anthracnose in mango fruit. *Scientia Horticulturae*, 284, 110139.
- Sun, X., Wu, Q., Picha, D.H., Ferguson, M.H., Ndukwe, I.E., Azadi, P., 2021. Comparative performance of bio-based coatings formulated with cellulose, chitin, and chitosan nanomaterials suitable for fruit preservation. *Carbohydrate polymers*, 259, 117764.
- Şehirli, S., 2012, Kiraz Meyvesinin Hasat Sonu Hastalıklarının Engellenmesinde Su İle Ön Soğutma Sisteminde Kullanılan Dezenfektanlar Ve Etkileri Yüksek Lisans Tezi
- Taner, Y., 2001. Sert Çekirdekli Meyve ve Özellikle Kiraz İhracatının Pazarlama Politikaları ve Stratejilerinin Belirlenmesi. I. Sert Çekirdekli Meyveler Sempozyumu, S/29–38, 25-28 Eylül, Yalova.
- Üstünel, M.A., Eştürk, O., Ayhan, Z., 2008. Modifiye atmosferde paketlenen kirazın fiziksel özelliklerine (renk ve tekstür) etkisi. *Türkiye*, 10, 241-244.
- Wang, F., Zhang, X., Yang, Q., Zhao, Q. 2019. Exogenous melatonin delays postharvest fruit senescence and maintains the quality of sweet cherries. *Food Chem.* 301:1-10.
- Wang, J., Yuan, Y., Liu, Y., Li, X., Wu, S., 2024. Application of chitosan in fruit preservation: A review. *Food Chemistry: X*, 101589.
- Yıldız, P.O., Yangılar, F., 2014. Gıda endüstrisinde kitosanın kullanımı. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 30(3), 198-206.
- Youssef, K., de Oliveira, A.G., Tischer, C.A., Hussain, I., Roberto, S.R., 2019. Synergistic effect of a novel chitosan/silica nanocomposites-based formulation against gray mold of table grapes and its possible mode of action. *International journal of biological macromolecules*, 141, 247-258.
- Zhang, X., Xiao, G., Wang, Y., Zhao, Y., Su, H., Tan, T., 2017. Preparation of chitosan-TiO₂ composite film with efficient antimicrobial activities under visible light for food packaging applications. *Carbohydrate Polymers*, 169, 101-107.
- Zhang, Y.L., Cui, Q.L., Wang, Y., Shi, F., Liu, Y.P., Liu, J.L., & Nie, G.W., 2021. Effect of carboxymethyl chitosan-gelatin-based edible coatings on the quality and antioxidant properties of sweet cherry during postharvest storage. *Scientia horticulturae*, 289, 110462.
- Zheng, H., Deng, W., Yu, L., Shi, Y., Deng, Y., Wang, D., Zhong, Y., 2024. Chitosan coatings with different degrees of deacetylation regulate the postharvest quality of sweet cherry through internal metabolism. *International Journal of Biological Macromolecules*, 254, 127419.

Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Kiraz (*Prunus avium* L.) Meyvesinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Depolama Süresi Üzerine Etkileri

Tuba DİLMAÇÜNAL¹ 

Abdul Saboor DAWLATZAI¹ 

Adnan N. YILDIRIM¹ 

Civan ÇELİK² 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, Türkiye

Öz

Çalışmada, Isparta koşullarında yetiştirilen ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi meyvelerinde hasat sonrası kalsiyum klorür dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve nar çekirdeği esansiyel yağı (NÇEY) uygulamalarının meyvelerin soğukta depolama sırasındaki fizikokimyasal, biyokimyasal özellikleri ve depo ömrü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Meyveler ticari hasat döneminde toplanarak saf suya (kontrol), %1 ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve %1 ve %2 NÇEY çözeltilerine 5 dakika daldırılmış, 8 mikron kalınlığında streç filmle kaplanan paketlerde 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 35 gün depolanmıştır. Depolama süresince 7 gün aralıklarla alınan meyve örneklerinde ağırlık kaybı, meyve sertliği, meyve ve sap rengi, suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH, titre edilebilir asitlik (TEA), çürüme, toplam fenolik ve flavonoid içeriği incelenmiştir; ayrıca meyvelerde duyuusal değerlendirmeler yapılmıştır. Depolama sonunda, %1 NÇEY ağırlık kaybını azaltma ve genel kalitenin korunmasında, %1 ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ TEA’nin korunmasında, %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sertlik ve h° , %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ meyve rengi L^* ve C^* , %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve %2 NÇEY dış görünüşün korunmasında, %1 ve %2 NÇEY çürükleri önlemede umut verici sonuçlar göstermiştir. Depolama sonunda %1 NÇEY en yüksek TFE ve %2 NÇEY en yüksek TFL değerlerine sahip olmuştur. Sonuç olarak, hem ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi meyvelerinin farklı kalite parametreleri üzerindeki, hem de depolama süresi üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı hasat sonrası $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve NÇEY uygulamalarının ümitvar olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, kalite, kiraz, nar çekirdeği esansiyel yağı.

Effect of Some Postharvest Treatments on the Quality and Storage Life of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Fruit

Abstract

In this study, the effects of postharvest calcium chloride dihydrate ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and pomegranate seed essential oil (PSEO) applications on the physicochemical and biochemical properties and storage life of ‘Sweetheart’ cherry variety fruits grown in Isparta conditions and stored in modified atmosphere were investigated. Fruits were harvested during the commercial harvest period and immersed in pure water (control), 1% and 2% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, and 1% and 2% pomegranate seed essential oil solutions for 5 minutes and stored in a modified atmosphere at 0°C and 90-95% relative humidity for 35 days. Weight loss, fruit firmness, fruit and stem color, soluble solids content (SSC), pH, titratable acidity (TA), total phenolic (TP) and flavonoid (TF) contents, and sensory evaluations were investigated in fruit samples taken at 7-day intervals during storage. At the end of storage, the most effective treatments included 1% PSEO for reducing weight loss and preserving overall quality, 1% and 2% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ for preserving TA, 1% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ for maintaining firmness and h° , 2% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ for maintaining fruit color L^* and C^* , 2% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ and 2% PSEO for preserving external appearance, and 1% and 2% PSEO for preventing decay. 1% PSEO recorded the highest TP, while 2% PSEO exhibited the highest TF values. Consequently, postharvest $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ and PSEO applications were promising due to their positive effects on various quality parameters of ‘Sweetheart’ sweet cherry fruits and the storage period.

Keywords: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, sweet cherry, pomegranate seed essential oil, quality.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: T. Dilmaçunal; tubadilmacun@isparta.edu.tr

Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Tuba DİLMAÇÜNAL  <https://orcid.org/0000-0003-1557-240X>

Adnan N. YILDIRIM  <https://orcid.org/0000-0003-2474-2116>

Abdul S. DAWLATZAI  <https://orcid.org/0000-0001-8803-6865>

Civan ÇELİK  <https://orcid.org/0000-0002-1696-5902>

Giriş

Kiraz (*Prunus avium* L.), ihracatı ülkemiz ekonomisinde özellikle de Isparta’da önemli bir yere sahiptir. Türkiye 2023 yılında 736.791 ton

ile dünya kiraz üretiminde lider konumdadır (FAOSTAT, 2023a). Aynı zamanda bu üretiminden 83433 ton satış ile 214.36 milyon dolar gelir elde etmiştir (FAOSTAT, 2023b). Türkiye, kiraz üretimi ve ihracatında dünya lideri

konumunda olup 2022 yılında 832,811 ton kiraz ve vişne üretimiyle dünya birincisi olmuştur (FAOSTAT, 2022). Aynı yıl, 230 milyon dolarlık ihracat geliriyle dünyada dördüncü sırada yer almıştır (OEC, 2022).

Kiraz meyvelerinin içerdiği C, A ve K vitaminleri, potasyum ve magnezyum gibi minerallerin yanı sıra polifenoller ve antosiyaninler gibi biyoaktif bileşikler içermesi nedeniyle sağlık açısından önemli rol oynadığı bilinmektedir (Le Nguyen ve ark., 2020). Kiraz, ağırlık kaybı, renk değişimi, yumuşama, meyve yüzeyinde pitting oluşumu ve asitlik kaybı gibi nedenlerle hızlı bozulabilen bir meyve türüdür (Bernalte ve ark. 2003). Tüketicinin taze ve kaliteli ürünleri talep etmesi, kiraz gibi meyvelerin depolama ömrünü uzatarak pazarlanabilirliğini artırmaya yönelik çalışmalara ilgiyi artırmıştır. Son yıllarda doğaya ve insan sağlığına olumsuz etkisi bulunmayan hasat sonrası uygulamalar artmaktadır. Modifiye atmosfer (MA) kiraz meyvelerinin raf ömrünü 30-40 güne kadar uzatabilmektedir. Ancak, MA tek başına depolamada kalite ve güvenlik standartlarını karşılamayabilmekte ve bu nedenle MA'ın yenilikçi uygulamalarla birleştirilmesi gerekmektedir (Alique ve ark., 2003; Padilla-Zakour ve ark., 2007).

Kalsiyum klorür dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), kalsiyum (Ca)'un gıdaya uygulanabilir bir formu olup doğal, yenilebilir ve uygun maliyetli bir bileşiktir. ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından hasat sonrası kullanım için onaylanmış olup, meyve kalitesini korumada önemli bir rol oynamaktadır. Ca, uygun dozlarda kullanıldığında meyvelerin hücre yapılarının bütünlüğünü sağlayarak albenisinin ve raf ömrünün artmasını sağlamaktadır (Poovaiah ve Reddy, 1993). Son dönemlerde, hasat sonrası meyve kalitesini artırmak için MA ile esansiyel yağlar gibi doğal bileşiklerin birlikte kullanımı öne çıkmaktadır. Esansiyel yağlar, buhar fazındaki biyolojik etkinlikleri sayesinde potansiyel fumigantlar olarak depolanmış ürünlerde kullanılabilir. Ancak, antimikrobiyal etkiye sahip olan yüksek dozların tat üzerinde istenmeyen etkileri olabilmektedir (Ponce ve ark., 2004; Tzortzakakis, 2007).

Bu çalışmada, farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve nar çekirdeği esansiyel yağı (NÇEY)

uygulamalarının MA'de depolanan kiraz meyvelerinin depo ömrü ve kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Son yıllarda, kalıntı riskinden dolayı tüketicilerin kimyasal uygulamalara karşı hassasiyeti ve doğal ürünlere olan ilgisi artmaktadır. Doğaya ve insan sağlığına olumsuz etkisi bulunmayan hasat sonrası uygulamaları içeren bu çalışmanın, kiraz iç ve dış ticaretine ve literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Materyal ve Metot

Bu çalışma, 2024 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarı ve soğuk hava deposunda gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, 'Maxima 14' anacına aşılı ve 2.5x5 m aralıklarla dikilmiş 8 yaşındaki 'Sweetheart' kiraz çeşidine ait meyveler kullanılmıştır. Hasattan sonra meyveler en kısa zamanda laboratuvara getirilmiş, ön soğutma sonrasında hasarsız meyveler tüm daldırma uygulamaları için 0°C sıcaklığında hazırlanmış olan saf su (kontrol-U0), Sati ve Qubbaj (2021)'a göre hazırlanan %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (U1) ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (U2), Popescu vd. (2022)'ne göre hazırlanan %1 NÇEY (U3) ve %2 NÇEY (U4) içeren solüsyonlara 5 dakika süreyle daldırılmıştır. Uygulama sonrası, fazla suyu süzdürülen meyveler 15x20 cm boyutlarındaki köpük tabaklara yaklaşık 300 g meyve içerecek şekilde koyulmuş, üzeri 8 mikron kalınlığında streç film ile kaplanarak MA oluşturulmuştur. Tüm uygulamalar $0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 35 gün depolanarak, 0, 7, 14, 21 ve 28. günlerde analiz edilmiştir.

Her uygulamadaki her bir tekerrür başlangıçta ve her analiz döneminde dijital terazi (± 0.01 g WTC-600, Shenzhen) ile tartılarak; Ağırlık kaybı (%): $\frac{\text{Başlangıç ağırlığı} - \text{Dönem ağırlığı}}{\text{Başlangıç ağırlığı}} \times 100$ (Dilmaçınal, 2020) formülüne göre ağırlık kaybı belirlenmiştir. Meyve sertliği 6 mm'lik uça sahip dijital penetrometre (U.T. Instruments Srl) ile ölçülmüş ve sonuçlar Newton (N) olarak ifade edilmiştir. Meyve ve sap rengi dijital renk ölçer (CR-400, Konica-Minolta, Tokyo, Japonya) kullanılarak ($\text{CIE } L^*a^*b^*$) meyve rengi için her bir meyvenin iki karşıt yüzeyinden, sap rengi için ise 10 meyve sapı bir araya getirilerek 3 ölçüm

yapılmıştır. Kroma (C^*) değerleri $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ formülüne göre; hue açısı (h°) değerleri $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ formülüne göre hesaplanmıştır (McGuire, 1992). Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı ve pH değerleri, pH metre (HI2211) kullanılarak 10 ml meyve suyunda ölçülmüştür. TEA analizi için meyve suyu 0.1 M NaOH ile pH 8.1 olana kadar titre edilmiş ve harcanan çözelti miktarından % malik asit cinsinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007). Suda çözünür kuru madde (SÇKM) dijital refraktometre (Hanna Instruments Ltd.) ile ölçülmüş ve °Brix olarak verilmiştir. Toplam fenolik madde miktarı, Singleton ve Rossi (1965)'ye göre Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak saptanmış; spektrofotometrede (Spectramax 190 UV-VIS) okumalar 750 nm dalga boyunda yapılmıştır. Toplam flavonoid içeriği ise Zhishen ve ark. (1999)'na göre spektrofotometrede (Spectramax 190 UV-VIS) 510 nm dalga boyunda saptanmıştır. Duyusal değerlendirme beş panelist tarafından renk, aroma, dış görünüş ve genel kabul edilebilirlik açısından 1-9 arası hedonik bir ölçek kullanılarak (≤ 4 :çok kötü, 5:orta, 6-8:iyi ve 9: mükemmel) yapılmıştır (Dilmaçunal, 2020). Çürüme oranı, her analiz döneminde çürük meyve yüzdesi olarak hesaplanmıştır (Şener ve ark., 2022). Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrür ve her tekerrürde 300 gr meyve olacak şekilde planlanmıştır. Sonuçlar ortalama değerler olarak ifade edilmiş ve analizler IBM SPSS Statistics for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanılarak iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilmiştir. Varyasyon kaynaklarına ait uygulamalar ve muhafaza süresi ortalamalarının karşılaştırılmasında ise Tukey testi kullanılmıştır ($P < 0.05$)

Bulgular ve Tartışma

Tüm uygulamalarda artan depolama süresiyle birlikte meyve ağırlığında azalma olmuştur. Depolama sonunda (35. gün) en fazla ağırlık kaybı kontrol meyvelerinde (%3.37), en az kayıp ise %1 NÇEY uygulamasında (%2.65) saptanmış ve ağırlık kaybını azaltmada en etkili uygulama olmuştur ($P < 0.05$). NÇEY yenilebilir kaplama uygulamasının her bir meyve etrafında bir modifiye atmosfer oluşturarak hem su kaybını hem de solunum hızını azaltarak ağırlık kaybının sınırlandırılmasında etkili olduğu

düşünülmektedir (Çizelge 1). Elde edilen sonuçlar, üzüm (Martínez-Romero ve ark., 2005), kiraz (Serrano ve ark., 2005) ve şeftalilerde (Sivakumar ve Bautista-Banos, 2014) yapılan önceki çalışmalarla uyumludur.

Kirazda meyve sertliği, tüketici talebi ve pazara ulaşımı süreçlerinde kritik bir öneme sahiptir (Bai ve ark., 2011). Çalışmamızda 'Sweetheart' kiraz çeşidinde, depolamanın 28. gününden itibaren meyve sertliğinde azalma kaydedilmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmasa da depolama sonunda (35. gün) elde edilen verilere göre (4.82 N) ve de uygulama ortalama değerlerine göre (11.45 N) %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ uygulamasının meyve sertliğini diğer uygulamalara göre daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. En düşük meyve sertliği depolama sonunda (35. gün) (3.12 N) ve uygulama ortalama değerlerine göre (10.20 N) %1 NÇEY uygulaması yapılan meyvelerde saptanmıştır (Çizelge 1). Bai ve ark. (2011) ve Wang ve Long (2014)'un farklı kiraz çeşitlerinden elde ettikleri bulgular da sonuçlarımızı desteklemektedir. Benzer şekilde CaCl_2 uygulamasının 'Van' kiraz çeşidi ve diğer meyve türlerinde de meyve sertliğini artırdığı farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Lidster ve ark., 1978; Conway ve ark., 2001; Manganaris ve ark., 2007).

TEA ve SÇKM değerleri kirazların tat ve aroma kalitesini değerlendirmede önemli parametrelerdir. Genel olarak hem kontrol hem de uygulama yapılan meyvelerde TEA azalmıştır. İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte pH değerinde başlangıça (3.31) kıyasla artış (3.91) saptanmıştır (veriler sunulmamıştır). Depolama sonunda (35. gün) en yüksek TEA, %1 ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 'da (%1.01) saptanmış, çok az farkla %1 NÇEY (%0.99) ve %2 NÇEY (%0.95) takip etmiş; en düşük TEA kontrol meyvelerinde (%0.78) kaydedilmiştir (Çizelge 1). Bu bulgular, esansiyel yağ ve Ca uygulamalarının TEA kayıplarını geciktirdiğini ve meyve metabolizmasını baskıladığını gösteren önceki çalışmalarla uyumludur (Asghari ve ark., 2009; Wang ve ark., 2014). Depolama süresince SÇKM'de artış gözlenmiştir. Depolama sonunda (35. gün) en yüksek SÇKM kontrol meyvelerinde (%20.57), en düşük değer ise %1 NÇEY uygulamasında (%19.30) saptanmıştır. Kontrol grubundaki artışın su kaybı ve polisakkaritlerin

parçalanmasıyla ilişkili olduğu dolayısıyla %1 NÇEY'nın su kaybını ve polisakkaritlerin parçalanmasını geciktirdiği söylenebilir (Tanada-Palmu ve Grosso, 2005; Güneyli ve ark., 2018).

Çizelge 1. Hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve NÇEY uygulamalarının depolama süresince 'Sweetheart' kiraz çeşidi meyvelerinde ağırlık kaybı, meyve sertliği, TEA ve SÇKM değerleri üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)						Ortalama
	0	7	14	21	28	35	
Ağırlık Kaybı (%)							
U0**	-	0.98 ^{l-o}	1.20 ^{klm}	1.68 ^{hij}	2.40 ^{de}	3.37 ^a	1.93 A
U1	-	0.64 ^{no}	1.17 ^{klm}	1.85 ^{f-i}	2.19 ^{ef}	3.13 ^{ab}	1.80 AB
U2	-	0.81 ^{m-o}	1.26 ^{kl}	1.80 ^{f-i}	2.15 ^{efg}	2.91 ^{bc}	1.79 B
U3	-	0.61 ^o	1.03 ^{lmn}	1.49 ^{ijk}	1.94 ^{fgh}	2.65 ^{cd}	1.54 C
U4	-	0.90 ^{l-o}	1.30 ^{jkl}	1.76 ^{ghi}	2.12 ^{efg}	2.89 ^{bc}	1.79 B
Ortalama		0.79 E	1.19 D	1.72 C	2.16 B	2.99 A	
Meyve Sertliği (N)							
U0	12.68 ^{bc}	14.51 ^{abc}	14.27 ^{abc}	15.36 ^{abc}	4.66 ^d	3.53 ^d	10.83 AB
U1	12.87 ^{abc}	14.72 ^{abc}	15.93 ^{ab}	14.82 ^{abc}	5.54 ^d	4.82 ^d	11.45 A
U2	12.51 ^c	14.34 ^{abc}	16.06 ^a	14.51 ^{abc}	4.99 ^d	4.33 ^d	11.12 AB
U3	12.56 ^c	14.19 ^{abc}	13.52 ^{abc}	14.53 ^{abc}	3.27 ^d	3.12 ^d	10.20 B
U4	12.66 ^{bc}	14.28 ^{abc}	14.26 ^{abc}	14.53 ^{abc}	4.02 ^d	4.13 ^d	10.65 AB
Ortalama	12.65 B	14.41 A	14.81 A	14.75 A	4.50 C	3.99 C	
TEA (%)							
U0	1.83 ^{ab}	1.55 ^{de}	1.08 ^{ijk}	1.22 ^{fgh}	1.14 ^{ghi}	0.78 ^m	1.27 B
U1	1.73 ^{bc}	1.48 ^e	1.16 ^{fghi}	1.25 ^f	1.18 ^{fghi}	1.01 ^{jkl}	1.31 A
U2	1.84 ^{ab}	1.23 ^{fg}	1.14 ^{fghi}	1.23 ^{fg}	1.14 ^{ghi}	1.01 ^{jkl}	1.27 B
U3	1.81 ^{ab}	1.50 ^e	1.11 ^{hij}	1.22 ^{fg}	1.14 ^{ghi}	0.99 ^{kl}	1.30 AB
U4	1.87 ^a	1.65 ^{cd}	1.10 ^{ijk}	1.22 ^{fg}	1.14 ^{ghi}	0.95 ^l	1.33 A
Ortalama	1.82 A	1.49 B	1.12 D	1.23 C	1.15 D	0.95 E	
SÇKM (%)							
U0	13.42 ^{fg}	15.60 ^d	18.37 ^{bc}	18.95 ^{bc}	19.50 ^{ab}	20.57 ^a	17.74 A
U1	13.77 ^{efg}	14.82 ^{def}	18.47 ^{bc}	18.90 ^{bc}	19.04 ^{abc}	19.70 ^{ab}	17.45 AB
U2	12.55 ^g	13.27 ^{fg}	18.59 ^{bc}	18.97 ^{bc}	19.74 ^{ab}	19.52 ^{ab}	17.11 B
U3	14.47 ^{def}	15.57 ^d	19.55 ^{ab}	19.50 ^{ab}	17.90 ^c	19.30 ^{abc}	17.72 A
U4	15.20 ^{de}	15.67 ^d	17.72 ^c	18.44 ^{bc}	19.12 ^{abc}	19.50 ^{ab}	17.61 A
Ortalama	13.88 D	14.99 C	18.54 B	18.95 B	19.06 B	19.72 A	

*Büyük harfler muhafaza süresi ve uygulamalar, küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu arasındaki farklılıkları göstermektedir. ^{od}P<0.05 düzeyinde önemsizdir. **U0: Kontrol; U1: %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U2: %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U3: %1 NÇEY, U4: %2 NÇEY

Meyve rengi, tüketici tercihleri açısından önemli olup, olgunluk aşamasına göre değişiklik gösterebilmektedir (Diaz-Mula ve ark., 2012). Depolama süresi ilerledikçe tüm uygulamalarda meyve rengi koyulaşmış ve L*, C* ve h° değerlerinde bir azalma görülmüştür. Depolama

sonunda (35. gün) meyve parlaklığını (L*) (36.05) ve canlılığını (C*) (15.55) en iyi koruyan uygulama %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, meyve rengi h° açısını (24.26) en iyi koruyan uygulama %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olmuştur (Çizelge 2).

Çizelge 2. Hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve NÇEY uygulamalarının depolama süresince ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi meyvelerinde meyve rengi (L^* , C^* , h°) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)						Ortalama
	0	7	14	21	28	35	
L*							
U0**	42.78 ^{b-f*}	38.98 ^{fg}	41.44 ^{b-f}	39.00 ^{fg}	32.12 ^{hi}	31.62 ⁱ	37.66 B
U1	41.27 ^{c-f}	40.83 ^{def}	45.55 ^{ab}	39.86 ^{efg}	29.99 ⁱ	28.86 ⁱ	37.73 B
U2	45.14 ^{abc}	41.65 ^{b-f}	42.72 ^{b-f}	40.83 ^{def}	32.45 ^{hi}	36.05 ^{gh}	39.81 A
U3	44.61 ^{a-d}	42.21 ^{b-f}	43.42 ^{a-e}	41.81 ^{b-f}	32.45 ^{hi}	30.24 ⁱ	39.12 A
U4	43.7 ^{a-e}	43.4 ^{a-e}	47.27 ^a	39.57 ^{efg}	32.45 ^{hi}	31.70 ⁱ	39.68 A
Ortalama	43.5 A	41.42 B	44.08 A	40.21 B	31.89 C	31.7 C	
C*							
U0	40.99 ^{b-f}	36.92 ^{c-g}	40.73 ^{b-f}	31.69 ^g	17.93 ^{hi}	11.69 ^{ij}	29.99 B
U1	43.76 ^{a-d}	36.89 ^{c-g}	44.75 ^{abc}	35.06 ^{efg}	15.55 ^{hij}	12.34 ^{hij}	31.39 B
U2	47.26 ^{ab}	43.73 ^{a-d}	42.32 ^{a-e}	35.17 ^{efg}	20.02 ^h	15.55 ^{hij}	34.01 A
U3	48.97 ^a	40.5 ^{b-f}	39.48 ^{b-g}	36.50 ^{d-g}	17.75 ^{hi}	10.17 ^{ij}	32.23 AB
U4	38.41 ^{c-g}	42.00 ^{a-e}	43.70 ^{a-d}	33.18 ^{fg}	13.82 ^{hij}	9.49 ^j	30.10 B
Ortalama	43.88 A	40.01B	42.20 AB	34.32 C	17.01 D	11.85 E	
h°							
U0	24.64 ^{de}	23.52 ^{de}	26.11 ^{cde}	27.06 ^{cde}	33.56 ^{bcd}	19.76 ^e	25.77 B
U1	27.83 ^{cde}	24.89 ^{de}	27.12 ^{cde}	26.45 ^{cde}	44.67 ^{ab}	24.26 ^{de}	29.20 A
U2	27.20 ^{cde}	25.66 ^{de}	26.68 ^{cde}	24.90 ^{de}	37.07 ^{bc}	20.69 ^e	27.04 AB
U3	24.35 ^{de}	23.83 ^{de}	22.48 ^{de}	22.68 ^{de}	48.44 ^a	22.72 ^{de}	27.42 AB
U4	24.49 ^{de}	25.29 ^{de}	24.42 ^{de}	22.69 ^{de}	48.79 ^a	18.17 ^e	27.31 AB
Ortalama	25.70 B	24.63 BC	25.36 B	24.75 BC	42.5 A	21.12 C	

*Büyük harfler muhafaza süresi ve uygulamalar, küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. **U0: Kontrol; U1: %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U2: %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U3: %1 NÇEY, U4: %2 NÇEY

Tüm uygulamalarda sap renginde dalgalanma gözlenmekle birlikte, depolama sonunda L^* , C^* ve h° değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Çalışmada uygulama ortalama değerlerine göre %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en yüksek L^* değerine (50.38) sahip olmuş; C^* değeri bakımından kontrol ile aynı istatistik grubunda yer alsa da %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (30.54) ve %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (30.27) uygulaması yapılan meyveler daha canlı bulunmuştur. Depolama sonunda uygulamaların ortalama değerlerine göre h° bakımından istatistiksel olarak belirgin bir fark bulunmamakla birlikte ($P < 0.05$) %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (105.72) ve %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (105.00) uygulamalarının biraz daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bulgularımızı destekler nitelikte Wang ve ark. (2014), Ca uygulamalarının yaşlanmayı ve renk değişimini geciktirdiğini bildirmişlerdir.

Tüm uygulamalarda toplam fenolik (TFE) ve flavonoid (TFL) içeriği depolama süresince dalgalanma göstermiştir. Toplam fenolik madde içeriğinde kontrol grubunda 14. güne kadar düzenli bir artış gözlenirken 21. günde keskin bir azalma ve sonraki günlerde tekrar artış olduğu saptanmıştır. %1 ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ uygulamalarında depolama süresinde TFE madde içeriğinde azalma tespit edilse de TFL içeriğinde 7. günde artış, 14. günden itibaren ise azalma saptanmıştır. %1 ve %2 NÇEY uygulamalarında TFE madde içeriğinde 7. günde artış, 14. ve 21. günlerde azalma tespit edilmiştir. Bununla birlikte %1 NÇEY uygulamasında TFE madde içeriğinde 28. ve 35. günlerde tekrar artış gözlenirken, %2 NÇEY uygulamasında azalmaların devam ettiği dikkati çekmiştir. Depolama sonunda (35. gün) %1 NÇEY 76.11 mg GAE/100g ile en yüksek TFE içeriğine sahip olan uygulama olmuştur.

Çizelge 3. Hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve NÇEY uygulamalarının depolama süresince ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi meyve sapı rengi (L^* , C^* , h°) üzerine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi (gün)						Ortalama
	0	7	14	21	28	35	
L*							
U0**	49.77 öd	53.85	51.72	50.49	49.43	48.57	48.04 AB*
U1	49.07	52.95	51.54	50.24	47.06	43.33	48.80 AB
U2	48.97	51.61	50.43	49.98	45.89	42.86	50.38 A
U3	48.91	49.18	46.29	45.55	45.67	41.38	44.50 C
U4	47.81	48.57	45.96	42.51	40.15	38.44	46.32 BC
Ortalama	48.91 AB*	51.23 A	49.19 AB	47.76 BC	45.64 CD	42.92 D	
C*							
U0	30.95 a-d*	30.32 a-e	27.92 b-e	29.84 a-e	34.35 a	26.93 cde	30.05 A
U1	33.59 ab	32.75 abc	30.56 a-e	28.67 a-e	28.2 a-e	27.84 b-e	30.27 A
U2	31.61 a-d	30.96 a-d	30.87 a-d	30.49 a-e	31.04 a-d	28.26 a-e	30.54 A
U3	33.02 abc	28.2 a-e	27.46 b-e	27.46 b-e	26.33 de	24.42 ef	27.81 B
U4	32.29 a-d	28.08 b-e	29.95 a-e	27.49 b-e	26.19 de	19.02 f	27.17 B
Ortalama	32.29 A	30.06 B	29.35 B	28.79 B	29.22 B	25.29 C	
h°							
U0	105.60 öd	94.70	107.12	103.82	105.05	96.85	102.19 öd
U1	108.02	103.26	103.14	103.83	106.06	105.69	105.00
U2	107.28	99.86	105.48	107.76	111.87	102.04	105.72
U3	107.08	105.36	103.27	101.62	109.99	100.52	104.64
U4	107.57	101.22	106.83	100.47	111.62	99.65	104.56
Ortalama	107.11 AB	100.88 C	105.17 ABC	103.5 BC	108.92 A	100.95 C	

*Büyük harfler muhafaza süresi ve uygulamalar, küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu arasındaki farklılıkları göstermektedir. ^{öd}P<0.05 düzeyinde önemsizdir. **U0: Kontrol; U1: %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U2: %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U3: %1 NÇEY, U4: %2 NÇEY

Benzer durumlar TFL içeriği için de saptanmıştır. Kontrol grubunda 14. güne kadar TFL içeriğinde düzenli artışlar söz konusu olsa da 21. günden itibaren azalma saptanmıştır. %1 ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, %1 ve %2 NÇEY uygulamalarında ise 7. güne kadar artış, sonrasında dalgalanma tespit edilmiştir. Depolama sonunda (35. Gün) %2 NÇEY 113.02 mg CE/100g ile en yüksek TFL içeriğine sahip olan uygulama olmuştur (Çizelge 4). İlk 10 gün içindeki fenolik ve flavonoid içeriğinin hızlı birikimi, diğer fenolik bileşiklerin üretimindeki artışa bağlanabilir (Ayala-Zavala ve ark., 2007). Gol ve ark. (2013)’nın esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan meyvelerin kaplanmamış meyvelere oranla daha yüksek fenolik bileşik içerdiğini bildirdikleri sonuçlar çalışmamızdan elde edilen sonuçlarla uyumludur. Bununla birlikte, diğer gruplarda depolama süresinin sonunda fenolik içeriğindeki azalmanın solunum ve hücre yapısının bozulmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir (Zhang ve ark., 2018).

Maghenzani ve ark. (2018), *Thymus vulgaris* ve *Satureja montana* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların buhar kirazların kalite ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar uçucu yağ kullanımının meyvelerdeki pomolojik ve biyokimyasal içerikleri bakımından kalite kaybını önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Hosseini vd. (2024) *Bacillus subtilis* bakterisinin ve kekik uçucu yağının kirazda raf ömrüne ve bazı kalite parametrelerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar bakteri ve uçucu yağların depolama süresinin 0, 15 ve 30. günlerinde; sertlik, ağırlık kaybı, antioksidan aktivite, fenilalanin amonyak liyaz (PAL) enzim aktivitesi, pazarlanabilirlik, renk, toplam antosiyanin içeriği ve çürüme yayılma oranı gibi kalite parametrelerini değerlendirmişlerdir. Sonuç olarak uygulamaların meyve pazarlanabilirliğini, antioksidan aktivitesini ve antosiyanin içeriğini önemli ölçüde koruduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve NÇEY uygulamalarının depolama süresince ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi meyvelerinde toplam fenolik ve flavonoid içerikleri üzerine etkileri

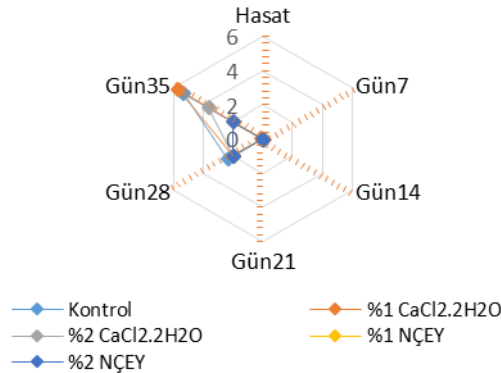
Uygulama	Muhafaza Süresi (Gün)						Ortalama
	0	7	14	21	28	35	
	Toplam Fenolik (mg GAE/100g)						
U0**	55.55 ^{b*}	70.28 ^a	77.77 ^a	54.90 ^b	60.90 ^a	65.29 ^a	64.11AB
U1	67.55 ^a	63.39 ^a	62.32 ^a	61.79 ^a	62.98 ^a	52.93 ^b	61.83B
U2	67.14 ^a	65.23 ^a	56.32 ^b	55.31 ^b	56.97 ^b	60.12 ^a	60.18B
U3	63.93 ^a	86.92 ^a	63.15 ^a	62.98 ^a	74.27 ^a	76.11 ^a	71.22A
U4	61.79 ^a	74.32 ^a	66.48 ^a	56.32 ^b	65.29 ^a	54.95 ^b	63.19AB
Ortalama	63.19AB	72.03A	65.21AB	58.26B	64.08AB	61.88B	
Toplam Flavonoid (mg CE/100g)							
U0	93.55 ^{c-h}	113.72 ^{abc}	119.99 ^a	86.00 ^{e-h}	79.34 ^{gh}	85.27 ^{e-h}	96.31AB
U1	87.43 ^{d-h}	111.91 ^{a-d}	108.29 ^{a-f}	89.47 ^{c-h}	83.46 ^{fgh}	88.81 ^{c-h}	94.89AB
U2	85.81 ^{e-h}	121.84 ^a	97.24 ^{a-h}	75.69 ^h	94.12 ^{c-h}	86.19 ^{e-h}	93.48B
U3	85.23 ^{e-h}	104.09 ^{a-g}	119.41 ^{ab}	91.66 ^{c-h}	94.55 ^{b-h}	109.98 ^{a-e}	100.82A
U4	80.15 ^{gh}	112.37 ^{a-d}	90.77 ^{c-h}	102.48 ^{a-g}	98.55 ^{a-h}	113.02 ^{abc}	99.56AB
Ortalama	86.43C	112.78A	107.14A	89.06BC	90BC	96.66B	

*Büyük harfler muhafaza süresi ve uygulamalar, küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. **U0: Kontrol; U1: %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U2: %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U3: %1 NÇEY, U4: %2 NÇEY

Depolama süresi boyunca duyuşal değerdendirme puanları kademeli olarak azalmış ve kalite kaybı özellikle üçüncü haftadan itibaren daha belirgin hale gelmiştir. Tüm uygulamalardaki meyveler 35. gün sonunda pazarlanabilir (≥ 5) olarak değerdendirilmiştir. Depolama sonunda %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve %2 NÇEY uygulamaları en yüksek puanı (7.67) alırken, kontrol uygulaması ise kritik kabul edilebilirlik seviyesinde (5.67 puan) kalmıştır (Şekil 1B). Tat değerdendirmesinde de benzer sonuçlar kaydedilmiştir (Şekil 1A). Depolamanın 21.

gününe kadar hiçbir uygulamada çürüme tespit edilmemiştir. Depolama sonunda en düşük çürüme oranı sırasıyla %1 NÇEY ve %2 NÇEY gruplarında kaydedilmiştir (Şekil 2). Bulgularımızı destekler nitelikte nar ekstraktlarının, *B. cinerea*, *Penicillium digitatum* ve *Penicillium expansum* üzerinde güçlü mantar öldürücü aktivite gösterdiği ve yarı ticari koşullarda hem kirazlarda hem de limonlarda doğal çürümeleri etkili bir şekilde azalttığı belirlenmiştir (Nicosia ve ark., 2016).

Şekil 1. Hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve NÇEY uygulamalarının depolama süresince ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi meyvelerinde tat-aroma (A) ve dış görünüş (B) üzerine etkileri



Şekil 2. Hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve NÇEY uygulamalarının depolama süresince ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi meyvelerinde çürüme oranı üzerine etkileri

Sonuç

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve NÇEY uygulamalarının meyvelerin kalitesi ve depo ömrü üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Depolama sonunda %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ sertlik ve h° , %1 ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ TEA, %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ meyve rengi L^* ve C^* , %1 ve %2 NÇEY çürükleri önleme, %1 NÇEY ağırlık kaybını azaltma ve genel kaliteyi koruma konusunda umut verici sonuçlar göstermiştir. %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve %1 NÇEY duysal değerlendirmelerde diğer uygulamalara göre daha yüksek puan almıştır. Depolama sonunda %1 NÇEY en yüksek TFE ve %2 NÇEY en yüksek TFL değerlerine sahip olmuştur. Sonuç olarak, hem ‘Sweetheart’ kiraz çeşidi meyvelerinin farklı kalite parametreleri üzerindeki, hem de depolama süresi üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve NÇEY uygulamalarının ümitvar olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Alique, R., Martínez, M.A., Alonso, J., 2003. Influence of the Modified Atmosphere Packaging on Shelf Life and Quality of Navalinda Sweet Cherry. *European Food Research and Technology*. 217:416-420.
- Asghari, M.A., Mostoufi, Y., Shoeybi, S.H., Fatahi, M., 2009. Effect of Cumin Essential Oil on Postharvest Decay and Some Quality Factors of Strawberry. *Journal of Medicinal Plants*. 8(3):25-43.
- Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y., Gonzalez-Aguilar, G.A., 2007. High Oxygen Treatment Increases Antioxidant Capacity and Postharvest Life of Strawberry Fruit. *Food Technology and Biotechnology*. 45:166-173.
- Bai, J., Plotto, A., Spotts, R., Rattanapanone, N., 2011. Ethanol Vapor and Saprophytic Yeast Treatments Reduce Decay and Maintain Quality of Intact and Fresh-Cut Sweet Cherries. *Postharvest Biology and Technology*. 62:204-212.
- Bernalte, M.J., Sabio, E., Hernandez, M.T., Gervasini, C., 2003. Influence of Storage Delay on Quality of ‘Van’ Sweet Cherry. *Postharvest Biology and Technology*. 28(2):303-312.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Conway, W.S., Sams, C.E., Hickey, K.D., 2001. Pre- and Postharvest Calcium Treatment of Apple Fruit and Its Effect on Quality. In *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants*. 594:413-419.
- Diaz-Mula, H.M., Serrano, M., Valero, D., 2012. Alginate Coatings Preserve Fruit Quality and Bioactive Compounds During Storage of Sweet Cherry Fruit. *Food Bioprocess Technology*. 5(8):2990-2997. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0599-2>.
- Dilmaçunal, T., 2020. Controlled Atmosphere and Shelf Life Performance of a New Late-maturing Japanese Pear (*Pyrus pyrifolia* (Burm. F.) Nakai) Cultivar ‘Atago’. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca*. 48(1):177-188. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha48111764>.
- FAOSTAT, 2023a. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Crops and Livestock Products. Statistics. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim tarihi: 23.05.2025).
- Gol, N.B., Patel, P.R., Rao, T.R., 2013. Improvement of Quality and Shelf-Life of Strawberries with Edible Coatings Enriched with Chitosan. *Postharvest Biology and Technology*. 85:185-195.
- Güneyli, A., Koyuncu, M.A., Onursal, C. E., Erbaş, D., Çetinbaş, M., Butar, S., Koyuncu, F., 2018. Effects of Pre-Harvest Retain Treatments with Map on Cold Storage Quality of Sweet Cherry Cv. ‘0900 Ziraat’. *Scientific Papers Series B Horticulture Vol. LXII*:153 158.
- Hosseini, C., Asghari, M., Khezri, M., 2024. Potential of *Bacillus subtilis* and Oregano Essential Oil in Controlling Postharvest Gray Mold Caused by *Botrytis cinerea* and Maintaining Quality Attributes of Sweet Cherry. *Journal of Plant Growth Regulation*. 43(7):2410-2421.
- Le Nguyen, L. P., Visy, A., Baranyai, L., Friedrich, L., Mahajan, P. V., 2020.

- Application of Hue Spectra Fingerprinting During Cold Storage and Shelf-Life of Packaged Sweet Cherry. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 14:2689-2702.
- Lidster, P.D., Porritt, S.W., Tung, M.A., 1978. Texture Modification of 'Van' Sweet Cherries by Postharvest Calcium Treatments. 527-530.
- Maghenzani, M., Chiabrandi, V., Santoro, K., Spadaro, D., Giacalone, G., 2018. Effects of Treatment by Vapour of Essential Oil from *Thymus vulgaris* and *Satureja montana* on Postharvest Quality of Sweet Cherry (cv. Ferrovia). *Journal of Food and Nutrition Research*. 57(2):161-169.
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Diamantidis, G., Mignani, I.J.F.C., 2007. The Effect of Postharvest Calcium Application on Tissue Calcium Concentration, Quality Attributes, Incidence of Flesh Browning and Cell Wall Physicochemical Aspects of Peach Fruits. *Food Chemistry*. 100(4):1385-1392.
- Martínez-Romero, D., Castillo, S., Valverde, J.M., Guillén, F., Valero, D., Serrano, M., 2005. The Use of Natural Aromatic Essential Oils Helps to Maintain Postharvest Quality of 'Crimson' Table Grapes. *Acta Horticulturae*. 682:1723-1730. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.682.230.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*. 27(12):1254-1255.
- Nicosia, M.G.L.D., Pangallo, S., Raphael, G., Romeo, F.V., Strano, M.C., Rapisarda, P., Droby, S., Schena, L., 2016. Control of Postharvest Fungal Rots on Citrus Fruit and Sweet Cherries Using a Pomegranate Peel Extract. *Postharvest Biology and Technology*. 114:54-61.
- OEC, 2022. Fresh Cherries. the Observatory of Economic Complexity. <https://oec.world/en/profile/hs/cherries-fresh>. (Erişim tarihi: 19.10.2024)
- Padilla-Zakour, O.I., Ryona, I., Cooley, H.J., Robinson, T.L., Osborne, J., Freer, J., 2007. Shelf-Life Extension of Sweet Cherries by Field Management, Post-Harvest Treatments and Modified Atmosphere Packaging. New York fruit quarterly.
- Ponce, A.G., Del Valle, C., Roura, S.I., 2004. Shelf Life of Leafy Vegetables Treated with Natural Essential Oils. *Journal of Food Science*. 69(2):50-56.
- Poovaiah, B. W., Reddy, A.S.N., 1993. Calcium and Signal Transduction in Plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*. 12:185-211.
- Serrano, M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Valero, D., 2005. The Use of Natural Antifungal Compounds Improves the Beneficial Effect of MAP in Sweet Cherry Storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 6:115-123. DOI:10.1016/j.ifset.2004.09.001.
- Singleton, V.L. Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-phosphotungstic Acid Reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16(3):144.
- Sivakumar, D., Bautista-Baños, S., 2014. A Review on the Use of Essential Oils for Postharvest Decay Control and Maintenance of Fruit Quality During Storage. *Crop protection*. 64:27-37.
- Şener, S., Doğan, A., Duran, C.N., Kurt, Z., Erkan, M., 2022. Effects of Different Essential Oil Applications Before Harvest on the Storage of 'Rubygem' Strawberry Variety. *COMU Journal of Agriculture Faculty*. in Turkish. 10(2):395-404
- Tanada-Palmu, P.S., Grosso, C.R., 2005. Effect of Edible Wheat Gluten-Based Films and Coatings on Refrigerated Strawberry (*Fragaria ananassa*) Quality. *Postharvest Biology and Technology*. 36(2):199-208.
- Tzortzakis, N.G., 2007. Maintaining Postharvest Quality of Fresh Produce with Volatile Compounds. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 8(1):111-116.
- Wang, Y., Long, L.E., 2014. Respiration and Quality Responses of Sweet Cherry to Different Atmospheres During Cold Storage and Shipping. *Postharvest Biology and Technology*. 92:62-69.
- 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.
- Zhang, C., Li, W., Zhu, B., Chen, H., Chi, H., Li, L., Qin, Y., Xue, J., 2018. The Quality Evaluation of Postharvest Strawberries Stored in Nano-Ag Packages at Refrigeration Temperature. Polymers. 10:894.
- Zhishen, J.M., Jianming, W., 1999. La Determinación Del cönktendim de Flavonoides en La Morera y sus Efectos depuradores Sobre los Radicales superóxidos', International Journal of Applied Poultry Research. Food Chemistry. 64(1):555-559.

Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Vişne (*Prunus cerasus* L.) Meyvesinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Depolama Süresi Üzerine Etkileri

Tuba DİLMAÇÜNAL¹ 

Abdul Saboor DAWLATZAI¹ 

Adnan N. YILDIRIM¹ 

Civan ÇELİK² 

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Isparta, Türkiye

Öz

Çalışma, Isparta koşullarında yetiştirilen ve modifiye atmosferde depolanan ‘Kütahya’ vişne çeşidi meyvelerinde kalsiyum klorür dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve üzüm çekirdeği yağı (ÜÇY) uygulamalarının soğukta muhafaza sırasındaki fizikokimyasal ve biyokimyasal özellikleri ve depolama süresi üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. Ticari hasat döneminde hasat edilen meyveler hasat sonrası uygulamalar için 5 gruba ayrılmıştır. Meyveler saf suya (kontrol), %1 ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve %1 ve %2 ÜÇY çözeltilerine 5 dakika süreyle daldırılmıştır. Uygulamalardan sonra meyveler 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 28 gün depolanmıştır. Depolama boyunca 7 gün aralıklarla alınan vişne meyve örneklerinde ağırlık kaybı, meyve sertliği, meyve ve sap rengi, suda çözünabilir kuru madde (SÇKM), pH, titre edilebilir asitlik (TEA), toplam fenolik (TFE) ve flavonoid (TFL) içeriği, çürüme ve duyu analizler yapılmıştır. Çalışmada, %2 ÜÇY ve %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ağırlık kaybının sınırlandırılması, %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ SÇKM, meyve rengi L^* ve C^* , sap rengi L^* , C^* ve h^* , %2 ÜÇY TEA, %2 ve %1 ÜÇY TFE ve TFL içeriklerinin, %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dış görünüş ve tat-aromanın korunması ve çürümenin önlenmesi açısından öne çıkan uygulamalar olmuştur. Çalışma, doğal ve güvenli yöntemlerle ‘Kütahya’ vişne çeşidi meyve kalitesini koruma stratejileri sunarak literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, depolama, üzüm çekirdeği yağı, vişne.

Impact of some Postharvest Treatments on the Physicochemical Properties and Storage Life of Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Fruit

Abstract

In this study, the physicochemical and biochemical characteristics as well as the storage duration of sour cherry cv. ‘Kütahya’ grown under Isparta conditions and stored in a modified atmosphere were examined in relation to the effects of calcium chloride dihydrate ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) and grape seed oil (GSO) applications. Fruits, harvested at the commercial harvest date, were divided into 5 groups for the postharvest treatments. Fruits were immersed in pure water (control), 1% and 2% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, and 1% and 2% GSO solutions for 5 minutes. After the treatments, fruits were stored at 0°C and 90-95% relative humidity in the modified atmosphere for 28 days. Weight loss, fruit firmness, fruit and stem color, soluble solid content (SSC), pH, titratable acidity (TA), total phenolic (TP) and flavonoid (TF) content, rotting and sensory analyses were performed on sour cherry fruits taken at 7-day intervals throughout storage. In the study, the prominent applications were 2% GSO and 1% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in limitation of weight loss, 2% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in maintaining SSC, fruit color L^* , and C^* , stem color L^* , C^* and h^* , 2% GSO in maintaining TA, 2% and 1% GSO in maintaining TP and TF contents, and 1% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ in preserving external appearance and taste-aroma and preventing decay. The study contributes to the literature by presenting strategies for protecting the fruit quality of the ‘Kütahya’ sour cherry variety with natural and safe methods.

Keywords: $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, storage, grape seed oil, sour cherry.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: T. Dilmaçunal; tubadilmacunal@isparta.edu.tr

Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Tuba DİLMAÇÜNAL  <https://orcid.org/0000-0003-1557-240X>

Adnan N. YILDIRIM  <https://orcid.org/0000-0003-2474-2116>

Abdul S. DAWLATZAI  <https://orcid.org/0000-0001-8803-6865>

Civan ÇELİK  <https://orcid.org/0000-0002-1696-5902>

Giriş

Kuzeydoğu Anadolu'ya özgü bir sert çekirdekli meyve olan vişne (*Prunus cerasus* L.), Rosaceae familyasının bir üyesidir (Önal, 2002). Erken olgunlaşması, çekici görünümü, mükemmel duyu özellikleri ve askorbik asit, fenolikler ve

antosiyeninler gibi zengin besleyici ve biyoaktif bileşenleri sayesinde tüketiciler tarafından oldukça beğenilmektedir (Blando ve Oomah, 2019; Chockchaisawasdee ve ark., 2016). Vişne, klimakterik olmayan bir meyvedir (Wani ve ark., 2014) ve hasattan sonra hızlı yumuşaması,

çürümeye karşı yüksek hassasiyeti ve hızlı yaşlanması nedeniyle sınırlı bir depolama süresine sahiptir (Correia ve ark., 2017). Hasat sonrası kaliteyi korumak ve raf ömrünü uzatmak için kontrollü atmosferde depolama, modifiye atmosfer paketlenme (Xing ve ark., 2020), ışınlama (Woo ve ark., 2020) ve yenilebilir kaplamalar (Tokatlı ve Demirdöven, 2020) gibi çeşitli teknikler geliştirilmiştir.

Kalsiyum klorür, meyve ve sebzelerin hasat sonrası işlemlerinde kullanılmaktadır. Tazeliğin korunmasına, sertliğin muhafaza edilmesine ve hastalık ve çürümeyi önleyerek meyvenin raf ömrünün uzatılmasına yardımcı olmaktadır (Hussein ve ark., 2003). Kalsiyum klorür uygulamaları besin değerleri üzerinde de olumlu etkiler oluşturabilmektedir. Kalsiyum klorür ve kalsiyum nitrat ile yapılan hasat sonrası uygulamalarının transpirasyon ve solunum hızını kontrol ederek meyve kalitesi ve raf ömrü üzerinde önemli olumlu etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Mahitha ve ark. 2018)

Esansiyel yağlar (EY) ve ana bileşenleri antimikrobiyal özellikleri, düşük toksisite ve çevreye dost yönüyle kimyasal fungusitlere uygun alternatifler oluşturmaktadır (Isman, 2000; Burt, 2004). EY, taze ürünler üzerinde zararlı kalıntılar bırakmadan antimikrobiyal ve biyobozunur özellikleriyle bilinen doğal antioksidanlardır (Kalemba ve Kunicka, 2003). Üzüm çekirdeği yağı (ÜÇY) gibi biyoaktif bitki ekstraktları güçlü biyolojik aktiviteye sahiptir. Üzüm çekirdeği, meyve suyu ve şarap endüstrilerinin bir yan ürünü olup, yüksek seviyelerde polifenoller, kinonlar, flavonoidler, kateşinler, epikateşinler, gallik asit, proantosyanidinler ve alkaloidler içermektedir. Bu bileşikler, hem gram-negatif hem de gram-pozitif bakterilerin zarlarını bozarak antimikrobiyal özelliklerini güçlendirmektedir (Molva ve Baysal, 2015).

Hasat sonrası teknolojilerde kimyasalların yanlış kullanımıyla ilgili riskler ve tüketicilerin daha sağlıklı ürün taleplerinin artması göz önüne alındığında, doğal bileşiklerin kullanımına yönelik araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, bildiğimiz kadarıyla literatürde kalsiyum klorür dihidrat ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve üzüm çekirdeği yağı (ÜÇY)'nin hasat sonrası uygulamalarıyla ilgili çok az sayıda araştırma olması da bu

çalışmanın önemini artırmaktadır. Bu çalışmada, gıdaya uygulanabilir $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve ÜÇY'nin farklı dozlarının vişne meyvelerinin hasat sonrası kalitesi ve raf ömrü üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Isparta (Gölcük)'da bulunan 20 yaşında İdris anacı üzerine aşılı 'Kütahya' vişne çeşidi üzerinde yürütülmüştür. Ticari olgunluk aşamasında hasat edilen meyveler en kısa sürede laboratuvara getirilerek ön soğutma uygulanmıştır. Mekanik hasar, hastalık ve zararlılar açısından incelenerek ayıklanan sağlıklı meyveler beş gruba ayrılarak tüm uygulamalar için 0°C sıcaklığındaki distile suya (kontrol), Sati ve Qubbaj (2021)'a göre hazırlanan 1% ve 2% $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Popescu ve ark. (2022)'na göre hazırlanan 1% ve 2% ÜÇY solüsyonlarına 5 dakika daldırılmıştır. Uygulama sonrası, vişnelerin fazla suyu süzdürülerek kurutulmuş, yaklaşık 300 g meyve içeren 15×20 cm boyutlarındaki köpük tepsilere yerleştirilmiş ve üzerleri 8 mikron kalınlığında streç film ile kaplanarak modifiye atmosfer (MA) oluşturulmuştur. MA paketler $0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 28 gün boyunca depolanarak 7 gün aralıklarla (0, 7, 14, 21 ve 28) analizler yapılmıştır.

Her uygulamadaki her bir tekerrür başlangıçta (0. gün) ve her analiz döneminde 0,01 gram hassasiyetindeki dijital bir terazi (± 0.01 g; WTC-600, Shenzhen) kullanılarak tartılarak kaydedilmiş ve formüle göre ağırlık kaybı belirlenmiştir. Ağırlık kaybı (%): $(\text{Başlangıç ağırlığı} - \text{Dönem ağırlığı} / \text{Başlangıç ağırlığı}) \times 100$ (Dilmaçunal, 2020). Meyve sertliği, dijital penetrometre (PCE-FM200) ve 6 mm'lik uçla ölçülerek sonuçlar Newton (N) cinsinden ifade edilmiştir. Titre edilebilir asitlik (TEA) ve pH dijital pH metre (HI2211-02, Hanna Instruments Ltd) ile ölçülmüştür. TEA, 10 mL meyve suyunun 0.1 M NaOH ile pH 8.1'e kadar titrasyonu ile belirlenmiştir. Suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) dijital refraktometre (HI-96801, Hanna Instruments Ltd.) ile ölçülerek $^\circ\text{Brix}$ olarak; TEA 100 g taze ağırlık başına gram malik asit cinsinden ifade edilmiştir (Cemeroğlu, 2007). Meyve ve sap rengi dijital renk ölçer (CR-400, Konica-Minolta, Tokyo) kullanılarak (CIE

$L^*a^*b^*$ ölçülmüştür. Kroma (C^*), $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ve hue açısı değeri (h°) $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ formüllerine göre hesaplanmıştır. Meyveler duyuşsal olarak beş panelist tarafından dış görünüş, tat-aroma ve genel kabul edilebilirlik bakımından değerlendirilmiştir. Değerlendirme 1-9 arasında hedonik bir ölçek kullanılarak (≤ 4 çok kötü, 5 orta, 6-8 iyi ve 9 mükemmel) yapılmıştır (Dilmaçunal, 2020). Çürüme oranları, her analiz dönemindeki çürük meyve sayılarına göre yüzde olarak hesaplanmıştır (Şener ve ark., 2022). Toplam fenolik miktarı Singleton ve Rossi (1965) yöntemine göre Folin-Ciocalteu's kimyasalı kullanılarak saptanmıştır. Spektrofotometrede (Spectramax 190 UV-VIS) okumalar toplam fenolik miktarında 750 nm dalga boyunda; toplam flavonoid içeriğinde Zhishen ve ark. (1999)'nın belirttiği yöntemine göre 510 nm dalga boyunda yapılmıştır. Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre beş grup ve üç tekerrür ile her tekerrürde 60 meyve olacak şekilde kurulmuştur. Sonuçlar ortalama değerler olarak ifade edilmiş ve analizler IBM SPSS Statistics for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, ABD) yazılımı kullanılarak iki yönlü varyans analizi (ANOVA) ile gerçekleştirilmiştir. Varyasyon kaynaklarına ait uygulamalar ve muhafaza süresi ortalamalarının karşılaştırılmasında ise Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır ($P < 0.05$).

Bulgular ve Tartışma

Artan depolama süresiyle birlikte tüm uygulamalarda ağırlık kaybı artışı gözlenmiştir. Elde edilen uygulama ortalama değerlerine göre en yüksek ağırlık kaybı kontrol grubunda (%2.35) gerçekleşirken, %2 ÜÇY (%1.77) ve %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (%1.81) kaybın en düşük olduğu uygulamalar olmuştur. Depolama sonunda (28. gün) elde edilen verilere göre %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (%2.58) ve %2 ÜÇY (%2.59) uygulamaları ağırlık kaybını sınırlamada daha etkili bulunurken, bu uygulamaları %1 ÜÇY (%3.12) ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (%3.14) izlemiştir (Çizelge 1). Hasattan sonra meydana gelen ağırlık kaybı, büyük ölçüde solunum ve terleme süreçleri

nedeniyle besin maddelerinin tükenmesinden ve su kaybından kaynaklanmaktadır (Sogvar ve ark., 2016). Kekik yağı içeren kitosan kaplamaların (Nabifarkhani ve ark., 2015), zeytin yaprağı ekstraktlarının (Zam, 2019) ve ginseng ekstraktlı guar zımkı yenilebilir filmlerin (Dong ve Wang, 2018) uygulandığı vişnelerde depolama boyunca ağırlık kaybında azalma olduğu bildirilmiştir.

Meyve sertliği, depolama süresi boyunca tüm uygulamalarda başlangıç değerlerine göre azalma göstermiştir. Depolama sonunda (28. gün) istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (4.38 N) diğer uygulamalara göre daha yüksek meyve sertliğine sahip olurken, bu uygulamayı %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (4.28 N), %2 ÜÇY (4.17 N), %1 ÜÇY (4.16 N) ve kontrol (4.02 N) izlemiştir. Depolama sonunda elde edilen uygulama ortalama değerlerine göre %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (%5.13 N) ve %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (%5.12 N) uygulaması yapılan meyvelerin %1 ÜÇY (4.14 N) ve %2 ÜÇY (4.60 N) uygulaması yapılan meyvelere göre meyve sertliğini daha iyi koruduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Benzer şekilde, Ca uygulanmış şeftali (Manganaris ve ark., 2007) ve Trabzon hurmasında (Naser ve ark., 2018) soğuk depolama sırasında sertliğin korunduğu rapor edilmiştir. Wang ve ark. (2014), hasat öncesi veya sonrası Ca uygulamalarının genellikle hücre turgor basıncını artırarak ve doku su kaybını azaltarak meyve sertliğini korunmasında katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Depolama süresi boyunca tüm uygulamalarda TEA'de başlangıca göre azalma gözlenmiştir. Ancak, %2 ÜÇY, depolama süresince TEA'yi diğerlerine kıyasla daha iyi korumuş ve depolama sonunda ortalama değerlere göre en yüksek TEA %2 ÜÇY'nda (%1.96) tespit edilmiştir (Çizelge 1). Benzer şekilde, tüm uygulamalarda pH değerlerinde de başlangıca göre azalma tespit edilmiştir. Depolama sonunda, en yüksek ortalama pH değeri %2 ÜÇY (3.36), en düşük kontrol grubunda (3.12) saptanmıştır (veriler sunulmamıştır). Asghari ve ark. (2009), kimyon EY'nin çilek meyvelerinde TEA'nin daha iyi koruduğunu bildirmiştir.

Çizelge 1. Hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve ÜÇY uygulamalarının MA'de depolama boyunca 'Kütahya' vişne çeşidinde ağırlık kaybı, meyve sertliği, TEA ve SÇKM üzerine etkileri

Uygulamalar	Depolama Süresi (gün)					Ortalama
	0	7	14	21	28	
Ağırlık Kaybı (%)						
U0**	-	0.92 ^{hi*}	1.52 ^{fgh}	3.24 ^{ab}	3.71 ^a	2.35A
U1	-	0.90 ^{hi}	1.47 ^{gh}	2.28 ^{def}	2.58 ^{bcd}	1.81B
U2	-	1.13 ^{hi}	1.59 ^{e-h}	2.21 ^{d-g}	3.14 ^{abc}	2.02B
U3	-	1.03 ^{hi}	1.59 ^{fgh}	2.41 ^{cd}	3.12 ^{abc}	2.04B
U4	-	0.67 ⁱ	1.45 ^{ghi}	2.37 ^{cde}	2.59 ^{bcd}	1.77B
Ortalama	-	0.93D	1.52C	2.5B	3.03A	
Meyve Sertliği (N)						
U0	6.33 ^{öd}	5.56	4.97	4.49	4.02	5.07A
U1	5.60	6.11	4.67	4.83	4.38	5.12A
U2	6.63	5.86	5.00	3.87	4.28	5.13A
U3	4.96	4.88	3.27	3.44	4.16	4.14B
U4	5.11	5.54	4.03	4.13	4.17	4.6AB
Ortalama	5.73A	5.59A	4.39B	4.15B	4.2B	
TEA (%)						
U0	2.05 ^{abc}	2.01 ^{bcd}	2.05 ^{abc}	1.83 ^{fgh}	1.50 ^{jk}	1.89BC
U1	2.18 ^a	2.00 ^{b-e}	2.19 ^a	1.73 ^{ghi}	1.49 ^k	1.92AB
U2	2.19 ^a	1.91 ^{c-f}	2.05 ^{abc}	1.71 ^{hi}	1.44 ^k	1.86C
U3	2.19 ^a	1.97 ^{c-f}	2.04 ^{abc}	1.84 ^{e-h}	1.51 ^{jk}	1.91ABC
U4	2.17 ^a	1.97 ^{c-f}	2.14 ^{ab}	1.87 ^{d-g}	1.65 ^{ij}	1.96A
Ortalama	2.16A	1.97C	2.09B	1.8D	1.52E	
SÇKM (%)						
U0	14.60 ^{bcd}	15.88 ^{abd}	16.57 ^a	13.42 ^{efg}	15.60 ^{a-e}	15.52A
U1	15.33 ^{a-f}	16.07 ^{abd}	16.55 ^a	13.77 ^{def}	14.82 ^{abc}	15.31AB
U2	15.13 ^{a-g}	14.10 ^{cde}	14.50 ^{bcd}	12.55 ^g	13.27 ^{fg}	15.81AB
U3	16.42 ^a	14.85 ^{abc}	15.35 ^{a-f}	14.47 ^{bcd}	15.57 ^{a-f}	13.88C
U4	16.10 ^{ab}	15.63 ^{a-e}	16.07 ^{abd}	15.20 ^{a-g}	15.67 ^{a-e}	14.98B
Ortalama	15.21A	15.31A	13.91B	15.33A	15.73A	

*Büyük harfler muhafaza süresi ve uygulamalar, küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. ^{bd}P<0.05 düzeyinde önemsizdir. **U0: Kontrol; U1: %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U2: %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U3: %1 ÜÇY, U4: %2 ÜÇY

SÇKM'de depolama boyunca az miktarda dalgalanma olmakla birlikte, depolama sonunda kontrol hariç başlangıca göre azalma olduğu saptanmıştır. Depolama sonunda (28. gün) en düşük SÇKM (%13.27) %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ uygulamasında saptanırken, bu uygulamayı %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (%14.82), %1 ÜÇY (%15.57), kontrol (%15.60) ve %2 ÜÇY (%15.67) izlemiştir (P<0.05) (Çizelge 1). CaCl_2 'ün, hücre zarlarını stabilize ederek ve etilen üretimi ile solunumu azaltarak olgunlaşmayı ve yaşlanmayı geciktirdiği yaygın olarak bilinmektedir. Lester ve Grusak (1999) kavunlarda Ca uygulamasının solunumu azalttığını ve şeker metabolizmasını yavaşlattığını bildirmiştir. Martínez-Hernández ve ark. (2013), hasattan sonra SÇKM miktarındaki azalışın, meyvedeki metabolik

aktivite sonucunda, suda çözünür kuru maddelerin solunumda kullanılmasına bağlamışlardır. Koyuncu ve ark. (2005) 'Kütahya' vişne çeşidinin depolanmasıyla ilgili yaptıkları çalışmada, Pandey ve ark. (2010) hindistancevizi yağı, Kamboj ve Kaur (2018) ise zeytinyağı ile yenilebilir kaplama uygulanan guava meyvelerinde SÇKM içeriğinin depolama süresince az miktarda artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Burada da görüldüğü üzere, literatürde SÇKM ile ilgili farklı çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmesinin sebebinin SÇKM içeriği üzerinde hem uygulamalar hem de türlerin farklı davranışlar sergilemesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Vişnenin rengi, hem kalite hem de olgunluk açısından önemli bir göstergedir ve tüketici tercihini önemli ölçüde etkilemektedir (Diaz-Mula ve ark., 2012). Artan depolama süresiyle birlikte tüm uygulamalarda meyvelerde başlangıca göre L^* , C^* ve h° değerlerinde azalma yani matlaşma, canlılık kaybı ve koyulaşma meydana gelmiştir. Depolama sonunda (28. gün) L^* (31.97) ve C^* (15.43) değerlerinin %2 $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ uygulamasında diğer uygulamalara daha iyi korunduğu tespit edilmiştir. Uygulama ortalama değerlerine göre %1 $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ en yüksek h° (20.05) değerine sahip olurken, bu uygulamayı %1 ÜÇY (19.07), kontrol (18.94),

%2 $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ (18.03) ve %2 ÜÇY (17.90) izlemiştir (Çizelge 2). Bulgularımıza benzer şekilde Tamalea ve ark. (2021), hasat sonrası $CaCl_2$ uygulamasının ananas meyvesinin rengini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Martínez-Romero ve ark. (2019) kuşburnu esansiyel yağı uygulaması yapılan erik meyvelerinde daha yüksek h° değerlerinin elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, farklı uygulama ve dozların meyve rengi üzerinde farklı etkilere sahip olabileceğini ve bu etkilerin türlere göre de farklı sonuçlar ortaya koyabileceğini göstermektedir.

Çizelge 2. Hasat sonrası farklı dozlarda $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ ve ÜÇY uygulamalarının MA'de depolama boyunca 'Kütahya' vişne çeşidinde meyve rengi (L^* , C^* ve h°) üzerine etkileri

Uygulamalar	Depolama Süresi (gün)					Ortalama
	0	7	14	21	28	
L*						
U0**	33.51 ^{a-d*}	34.28 ^a	34.06 ^{abc}	32.38 ^{a-e}	30.35 ^{b-e}	32.91A
U1	32.99 ^{a-d}	32.25 ^{a-e}	34.29 ^a	29.72 ^{de}	28.63 ^e	31.58B
U2	32.94 ^{a-d}	34.60 ^a	34.16 ^{a^b}	34.77 ^a	31.97 ^{a-e}	33.69A
U3	33.15 ^{a-d}	34.14 ^{ab}	34.50 ^a	32.44 ^{a-e}	30.23 ^{cde}	32.89A
U4	33.17 ^{a-d}	32.12 ^{a-e}	34.57 ^a	32.23 ^{a-e}	31.62 ^{a-e}	32.74AB
Ortalama	33.15AB	33.48AB	34.32A	32.31B	30.56C	
C*						
U0	24.53 ^b	18.83 ^{b-f}	15.79 ^{cd^{e-i}}	15.76 ^{c-i}	11.60 ⁸⁻ⁱ	21.76A
U1	20.69 ^{bcd}	18.28 ^{b-g}	15.19 ^{d-i}	11.79 ^{f-i}	9.20 ⁱ	17.32B
U2	22.56 ^{bc}	35.24 ^a	18.67 ^{b-g}	16.89 ^{c-h}	15.43 ^{d-i}	15.03BC
U3	20.12 ^{b-e}	17.02 ^{c-g}	14.03 ^{d-i}	12.39 ^{f-i}	9.88 ^{hi}	14.69C
U4	19.88 ^{b-e}	17.59 ^{b-g}	13.50 ^{e-i}	9.51 ⁱ	9.55 ⁱ	14.01C
Ortalama	21.55A	21.39A	15.44B	13.27BC	11.15C	
h°						
U0	19.87 ^{ab}	19.45 ^{ab}	16.88 ^{bc}	18.62 ^{ab}	19.87 ^{ab}	18.94AB
U1	20.12 ^{ab}	21.25 ^{ab}	19.20 ^{ab}	19.72 ^{ab}	19.98 ^{ab}	20.05A
U2	19.37 ^{ab}	10.90 ^c	21.33 ^{ab}	18.99 ^{ab}	19.56 ^{ab}	18.03AB
U3	18.63 ^{ab}	16.75 ^{bc}	23.34 ^a	18.10 ^{ab}	18.55 ^{ab}	19.07AB
U4	18.21 ^{ab}	17.26 ^{ab}	16.77 ^{bc}	17.95 ^{ab}	19.30 ^{ab}	17.90B
Ortalama	19.24A	17.12B	19.5A	18.68AB	19.45A	

*Büyük harfler muhafaza süresi ve uygulamalar, küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. **U0: Kontrol; U1: %1 $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, U2: %2 $CaCl_2 \cdot 2H_2O$, U3: %1 ÜÇY, U4: %2 ÜÇY

Meyve sapı, tüketiciler tarafından vişne için önemli bir kalite göstergesi olarak kullanılmaktadır. Depolama süreci ilerledikçe tüm uygulamalarda L^* , C^* ve h° değerlerinin azaldığı, yani sap renginin matlaştığı, canlılığının azaldığı ve koyulaştığı tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek L^* (47.10), C^* (29.90) ve h° (112.83) %2 $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 'da kaydedilirken, en düşük L^* (41.53) %2 ÜÇY, en düşük C^* %1 ÜÇY'ında tespit edilmiş; h° değeri

açısından uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 3). Wang ve ark. (2014), Ca uygulamalarının yaşlanmayı ve renk değişimini geciktirdiğini bildirmiştir. Hosseini ve ark. (2024) kiraz sapındaki koyulaşmanın esansiyel yağ uygulamalarının yüksek konsantrasyonlarının meyve üzerindeki toksik etkilerinden kaynaklanabileceğini bildirmiştir.

Çizelge 3. Hasat sonrası farklı dozlarda CaCl₂.2H₂O ve ÜÇY uygulamalarının MA’de depolama boyunca ‘Kütahya’ vişne çeşidinde sap rengi (L*, C* ve h°) üzerine etkileri

Uygulamalar	Depolama Süresi (gün)					Ortalama
	0	7	14	21	28	
L*						
U0**	52.20 ^{abc*}	49.18 ^{a-e}	45.88 ^{d-i}	46.9 ^{c-h}	46.21 ^{c-h}	49.81A
U1	52.98 ^{ab}	50.48 ^{a-d}	49.60 ^{a-d}	46.72 ^{c-h}	45.34 ^{d-i}	49.02A
U2	53.85 ^a	50.42 ^{a-d}	49.56 ^{a-d}	48.10 ^{a-g}	47.10 ^{b-h}	48.08A
U3	51.20 ^{a-d}	48.10 ^{a-g}	40.14 ⁱ	42.83 ^{f-i}	42.50 ^{ghi}	46.01B
U4	49.18 ^{a-e}	48.57 ^{a-f}	47.23 ^{b-h}	43.53 ^{e-i}	41.53 ^{hi}	44.96B
Ortalama	51.88A	49.35B	46.48C	45.62C	44.54C	
C*						
U0	28.14 ^{a-f}	28.02 ^{a-f}	27.62 ^{a-f}	24.85 ^{def}	27.98 ^{a-f}	27.32B
U1	33.10 ^{ab}	30.72 ^{a-d}	34.01 ^a	30.90 ^{a-d}	28.30 ^{a-f}	31.41A
U2	32.77 ^{abc}	30.88 ^{a-d}	30.65 ^{a-d}	29.48 ^{a-e}	29.90 ^{a-e}	30.74A
U3	29.99 ^{a-e}	27.08 ^{a-f}	29.66 ^{a-e}	24.65 ^{def}	22.26 ^f	26.73B
U4	27.19 ^{a-f}	26.59 ^{b-f}	25.73 ^{c-f}	23.14 ^{ef}	25.28 ^{def}	25.58B
Ortalama	30.24A	28.66AB	29.53A	26.6B	26.75B	
h°						
U0	108.31 ^{od}	104.95	109.72	101.59	108.72	106.66
U1	101.88	109.16	109.28	103.09	110.18	106.72
U2	103.71	107.26	113.29	108.41	112.83	109.10
U3	112.24	99.46	108.07	102.68	98.37	104.16
U4	110.26	105.68	105.04	110.18	108.19	107.87
Ortalama	107.28	105.3	109.08	105.19	107.66	

*Büyük harfler muhafaza süresi ve uygulamalar, küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. ^{od}P<0.05 düzeyinde önemsizdir. **U0: Kontrol; U1: %1 CaCl₂.2H₂O, U2: %2 CaCl₂.2H₂O, U3: %1 ÜÇY, U4: %2 ÜÇY

Toplam fenolik (TFE) ve toplam flavonoid (TFL) madde içeriklerinde depolama boyunca dalgalanma, depolama sonunda ise başlangıça kıyasla uygulamalara göre değişen oranlarda azalma olduğu tespit edilmiştir. TFE madde içeriği %1 ve %2 ÜÇY’ında 14. güne kadar önemli ölçüde artmış; depolama sonunda en yüksek TFE %2 ÜÇY (76.28 mg GAE/100g) ve %1 ÜÇY (71.17 mg GAE/100g) uygulamalarında saptanmıştır. Depolama sonunda (28. gün) elde edilen verilere göre, meyvelerin TFL içeriğini en iyi koruyan uygulamalar %2 ÜÇY (57.82 mg CE/100g) ve %1 ÜÇY (53.82 mg CE/100g) olmuştur (Çizelge 4). Bu bulgular, Gol ve ark. (2013) tarafından elde edilen sonuçlarla uyumlu olup, esansiyel yağlarla zenginleştirilmiş kitosanla kaplanan

meyvelerde, kaplanmamış meyvelere kıyasla fenolik bileşiklerde önemli bir artış olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, diğer uygulamalarda depolama süresinin sonunda fenolik içeriğindeki azalmanın, solunum ve hücre yapısının bozulmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir (Zhang ve ark. 2018). Buna ek olarak Asghari ve ark. (2022) kimyon ve galbanum esansiyel yağı uygulamalarının kirazda toplam flavonoid içeriğini üç kata kadar azalttığını bildirmişlerdir. Petriccione ve ark. (2015), hasat sonrası kitosan uygulamalarının kiraz meyvelerinde toplam polifenol, antosiyanin ve flavonoid içeriği ile antioksidan kapasitede önemli değişikliklere neden olduğunu bildirmişlerdir. Benzer sonuçları Pasquariello vd. (2015) de önemle vurgulamışlardır.

Çizelge 4. Hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve ÜÇY uygulamalarının MA'de depolama boyunca 'Kütahya' vişne çeşidinde toplam fenolik ve flavonoid içerik üzerine etkileri

Uygulamalar	Depolama Süresi (gün)					Ortalama
	0	7	14	21	28	
	Toplam Fenolik (mg GAE/100g)					
U0	72.18 ^{cde}	85.02 ^{bcd}	72.18 ^{cde}	72.12 ^{cde}	69.15 ^{def}	74.13C
U1	77.77 ^{cde}	81.99 ^{b-f}	72.36 ^{cde}	72.24 ^{cde}	69.86 ^{def}	74.84BC
U2	87.39 ^{bcd}	71.82 ^{cde}	66.36 ^{ef}	68.97 ^{def}	65.41 ^f	71.99C
U3	79.67 ^{cde}	80.38 ^{b-f}	99.39 ^{ab}	73.79 ^{cde}	71.17 ^{cde}	80.88AB
U4	81.87 ^{b-f}	90.54 ^{bc}	111.93 ^a	74.50 ^{cde}	76.28 ^{cde}	87.02A
Ortalama	79.77A	81.95A	84.44A	72.32B	70.37B	
Toplam Flavonoid (mg CE/100g)						
U0	61.56 ^{a-d}	59.05 ^{a-e}	56.20 ^{b-e}	55.05 ^{b-e}	53.13 ^{cde}	57.00AB
U1	69.21 ^a	57.55 ^{a-e}	66.14 ^{ab}	55.20 ^{b-e}	52.89 ^{cde}	60.21A
U2	60.71 ^{a-e}	51.20 ^{de}	63.71 ^{abc}	48.66 ^e	48.66 ^e	54.59B
U3	56.67 ^{b-e}	62.63 ^{a-d}	54.32 ^{b-e}	55.05 ^{b-e}	53.82 ^{b-e}	56.50AB
U4	60.17 ^{a-e}	55.28 ^{b-e}	69.45 ^a	58.21 ^{a-e}	57.82 ^{a-e}	60.19A
Ortalama	61.67A	57.15B	61.97A	54.44B	53.27B	

*Büyük harfler muhafaza süresi ve uygulamalar, küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. **U0: Kontrol; U1: %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U2: %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U3: %1 ÜÇY, U4: %2 ÜÇY

Duyusal değerlendirmelerde artan depolama süresiyle birlikte kademeli bir düşüş kaydedilmiş ve kalite kaybı özellikle 14. günden sonra daha belirgin hale gelmiştir. Depolamanın 21. gününe kadar tüm uygulamalar pazarlanabilir (≥ 5 puan) olarak değerlendirilirken, 28. günde pazarlanabilir (5.0 puan) olarak değerlendirilen tek uygulama %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olmuştur (Çizelge 5).

Çizelge 5. Hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve ÜÇY uygulamalarının MA'de depolama boyunca 'Kütahya' vişne çeşidinde dış görünüş ve tat-aroma üzerine etkileri

Uygulamalar	Depolama Süresi (gün)					Ortalama
	0	7	14	21	28	
Dış Görünüş						
U0	9.00 ^a	9.00 ^a	9.00 ^a	6.70 ^c	4.00 ^f	7.80A
U1	9.00 ^a	9.00 ^a	9.00 ^a	7.00 ^b	5.00 ^e	7.60B
U2	9.00 ^a	9.00 ^a	9.00 ^a	7.00 ^b	4.00 ^f	7.54B
U3	9.00 ^a	9.00 ^a	9.00 ^a	6.00 ^d	4.00 ^f	7.40C
U4	9.00 ^a	9.00 ^a	9.00 ^a	6.00 ^d	4.00 ^f	7.40C
Ortalama	9.00A	9.00A	9.00A	6.54B	4.20C	
Tat-Aroma						
U0	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	3.69 ^b	2.69 ^d	4.13B
U1	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	3.66 ^b	2.69 ^d	4.27A
U2	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	3.32 ^c	2.32 ^e	4.28A
U3	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	3.32 ^c	2.00 ^f	4.07C
U4	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	3.32 ^c	2.00 ^f	4.07C
Ortalama	5.00A	5.00A	5.00A	3.46 ^B	2.34C	
Çürüme Oranı (%)						
U0	0.00 ^h	0.00 ^h	0.00 ^h	4.67 ^e	15.33 ^c	3.93C
U1	0.00 ^h	0.00 ^h	0.00 ^h	4.00 ^f	10.00 ^d	2.80E
U2	0.00 ^h	0.00 ^h	0.00 ^h	3.00 ^g	14.33 ^c	3.73D
U3	0.00 ^h	0.00 ^h	0.00 ^h	5.00 ^e	16.00 ^b	4.20B
U4	0.00 ^h	0.00 ^h	0.00 ^h	5.00 ^e	18.00 ^a	4.60A
Ortalama	0.00C	0.00C	0.00C	4.33B	14.73A	

*Büyük harfler muhafaza süresi ve uygulamalar, küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. **U0: Kontrol; U1: %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U2: %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, U3: %1 ÜÇY, U4: %2 ÜÇY

Meyvelerin tat-aroma puanlarında depolama sonunda başlangıç değerlerine göre azalmalar olmuştur. Depolamanın 28. gününde %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (2.32 puan), %1 ve %2 ÜÇY (2.0 puan) ortalamasının altında kalırken, kontrol ve %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ yenilebilir kalitelerini korumuştur (Çizelge 5). Bulgularımıza benzer şekilde, Manganaris ve ark. (2005) Ca'un doku yumuşamasını geciktirdiğini ve zar bütünlüğünü güçlendirdiğini, Wang ve ark. (2014), Ca'un meyve kalitesini koruduğunu ve soğuk depolama ile ilgili bozuklukları hafiflettiğini bildirmiştir.

Depolamanın 21. gününde en düşük çürüme oranları %2 ve %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (sırasıyla %3 ve %4), depolama sonunda (28. gün) da en düşük çürüme oranları %1 ve %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (sırasıyla %10.00 ve %14.33) uygulanan meyvelerde saptanmıştır. En yüksek çürüme oranları %2 ÜÇY (%18.00), %1 ÜÇY (%16.00) ve kontrol (%15.33) grubunda saptanmıştır (Çizelge 5). Bulgularımıza benzer şekilde, Ca uygulamasının doku zayıflamasını geciktirme, zar bütünlüğünü artırma (Wang ve ark. 2014) ve meyve çürümesini azaltmada (Manganaris ve ark., 2005; Wang ve ark. 2014) olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir.

Sonuç

Bu çalışma, hasat sonrası farklı dozlarda $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ve ÜÇY uygulamalarının vişne meyvelerinin MA'de depolama süresince fizikokimyasal ve biyokimyasal kalite özellikleri ve depolama süresi üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada, %2 ÜÇY ve %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ağırlık kaybının sınırlandırılması, %2 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ SÇKM, meyve rengi L^* ve C^* , sap rengi L^* , C^* ve h° , %2 ÜÇY TEA, %2 ve %1 ÜÇY TFE ve TFL içeriklerinin, %1 $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dış görünüş ve tat-aromanın korunması ve çürümenin önlenmesi açısından öne çıkan uygulamalar olmuştur. Çalışma, doğal ve güvenli yöntemlerle 'Kütahya' vişne çeşidi meyve kalitesini koruma stratejileri sunarak literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

Kaynaklar

Asghari, M.A., Mostoufi, Y., Shoyebi, S.H., Fatahi, M., 2009. Effect of Cumin Essential Oil on Postharvest Decay and

- Some Quality Factors of Strawberry. *Journal of Medicinal Plants*. 8(3):25-43.
- Blando, F., Oomah, B.D., 2019. Sweet and Sour Cherries: Origin, Distribution, Nutritional Composition and Health Benefits. *Trends in Food Science & Technology*. 86:517-529.
- Burt, S., 2004. Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods – A Review. *International Journal of Food Microbiology*. 94:223-253.
- Cemeroğlu, B., 2007. Gıda Analizleri. Ankara: Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları.
- Chockchaisawasdee, S., Golding, J.B., Vuong, Q. V., Papoutsis, K., Stathopoulos, C.E., 2016. Sweet Cherry: Composition, Postharvest Preservation, Processing and Trends for Its Future Use. *Trends in Food Science & Technology*. 55:72-83. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.002>.
- Correia, S., Schouten, R., Silva, A.P., Goncalves, B., 2017. Factors Affecting Quality and Health Promoting Compounds During Growth and Postharvest Life of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). *Frontiers in Plant Science*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.02166>.
- Diaz-Mula, H.M., Serrano, M., Valero, D., 2012. Alginate Coatings Preserve Fruit Quality and Bioactive Compounds During Storage of Sweet Cherry Fruit. *Food Bioprocess Technology*. 5(8):2990-2997.
- Dilmaçunal, T., 2020. Controlled Atmosphere and Shelf Life Performance of a New Late-maturing Japanese Pear (*Pyrus pyrifolia* (Burm. F.) Nakai) Cultivar 'Atago'. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca*. 48(1):177-188. <http://dx.doi.org/10.15835/nbha48111764>.
- Dong, F., Wang, X. L., 2018. Guar Gum and Ginseng Extract Coatings Maintain the Quality of Sweet Cherry. *LWT - Food Science & Technology*. 89: 117-122. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.10.035>.
- Gol, N.B., Patel, P.R., Rao, T.R., 2013. Improvement of Quality and Shelf-Life of Strawberries with Edible Coatings Enriched with Chitosan. *Postharvest Biology and Technology*. 85:185-195.
- Hosseini, C., Asghari, M., Khezri, M., 2024. Potential of *Bacillus subtilis* and Oregano

- Essential Oil in Controlling Postharvest Gray Mold Caused by *Botrytis cinerea* and Maintaining Quality Attributes of Sweet Cherry. *Journal of Plant Growth Regulation*. 1-12.
- Hussein, M.A., El-Mahdy, T.K., Ibrahim, A.A., 2003. Effect of Calcium Chloride and Gibberellic Acid Treatments on Anna and Dorsett Golden Apples During Storage. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*. 32(2):185-200.
- Isman, B.M., 2000. Plant Essential Oils for Pest and Disease Management. *Crop Protection*, 19:603-608.
- Kalemba, D., Kunicka, A., 2003. Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oils. *Current Medicinal Chemistry*. 10:813-829.
- Kamboj, P., Kaur, A., 2018. Influence of Various Oil Coatings on the Shelf life of Guava cv. Allahabad Safeda. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*. 6(3):650-657.
- Koyuncu, M.A., Dilmaçınal, T., Savran, H.E., Çağatay, Ö., 2005. Kütahya Vişne Çeşidinin Soğukta Depolanması. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2(1):53-57.
- Lester, G.E., Grusak, M. A., 1999. Postharvest Application of Calcium and Magnesium to Honeydew and Netted Muskmelons: Effects on Tissue Ion Concentrations, Quality, and Senescence. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 124(5):545-552.
- Mahitha, K., Manjula, K., Kalyani, B., 2018. Postharvest Application of Calcium Salts on Fruit Quality of Guava During Storage. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*. 4(5):381-385.
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Diamantidis, G., Mignani, I., 2005. Effect of Calcium Additives on Physicochemical Aspects of Cell Wall Pectin and Sensory Attributes of Canned Peach (*Prunus persica* L.) Batsch Cv Andross). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85(10):1773-1778.
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Diamantidis, G., Mignani, I.J.F. C., 2007. The Effect of Postharvest Calcium Application on Tissue Calcium Concentration, Quality Attributes, Incidence of Flesh Browning and Cell Wall Physicochemical Aspects of Peach Fruits. *Food Chemistry*. 100(4):1385-1392.
- Martínez-Hernández, G.B., Artés-Hernández, F., Gómez P.A., Artés, F., 2013. Comparative Behaviour Between Kailan-Hybrid and Conventional Fresh-Cut Broccoli Throughout Shelf-Life. *LWT- Food Science and Technology*. 50(1):298-305.
- Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillén, F., Paladine, D., Zapata, P. J., Valero, D., Serrano, M., 2019. Rosehip Oil Coating Delays Postharvest Ripening and Maintains Quality of European and Japanese Plum Cultivars. *Postharvest Biology and Technology*. 155:29-36.
- Molva, C., Baysal, A.H., 2015. Evaluation of Bioactivity of Pomegranate Fruit Extract Against *Alicyclobacillus Acidoterrestris* DSM 3922 Vegetative Cells and Spores in Apple Juice. *LWT - Food Science & Technology*. 62(2):989-995.
- Nabifarkhani, N., Sharifani, M., Garmakhany, A. D., Moghadam, E. G., Shakeri, A., 2015. Effect of Nano-Composite and Thyme Oil (*Thymus vulgaris* L.) Coating on Fruit Quality of Sweet Cherry (Takdaneh Cv) During Storage Period. *Food Science & Nutrition*. 3(4):349-354.
- Naser, F., Rabiei, V., Razavi, F., Khademi, O., 2018. Effect of Calcium Lactate in Combination with Hot Water Treatment on the Nutritional Quality of Persimmon Fruit During Cold Storage. *Scientia Horticulturae*. 233:114-123.
- Önal, K., 2002. Evaluation of Sour Cherry (*Prunus cerasus* L.) Genetic Resources Collected from Aegean Region. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 15(2):39-44.
- Pandey, S. K., Joshua, J. E., Bisen, Abhay., 2010. Influence of Gamma-irradiation, Growth Retardants, and Coatings on the Shelf life of Winter Guava Fruits (*Psidium guajava* L.). *Journal of Food Science and Technology*. 47(1):124-127.
- Pasquariello, M.S., Di Patre, D., Mastrobuoni, F., Zampella, L., Scortichini, M., Petriccione, M., 2015. Influence of Postharvest Chitosan Treatment on Enzymatic

- Browning and Antioxidant Enzyme Activity in Sweet Cherry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 109:45-56.
- Petriccione, M., De Sanctis, F., Pasquariello, M. S., Mastrobuoni, F., Rega, P., Scortichini, M., Mencarelli, F. 2015. The Effect of Chitosan Coating on The Quality and Nutraceutical Traits of Sweet Cherry during Postharvest Life. *Food and Bioprocess Tech.*, 8:394-408.
- Popescu, P.A., Popa, V.I., Frîncu, M., Miteluț, A. C., Popa, E. E., Popa, M. E., 2022. In vitro Research Study on The Antimicrobial Activity of Sea Buckthorn, Black Cumin and Grape Seed Essential Oils against Selected Food Spoilage Fungi. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*, 66(1):857-862.
- Sati, F., Qubbaj, T., (2021). Effect of Calcium Chloride Postharvest Treatment in Combination with Plant Natural Substance Coating on Fruit Quality and Storability of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Fruits during Cold Storage. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 94:100-107.
- Singleton, V.L., Rossi, J.A., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*. 16(3):144.
- Sogvar, O.B., Koushesh Saba, M., Emamifar, A., 2016. *Aloe vera* and Ascorbic Acid Coatings Maintain Postharvest Quality and Reduce Microbial Load of Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 114:29-35. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.1.019>.
- Şener, S., Doğan, A., Duran, C.N., Kurt, Z., Erkan, M., 2022. Effects of Different Essential Oil Applications Before Harvest on the Storage of 'Rubygem' Strawberry Variety. *COMU Journal of Agriculture Faculty. in Turkish*. 10(2):395-404
- Tamalea, R. R., Haryanti, P., Wibowo, C., 2021. Application of dipping on CaCl₂ as a Postharvest Treatment to Maintain the Quality of Pineapple During Storage. *Asia Pacific Journal of Sustainable Agriculture, Food and Energy*. 9(2):38-45.
- Tokatli, K., Demirdoven, A., 2020. Effects of Chitosan Edible Film Coatings on the Physicochemical and Microbiological Qualities of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.). *Scientia Horticulturae-Amsterdam*. 259:7
- Wang, Y., Xie, X.B., 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.073>.
- Wani, A.A., Singh, P., Gul, K., Wani, M.H., Langowski, H.C., 2014. Sweet Cherry (*Prunus avium*): Critical Factors Affecting the Composition and Shelf Life. *Food Packaging and Shelf Life*. 1(1):86-99. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.01.005>.
- Woo, H.J., Kang, J.H., Song, K.B., 2020. Comparison Between Ultraviolet-A and Ultraviolet-C Irradiation on the Microbial Safety and Quality of Cherry. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*. 49(3):316-321.
- Xing, S., Zhang, X., Gong, H., 2020. The Effect of CO₂ Concentration on Sweet Cherry Preservation in Modified Atmosphere Packaging. *Czech Journal of Food Science*. 38(2):103-108.
- Zam, W., 2019. Effect of Alginate and Chitosan Edible Coating Enriched with Olive Leaves Extract on the Shelf Life of Sweet Cherries (*Prunus avium* L.). *J. Food Quality*. 1-7.
- Zhang, C., Li, W., Zhu, B., Chen, H., Chi, H., Li, L., Qin, Y., Xue, J., 2018. The Quality Evaluation of Postharvest Strawberries Stored in Nano-Ag Packages at Refrigeration Temperature. *Polymers*. 10:894.
- Zhishen, J.M., Jianming, W., 1999. La Determinación del cõnktendim de Flavonoides en la morera y sus efectos depuradores sobre los radicales superóxidos, *International Journal of Applied Poultry Research, Food Chemistry*. 64(1):555-559.

Modifiye Atmosfer ve Soğuk Su Uygulamasının Kestane Meyve Kalitesi ve Depolama Ömrü Üzerine Etkileri

Burak Erdem ALGÜL 

Engin ERTAN 

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Aydın, Türkiye

Öz

Kestane meyveleri, yüksek nem içeriği nedeniyle muhafaza yönünden diğer sert kabuklu meyvelerden farklı olarak, bir taze meyve gibi dikkate alınmaktadır. Depolamanın ilerleyen dönemlerinde yüksek su kaybı görülen kestane; renkte değişim, kalsifikasyon (kireçlenme), çimlenme ve küf oluşumu gibi çeşitli problemler görülmekte ve bu durum kestane uzun süreli kaliteli bir şekilde muhafazasını zorlaştırmaktadır. Bu çalışmada 'Kemer' yöresel kestane çeşidinde kontrol uygulaması olarak belirlenen jut çuvalının, farklı nem tutma kapasitesine sahip modifiye atmosfer ambalajlarının (MAP 1-nem tutan ve MAP 2- hızlı nem atan) ve soğuk su uygulamalarının kestane depo ömrü ve meyve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmada kestane meyveleri 2 ± 1 °C'de %85-90 nem koşullarında 5 ay süre ile depolanmıştır. Depolamanın başlangıcında, 2. ve 5. aylarında depodan meyve örnekleme yapılarak ağırlık kaybı, nem miktarı, meyve içi boşalması, kalsifikasyon, küflü meyve, meyve iç kararması, çimlenen meyve oranları ve meyve kabuğu-eti rengi (L^* , h^* , C^*) gibi meyve kalite analizleri yapılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre; MAP 1 ve Soğuk su+MAP 1 uygulamalarının ağırlık kaybını ve kalsifikasyon oluşumunu azaltmada en etkili uygulamalar olduğu saptanmıştır. Jut çuvalı içerisinde depolanan meyvelerde; soğuk su uygulaması ağırlık kaybını azaltmada depolamanın 2. ayına kadar etkili olsa da depolama sonunda kontrol meyveleri ile benzerlik göstermiştir. MAP 1 ve MAP 2 ambalajları karşılaştırıldığında, nem tutma özelliği taşıyan MAP 1'in, hızlı nem atma özelliği bulunan MAP 2'ye göre birçok meyve kalite parametresi açısından daha başarılı olduğu görülmüştür. MAP poşetleri ile soğuk su uygulamalarının kombine edilmesi ile kestane rengini korumada olumlu etkileri görülse de, poşetler içerisindeki nem düzeyinin yükselmesi nedeni ile meyve çimlenmesine neden olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kestane, hasat sonrası, modifiye atmosfer paketlenme, soğuk su.

Effects of Modified Atmosphere and Cold Water Applications on Chestnut Fruit Quality and Storage Life

Abstract

Chestnut fruits, due to their high moisture content, should be considered separately from other hard-shelled fruits in terms of storage, similar to fresh fruits. During the long-term of storage, chestnuts, which experience significant water loss, encounter various problems such as color changes, calcification, and mold growth. These issues make it difficult to preserve chestnuts of good quality over an extended period. This study aimed to determine the effects of different storage methods on the shelf life and fruit quality of the local 'Kemer' chestnut variety. The treatments tested included jute sacks (as a control), modified atmosphere packaging (MAP 1—moisture-retaining, MAP 2—rapid moisture-releasing), and cold water treatments. Chestnuts were stored for five months at 2 ± 1 °C and 85-90% relative humidity. At the beginning of storage, as well as at the 2nd and 5th months, fruit samples were taken, and analyses were conducted to assess weight loss, moisture content, internal cavity formation, calcification, moldy fruit, internal discoloration, germination, and fruit skin-to-flesh color (L^* , h^* , C^*) as indicators of fruit quality.

According to the results, MAP 1 and cold water + MAP 1 treatments were the most effective in reducing weight loss and the formation of calcification. For chestnuts stored in jute sacks, the cold water treatment was effective in reducing weight loss until the 2nd month of storage, but by the end of the storage period, the results were similar to those of the control group. When MAP 1 and MAP 2 were compared, MAP 1, which retains moisture, was found to be more successful than MAP 2, which releases moisture, in terms of several fruit quality parameters. While the combination of MAP bags and cold water treatments was effective in maintaining the color of the chestnuts, it was determined that the increased humidity inside the bags caused fruit germination.

Keywords: Chestnut, postharvest, modified atmosphere packaging, cold water.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: B.E. Elgöl; burakerdem@adu.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Burak Erdem ALGÜL  <https://orcid.org/0000-0001-7252-1065>

Engin ERTAN  <https://orcid.org/0000-0001-9573-1153>

Giriş

Kestane (*Castanea sativa* Mill), Anadolu'da binlerce yıldır yetiştiriciliği yapılan, hem taze olarak tüketilen hem de sanayiye işlenen önemli bir meyve türüdür. Türkiye, Dünya kestane üretiminde önemli bir yere sahip olup, 13.992 hektar alanda 71.156 ton üretim ile dünya sıralamasında üçüncü sıradadır (FAO, 2023). Ülkemizde kestane üretiminin yoğun olarak yapıldığı başlıca bölgeler Ege, Karadeniz ve Marmara bölgeleridir. Özellikle Aydın ili, kestane üretiminde ön plana çıkmakta ve bu bölgede hem iç pazar hem de ihracat açısından önemli bir üretim alanı oluşturularak, yıllık yaklaşık 23.000 ton üretim yapılmaktadır. Kestane, iklimterik özellik gösteren bir meyve olarak, hasat edildikten sonra yeme olgunluğuna gelmektedir. Hasat döneminde meyve yüksek nişasta içerdiğinden yeme olgunluğuna ulaşması için zaman gerekmektedir (Karaçalı, 2004). Kestaneler, yüksek nem içeriği ve su kaybına karşı hassas kabuk yapıları ile dikkat çeker (Ayfer vd., 1989). Bu özellikleri ile hasattan sonra hızla su kaybına uğrayarak bozulabilen kestane, doğru muhafaza koşulları sağlanmadığı takdirde kalitesini yitirebilmektedir. Kestane, %45-50 arasında su içeriği ile hasat sonrasında yaş meyve sınıfında değerlendirilir ve bu yüzden nem kaybını en aza indirmek için özel depolama koşullarına ihtiyaç duyar (Ryall ve Pentzer, 1982; Karaçalı, 2002). Türkiye'de kestane meyveleri geleneksel depolama yöntemlerinden biri olan 'gömü' adı verilen yöntemle, bahçelerde açılan çukurlar içerisinde yığınlar halinde tutulup, üzerleri bitkilerle örtülerek muhafaza edilmektedir (Ufuk vd., 1993). Bu yöntem, bir takım avantajlar sağlasa da, aşırı yağış ve sulama, çimlenme ve bozulmalar gibi istenmeyen kalite kayıplarına yol açabilir. Ayrıca, iç kurtlar ile bulaşmış kestanelerin bu ortamda kışı geçirebilmesi, bir sonraki yıl zararlı popülasyonunun artmasına neden olabilir (Soylu, 2004). Bu nedenle, kestane meyvelerinin kaliteli ve uzun süre muhafaza edilebilmesi için soğuk hava depoları gibi modern muhafaza teknikleri tercih edilmelidir.

Kestane muhafazasında çeşitli ambalaj materyalleri kullanılmaktadır. Delikli polietilen torbalar ve teneke kutular gibi materyaller, su kaybını azaltarak meyve kalitesinin korunmasına yardımcı olmaktadır (Ryall ve Pentzer, 1982; Koyuncu vd., 2003). Ülkemizde genellikle jut

çuvalları ve file çuvallar içerisinde depolanan ve pazarlanan kestane, son yıllarda modifiye atmosferde paketlenme (MAP) gibi teknolojik yöntemler kullanılarak da muhafaza edilebilmektedir. MAP kullanımı ile ürün solunumları sonucu oksijen miktarı azalır, karbondioksit miktarı artırılarak solunum yavaşlatılabilmektedir. Ayrıca MAP kullanımı sayesinde nem kaybı da yavaşlatılarak kestane meyvelerinin kurumaya bağlı kalite kaybı azaltılır ve ürünlerde oluşabilecek mikrobiyal bozulmaların tüm ürünlere bulaşması engellenir (Kader, 2003; Thompson, 2003; Çetin, 2020). Soğuk su uygulaması, meyve ve sebzelerin hücresel yapısını koruyarak bozulma süreçlerini yavaşlatabilmekte ve ürünler üzerinde gelişebilecek zararlı popülasyonunu baskılayarak meyve kalitesinin korunması üzerine etkili olabilmektedir (Çalışkan, 2020). Uzun süre (7-8 gün) kestane meyvelerinin suda ıslatılması ve sonra depolanması şeklinde yapılan suda ıslatma uygulamaları (curing) fungal inokulumu azalttığı ve larvaları öldürmeleri nedeniyle kullanılan bir uygulamadır (Lee vd., 2016). Literatürde kestanenin muhafazası üzerine yapılan çalışmalar olmasına karşın diğer ılıman iklim meyve türlerine kıyasla bu sayı çok daha kısıtlıdır. Farklı hasat dönemlerinin ve paketlenme materyallerinin muhafaza süresine etkisi (Kınay ve Karaçalı, 2001; Koyuncu vd., 2003; Erdal, 2012; Çetin ve Abdulak, 2014; Algül vd., 2016; Çalışkan, 2020), sıcak su ve soğuk su uygulamaları (Özcan vd., 2017; Çetin vd. 2018), salisilik asit, osmotik dehidrasyon ve putresin (Çalışkan, 2020) gibi uygulamalar, kestane meyvesinin depo ve raf ömrünü uzatmak için araştırılan teknikler arasında yer almaktadır. Kestane muhafazası üzerine yapılan çeşitli çalışmalar olmasına karşın, bu uygulamalar üreticiler bazında pratik bir uygulama olarak kullanıma geçememiştir. Özellikle de kestane muhafazasında MAP kullanımına ve etkinliğine ilişkin çalışmalar ülkemizde sınırlı düzeyde yapılmıştır. Buna benzer tekniklerin etkinliğini günümüzde daha fazla araştırmak gerektirmektedir.

Bu çalışmada, soğuk su uygulaması ve farklı özelliklerdeki MAP poşetlerinin kestane meyvesinin depolama süresi boyunca kalitesine olan etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

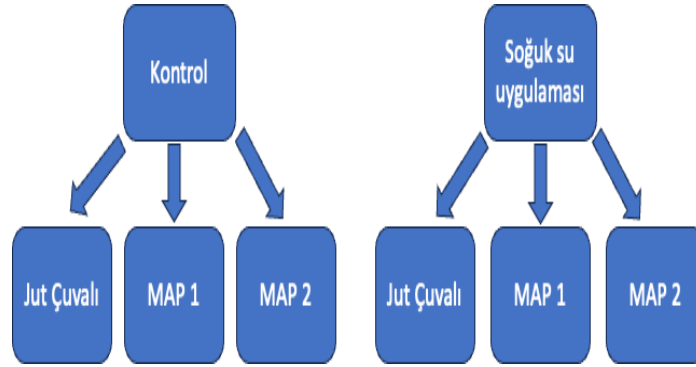
Materyal ve Metot

Materyal Temini

Çalışmada Aydın ili Köşk ilçesinden temin edilen yöresel ‘Kemer’ kestane çeşidi kullanılmıştır. Geleneksel muhafaza yöntemi olan ‘gömu’ yerinde yaklaşık bir ay süre ile tutulan meyveler gömüden çıkarılarak hızlıca Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji Laboratuvarına taşınmıştır. Burada uygun olmayan meyveler (çatlamış, kurtlu, çok ufak vb.) ayıklanmış, uygulama ve depolama hazırlıkları yapılmıştır.

Meyvelere Yapılan Uygulamalar

Uygulamalar öncesinde kestane meyveleri iki gruba ayrılmış ve ilk grup meyvelere uygulama yapılmayarak kontrol meyveleri olarak belirlenmiştir. İkinci grup kestane meyvelerine ise her gün tazelenecek şekilde 8 gün süreyle soğuk su ($15\pm 2^{\circ}\text{C}$) uygulaması yapılmıştır. Soğuk su uygulamasından sonra meyveler oda koşullarında birkaç saat kurumaya bırakılmış ve sonrasında hem kontrol meyveleri hem de soğuk su uygulaması yapılmış meyveler tekrar gruplara ayrılarak, birinci grup jut çuvalı içerisinde ve diğer grup ise farklı nem geçirgenliğine sahip iki farklı modifiye atmosfer poşetlerine (Aypek-LifePack®) (MAP 1-Nem tutan ve MAP 2- Hızlı nem atan) yerleştirilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışmada yapılan uygulamaların şematik gösterimi

Muhafaza Koşulları ve Kalite Analizleri

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre her uygulama 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve her bir jut çuvalı ya da modifiye atmosfer poşeti içerisine 1'er kg'lık meyve örneği konularak toplamda 20 kg'lık ürün kullanılmıştır. Çalışmada kestane meyveleri $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %85-90 nem koşullarında 5 ay süre ile depolanmıştır. Çalışmanın başlangıcında ve depolamanın 2. ve 5. aylarında örnekleme yapılarak meyve kalite analizleri yapılmıştır.

Meyve kabuğu ve eti rengi Minolta CR-400 kromametre cihazı ile ölçülmüştür. Meyve kabuğu, orta kısımdan iki yönden, meyve eti ise meyvenin dikine ikiye bölünmesi sonrasında iç kısımdan ölçülmüştür. Sonuçlar L^* (parlaklık), Chroma (C^*) ve Hue açısı (h°) değerleri cinsinden elde edilmiştir. Meyvelerin Chroma değerleri $C^*=(a^2+b^2)^{1/2}$ formülü, Hue açısı değerleri ise $h^{\circ}=\arctan(b/a)$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Ağırlık kaybı; depolamanın 2. ve 5. aylarında meyvelerde meydana gelen ağırlık kayıpları başlangıç ağırlığının yüzdesi (%) olarak saptanmıştır. Nem miktarı; kabukları soyulan meyvelerin analiz dönemlerinde yaş ağırlıkları hassas terazide ölçülmüş sonrasında etüvde 65°C 'de ağırlık kayıpları sabitleninceye kadar tutulmuş ve başlangıç değeri ile son değer oranlanmıştır (%). Meyve içi boşalması, kalsifikasyon, küflü meyve ve meyve eti kararması gibi fiziksel kayıplar; meyvelerin dikine ikiye ayrılması sonrası belirlenerek her tekerrürdeki toplam meyve sayısına göre yüzde olarak verilmiştir. Çimlenen meyveler analiz dönemlerinde sayılarak bir tekerrürdeki toplam meyve sayısına oranlanarak yüzde olarak verilmiştir.

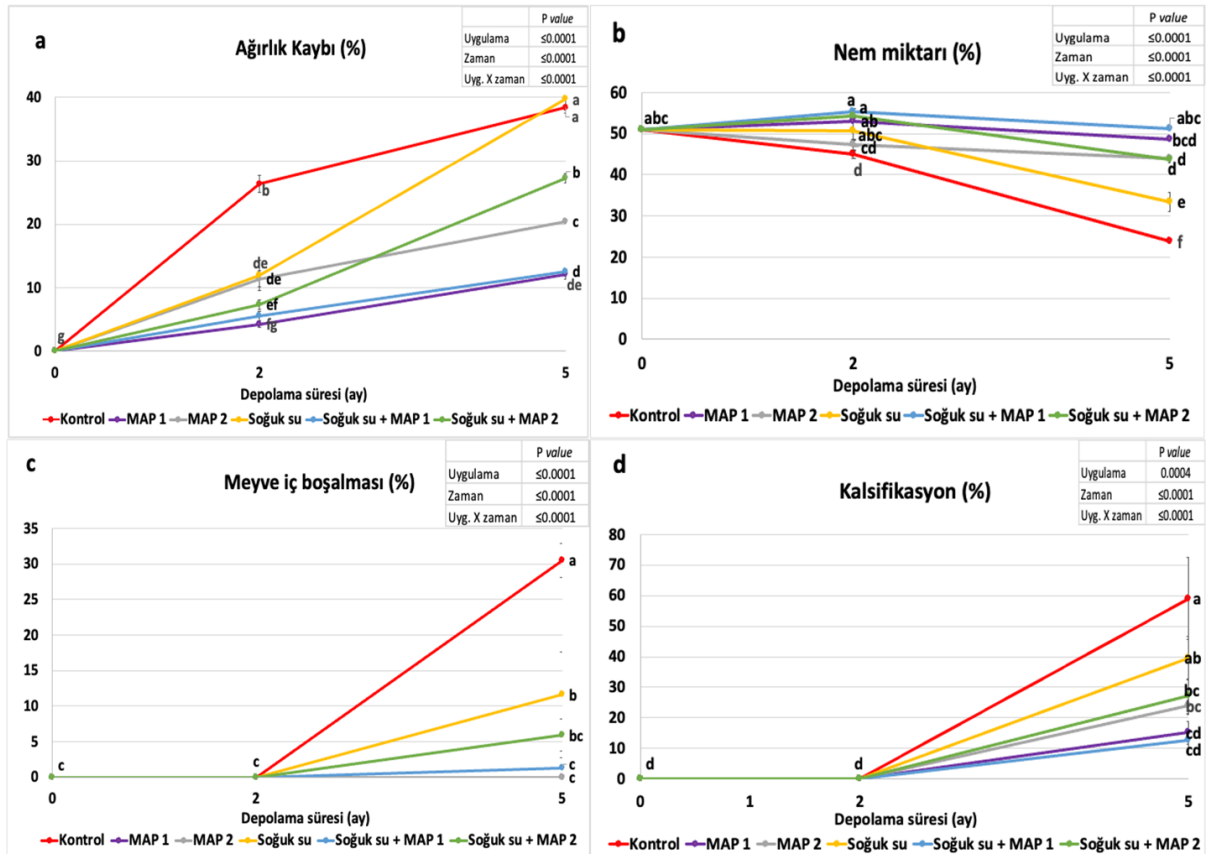
Bulgular ve Tartışma

Depolamanın ikinci ayında jut çuvalı içerisinde depolanan kontrol grubu kestane meyvelerinde %26.36'lık bir ağırlık kaybı belirlenmiş ve en

yüksek ağırlık kaybı bu grupta ölçülmüştür. Soğuk su uygulaması sonrası jut çuvalı içerisinde depolanan meyvelerde ağırlık kaybı 2. ayda kontrol meyvelerine göre önemli derecede ($P<0.05$) düşük olmuş (%11.91), ancak soğuk su uygulaması depolamanın 5. ayında ağırlık kaybını azaltmaya olan etkisini kaybederek, kontrol grubu ile benzerlik göstermiştir. Çetin vd. (2018) çalışma sonuçlarımızdan farklı olarak ‘Sarıaşlama’ kestane çeşidinde soğuk su uygulamasının ağırlık kaybına bir etkisi olmadığını belirtmiştir. Depolama sonunda en düşük ağırlık kaybı MAP 1 ve soğuk su + MAP 1 uygulamalarında belirlenirken sırası ile %12.00 ve %12.50’lik bir ağırlık kaybı yaşanmıştır. Bu uygulamaları ise MAP 2 (%20.46) ve soğuk su + MAP 2 (%27.25) uygulamaları izlemiştir (Şekil 2a). Çalışmamızda nem tutma özelliği olan MAP 1, nemi hızlı atma özelliği taşıyan MAP 2’ye karşı ağırlık kaybını önlemede beklenildiği gibi daha başarılı olmuş ve kestane muhafazası için nem tutma özelliği taşıyan MAP’lerin

kullanımının bu açıdan daha uygun olduğu gözlemlenmiştir.

Kestane meyvelerinin depolama başlangıcında %51.00 olarak belirlenen nem miktarı kontrol grubu meyvelerinde depolamanın ikinci ayında %44.88, beşinci ay sonunda ise %23.75 olarak belirlenmiş ve ağırlık kaybı ile uyumlu olarak diğer uygulamalara göre önemli düzeyde ($P<0.05$) daha düşük oranda olmuştur. Soğuk su uygulaması yapılmış meyvelerde nem miktarı (%33.42) depolama sonunda önemli düzeyde düşüş gösterse de kontrol meyvelerine göre daha yüksek oranda nem içermiştir. Araştırma sonuçlarımızı destekler nitelikte; Çetin vd. (2018) 5 aylık depolama sonrasında soğuk su uygulamasının kestane nem miktarını korumada etkili olduğunu belirtmiştir. Soğuk su + MAP 1 ve MAP 1 uygulamaları kestanelerin nem oranını korumada en başarılı uygulamalar olurken, MAP 2 ve soğuk su + MAP 2 uygulamaları ile MAP 1 uygulamaları arasında önemli ($p>0.05$) farklılık tespit edilmemiştir (Şekil 2b).



Şekil 2. Soğuk su ve farklı MAP uygulamaları yapılmış ‘Kemer’ çeşidi kestane meyvelerinde $2\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 5 ay depolama süresi boyunca meydana gelen a) ağırlık kayıpları (%), b) nem miktarı (%), c) Meyve içi boşalması (%), d) Kalsifikasyon (%)

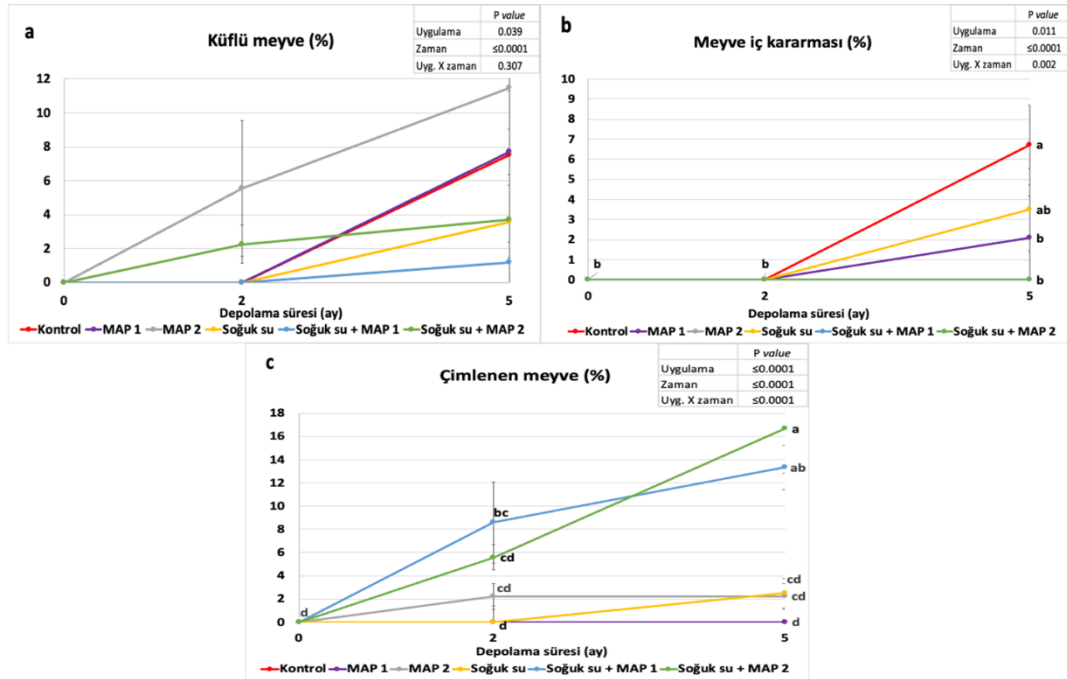
Meyve eti içinde boşluk oluşması su kaybına bağlı olarak meydana gelen bir kalite kaybıdır ve meyve içinde oluşan boşluk sonucu meyvenin işleme aşamasında dayanımını olumsuz kontrol meyvelerinin yaklaşık %30'unda bu kalite kaybı belirlenmiş, Soğuk su uygulanmış meyvelerde bu değer kontrol grubuna göre önemli derecede düşük olmuştur (%11.60). MAP 1 ve MAP 2 uygulamaları sonrasında meyvelerde meyve içi boşluğu oluşumu görülmezken, soğuk su + MAP 1 ve soğuk su + MAP 2 uygulamaları sonrasında oldukça düşük oranda meyve içi boşluğu belirlenmiş ve bu uygulamalar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (Şekil 2c).

Kalsifikasyon (kireçlenme); meyve etinde beyazlaşma şeklinde ortaya çıkan, düşük bağıl nem ve sıcaklıkta hızlı su kaybına bağlı olarak kestanelerde meydana gelen bir tür kalite bozukluğudur (Çalışkan, 2020). Depolamanın ikinci ayında kontrol meyveleri ve uygulama yapılmış meyvelerde kalsifikasyona rastlanmamıştır. Depolama sonunda ise kontrol meyvelerinde yaklaşık %60.00 oranında, soğuk su uygulanmış meyvelerde ise yaklaşık %40.00 oranında kalsifikasyon görülmüş ancak, yüzdesel olarak fark bulunmasına rağmen bu iki uygulama istatistiki açıdan benzer gruplarda yer almıştır..

etkileyebilmektedir. Depolamanın ikinci ayına kadar hiç bir uygulamada meyve içi boşluğu oluşmaz iken, beşinci ay sonunda

En düşük kalsifikasyonlu meyve soğuk su + MAP 1 (%12.50) ve MAP 1 (%15.00) uygulamalarında görülürken, bu uygulamaları soğuk su + MAP 2 (%27.00) ve MAP 2 (%24.00) uygulamaları takip etmiş ancak tüm bu uygulamaların aralarında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Şekil 2d). Çalışmada depolama sonunda farklı uygulamalarda meydana gelen ağırlık kayıpları ile belirlenen kalsifikasyon düzeyleri genel olarak uyumlu olmuştur. Ayrıca Çalışkan (2020) kestane depolama süresine bağlı olarak artan düzeyde kalsifikasyon oluşumu belirleyerek çalışma sonuçlarımızı desteklemektedir.

Kestane özellikle yüksek nem içeriği nedeniyle çeşitli mantari hastalıklar görülebilen bir meyve türüdür. Uygulama ortalamaları ele alındığında en düşük küflü meyve oranı soğuk su + MAP 1 uygulamasında belirlenmiş, kontrol ve diğer uygulamaların yapıldığı meyvelere göre önemli düzeyde daha düşük olmuştur. Diğer uygulamalar arasında depolama süresince görülen küflü meyve oranı açısından önemli bir farklılık belirlenmemiştir (Şekil 3a).



Şekil 3 Soğuk su ve farklı MAP uygulamaları yapılmış ‘Kemer’ çeşidi kestane meyvelerinde $2\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 5 ay depolama süresi boyunca meydana gelen a) küflü meyve (%), b) meyve iç kararması (%), c) Çimlenen meyve (%)

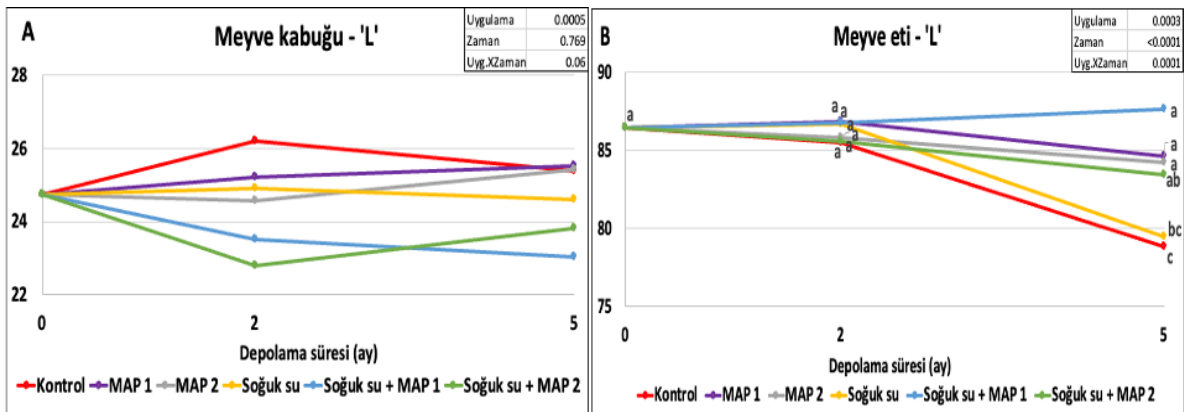
Meyve eti kararması çeşitli fungal etmenlere bağlı olarak kestanelerde görülebilmekte ve ürünlerin pazar değerini kaybetmesine neden olmaktadır. Depolamanın ilk iki ayında kontrol meyvelerinde ve uygulama yapılmış meyvelerde meyve eti kararması gözlemlenmemiştir. Ancak beşinci ayın sonunda kontrol meyvelerinde (%6.72) diğer uygulamalara göre önemli derecede daha yüksek meyve eti kararması tespit edilmiştir (Şekil 3b). Araştırma sonuçlarından farklı olarak; Çalışkan (2020) ‘Kemer’ yöresel kestane çeşidinde depolamanın 5. ayına kadar meyve eti kararması gözlemlenmezken, depolamanın 7. ayında soğuk su uygulamasının meyve eti kararmasını azaltmada etkili olduğunu belirtmiştir.

Kestane meyveleri yüksek nem içeriği nedeniyle uygun olmayan depolama koşullarında muhafaza edildiklerinde çimlenebilmekte ve bu durum ürünleri pazarlanamaz duruma getirebilmektedir. Her iki MAP uygulamaları ile kombine edilen soğuk su uygulamaları sonucu diğer uygulamalara göre önemli derecede daha yüksek meyve çimlenmesine neden olmuş, depolamanın beşinci ayında MAP 1+soğuk su uygulamasında %13,00, MAP 2+soğuk su uygulamasından %16,50 çimlenme oranları görülmüştür. Kontrol ve MAP 1 uygulamaları sonrasında depolama süresince çimlenme görülmez iken soğuk su (%2.50) ve MAP 2 (%2.00) uygulamaları sonucu çimlenme oranları çok düşük olmuştur (Şekil 3c).

Çalışmamızda kullanılan MAP 1 materyali nem tutma özelliği barındırmasına karşın, bu

materyalin kullanımı sonrası meyvelerde çimlenme görülmemesi dikkat çekici olmuştur. Her iki MAP materyalinin soğuk su ile kombinasyonları sonrasında belirlenen çimlenme durumuna, soğuk su uygulaması sonrasında meyvelerin kurutma süresi olarak belirlenen 2-3 saatlik sürenin yeterli gelmemesinin sebep olduğu düşünülmektedir. Yapılan kurutma işlemi sonrasında meyve dış yüzeyi kuruma gösterse bile kestane meyvesi kabuk yapısı gereği iç kısmına nem alabilmekte ve meyve yapısı ile nemi uzun süre tutabilmektedir. Bu nedenle soğuk su uygulamaları sonrasında meyve kuruma süresini arttırmak çimlenme oranlarını düşürmede etkili olabileceği düşünülmektedir.

Kestane meyvelerinde depolamanın ilerleyen dönemlerinde su kaybına bağlı olarak meyve kabuğu renklerinde değişimler meydana gelmektedir. Kestane meyveleri kendilerine has koyu-parlak görünümünü kaybederek renk açılmaları yaşanmakta ve daha mat görümlü bir hal almaktadırlar. Araştırmada kontrol grubu kestane meyvelerinin kabuk ‘L’ değeri depolamanın 2. ayında diğer uygulamalara göre daha yüksek olmuş ve depolama süresince ortalamada (25,44) diğer uygulamalara göre daha yüksek bir değere sahip olmuştur. En düşük ‘L’ değerleri Soğuk su+MAP1 (23,76) ve Soğuk su+MAP 2 (23,79) uygulamalarında ölçülmüştür.(Şekil 4 a). Bu durum depolama süresince kontrol grubu meyvelerde renk açılmasının daha yüksek düzeyde yaşandığını göstermiştir.



Şekil 4. Soğuk su ve farklı MAP uygulamaları yapılmış ‘Kemer’ çeşidi kestane meyvelerinde 2±1°C sıcaklıkta 5 ay depolama süresi boyunca meydana gelen a) Meyve kabuğu ‘L’ değeri değişimi b) Meyve eti ‘L’ değeri değişimi

Çetin (2020) 0 °C’de açıkta depoladığı ‘Sarıaşlama’ kestanelerinin meyve kabuğu L*

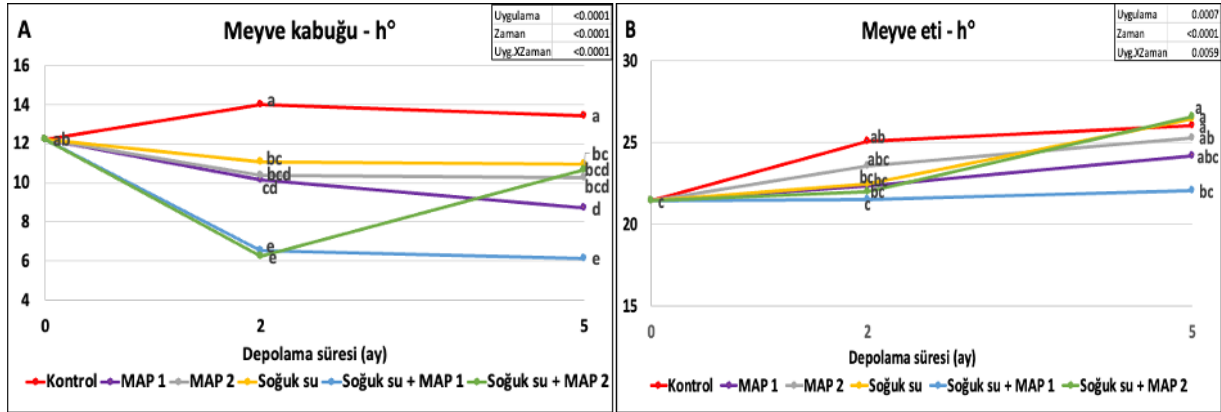
değerinin çalışmamıza benzer şekilde depolamanın başlarında artış gösterdiğini

belirtmiştir. Ancak bu çalışmada araştırmamızdan farklı olarak 150. gün sonunda meyve kabuğu L^* değeri başlangıç değerinin altında ölçülmüştür. Soğuk su uygulamaları ile MAP kullanımının kombine edilmesi, nem kaybına bağlı olarak meyveler üzerindeki renk açılmalarını azaltarak meyve kabuğu renginin korunmasına katkıda bulunmuştur.

Kestane meyve etinde uzun süreli depolamaya bağlı olarak renk değişimi yaşanabilmektedir. Meyve eti beyazlığı oksidatif enzimlerin aktif bir şekilde çalışmasına bağlı olarak azalmakta ve daha koyu bir renk almaktadır. Araştırmamızda 5 aylık depolama sonrasında en düşük meyve eti L^* değeri kontrol grubu ve soğuk su uygulaması yapılmış meyvelerde ölçülmüştür. MAP 1 ve MAP 2 uygulamalarının tekli ve soğuk su ile

kombinasyonları sonrası daha yüksek L^* değerleri ölçülmüş ve meyve eti renginin koyulaşmasını önlemede başarılı olmuştur (Şekil 4 b). Çetin (2020) ‘Sarıaşlama’ ve ‘Osmanoğlu’ çeşitlerinde açıkta depolanan kestanelerin meyve etinde renk koyulaşması olduğunu belirtirken MAP kullanımı ile beyaz iç rengin daha başarılı korunduğunu belirtmiştir.

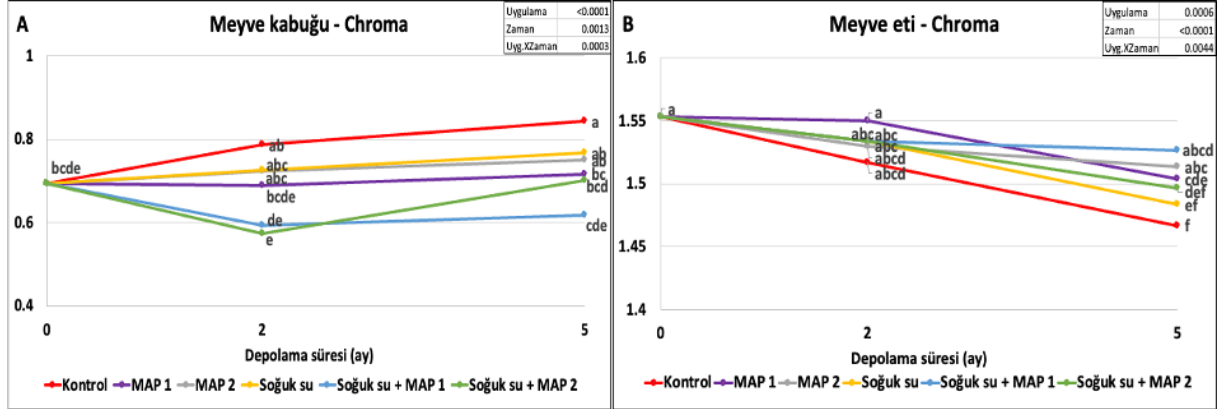
Hue açısı rengin kendini temsil etmektedir. Depolama süresince kontrol grubu meyvelerde meyve kabuğu h° en yüksek değerde ölçülmüştür (Şekil 5 a). Depolamanın 5. ayında meyve eti h° değeri MAP 1 ve soğuk su + MAP 1 uygulamaları yapılmış meyvelerde önemli derecede değişiklik göstermemiş ve meyve eti rengini korumada başarılı olmuştur (Şekil 5 b).



Şekil 5. Soğuk su ve farklı MAP uygulamaları yapılmış ‘Kemer’ çeşidi kestane meyvelerinde $2\pm1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta 5 ay depolama süresi boyunca meydana gelen a) Meyve kabuğu h° değeri değişimi b) Meyve eti h° değeri değişimi

Meyve kabuğu C^* değerleri depolama sonunda başlangıç değerlerine göre sadece kontrol meyvelerinde istatistiki açıdan önemli derecede değişim göstermiştir. MAP 1, MAP 2, soğuk su uygulamalarının tekli ve kombine uygulamaları kestane meyve kabuğu C^* değerlerini korumada etkili olmuştur (Şekil 6 a).

Meyve eti C^* değerleri depolamanın 2. ayına kadar tüm uygulamalarda önemli derecede değişiklik göstermemiştir. Ancak depolamanın 5. ayında C^* değerleri tüm uygulamalarda düşme eğiliminde olmuş, en büyük değişim kontrol ve soğuk su uygulanmış meyvelerde olmuştur (Şekil 6 b).



Şekil 6. Soğuk su ve farklı MAP uygulamaları yapılmış ‘Kemer’ çeşidi kestane meyvelerinde $2\pm1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 5 ay depolama süresi boyunca meydana gelen a) Meyve kabuğu C* değeri değişimi b) Meyve eti C* değeri değişimi

Sonuç

Çalışma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde; kestane muhafazasında yoğun bir şekilde kullanılan jut çuvaları içerisinde uzun süreli depolanan kontrol grubu kestane meyvelerinde ağırlık kaybı, nem miktarı, kalsifikasyon oluşumu, meyve kabuğu ve meyve et rengi gibi kalite parametreleri açısından belirgin bir şekilde bir kayıp yaşanmıştır. Soğuk su uygulamasının meyve ağırlık kaybını yavaşlatmada etkisi ilk aylarda mümkün olurken, sonrasında bu uygulamanın etkisi ortadan kalkmıştır. Kestane meyvelerinin muhafazasında MAP kullanımı ile depolama süresince kalite kaybı, kontrol ve soğuk su uygulaması yapılmış meyvelere göre çok daha yavaş olmuştur. Farklı nem tutma özelliği açısından karşılaştırılan MAP 1 ve MAP 2 materyallerinden, nem tutma özelliği taşıyan MAP 1’in, hızlı nem atma özelliği bulunan MAP 2’ye göre birçok meyve kalite parametresi açısından daha başarılı olduğu görülmüştür. Depolama süresince MAP 1 poşetinde, kendi özelliği gereği yüksek nem ortamı sağlanmasına rağmen meyve çimlenmesinin görülmemesi ve meyve kalitesinin diğer uygulamalara göre önemli düzeyde korunması, nem tutma özelliği taşıyan MAP kullanımının kestane depolanması için uygun materyal olabileceği düşüncesini doğrulmuştur. MAP ile Soğuk su uygulamalarının kombine edilmesi ile kestane rengini korumada etkileri görülse de, poşetler içerisindeki nem düzeyinin çok yükselmesi nedeni ile meyve çimlenmesine neden olduğu belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Algül, B.E.; Ertan, E., Dündar, A., 2016., Farklı Ambalaj ve Raf Koşullarının Kestane Muhafazası Üzerine Etkileri. Meyve Bilimi. 1 (Özel) 19-25.
- Ayfer, M., Soylu, A., Türk, R., Tuncel, N., Heperkan, D., 1989. Değişik Koşullarda Muhafaza Edilen Kestane (*Castanea sativa* Mill.) Meyvelerinde Küf Gelişimi ve Kalite Değişimleri. Bahçe. 18 (1-2): 9-20.
- Çalışkan, B., 2020. Kestanelerde Derim Sonrası Bazı Uygulamaların Meyve Kalitesi ve Depolama Süresi Üzerine Etkileri, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çetin, M., Abdulak, M., 2014. Kestanenin Vakumlu ve Vakumsuz Modifiye Atmosferde Muhafazası. VI. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 22-25 Eylül, Bursa.
- Çetin, M., Akbudak B., Özer M.K., 2018. The Effects of Hot and Cold Water Treatment on Quality Parameters and Enzymatic Activity in Chestnut. Tarım Bilimleri Dergisi. 24 403-412.
- Çetin, M., 2020. Kestanenin (*Castanea sativa* Mill.) Normal (NA), Modifiye (MA) ve Kontrollü Atmosferde (KA) Muhafazası. Bursa Uludağ Üniversitesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erdal, E., 2012. Kestanelerde (*Castanea sativa* Mill.) Hasat Öncesi ve Sonrası Dönemlerde Meyve Kalite Özelliklerinin Değişimi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes

- Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ertan, E., Seferoğlu, G., 2003. The comparison of the biochemical characteristics of chestnut at fruit ripening and after traditional storage periods. *Bio-Science Research Bulletin*, 19 (2): 139-149.
- FAO, 2023. Kestane üretim miktarı. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> Erişim tarihi: 05.03.2025 Erişim tarihi: 05.03.2025.
- Kader, A.A., 2003. A perspective on postharvest horticulture (1978-2003). *HortScience*, 38:1004-1008.
- Karaçalı, İ., 2002. Meyve ve Sebze Değerlendirme. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Notları:19/5, Bornova, İzmir.
- Karaçalı, İ., 2004. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, E.Ü. Basımevi, Bornova, İzmir.
- Kınay, A., Karaçalı, İ., 2001. Kestane Meyvelerinin Taze Olarak Saklanması Ambalaj Tipleri ve Depo Koşullarının Kalite Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 38(1):25-32.
- Koyuncu, M.A., Ertan, E., Savran E. ve Dilmaçunal T., 2003. Farklı Ambalaj Tiplerinin Kestanenin (*Castanea sativa* Mill.) Soğukta Muhafazası Üzerine Etkileri, Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildiriler Kitabı. Sayfa: 295-297, Antalya.
- Lee, U., Joo, S., Klopfenstein, N.B., Kim, M., 2016. Efficacy of washing treatments in the reduction of postharvest decay of chestnuts (*Castanea crenata* 'Tsukuba') during storage, *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 96:1-5.
- Özcan, M., Yazıcıoğlu, E., Akyüz, B., Serdar, Ü., 2017. Kestanelerde Farklı Sıcak Su Uygulamalarının Muhafaza Süre ve Kalitesine Etkileri, VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 04-07 Ekim, s.108-113.
- Ryall, A.L., Pentzer, W.T., 1982. Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables. Vol. 2, Fruit and Tree Nuts. AVI Pub. USA, pp. 89-94.
- Soylu, A., 2004. Kestane Yetiştiriciliği ve Özellikleri. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., 64 s.
- Thompson, A.K., 2003. Fruit and vegetables harvesting, handling and storage. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 480p.
- Ufuk, S., Ergün, M. E., Soylu, A., 1993. Kestane Raporu. VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Bitkisel Ürünler (Meyve Grubu) Özel İhtisas Komisyonu, Yalova.

Limon Muhafazasında Biphenyl Emdirilmiş Kağıtlara Alternatif Bitkisel Antifungal Ekstraktlar ve Yavaş Salınlımlı Biyolojik Preperat İçerikli Kağıt Geliştirilmesi

Okan ÖZKAYA¹  Ömür DÜNDAR¹  Hatice DEMİRCİOĞLU¹ 
Ebru KURT¹  Aslıhan AĞAR ÖZKAYA²  Gökmen KOÇ³  Handan ŞAPÇI⁴ 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi Pozantı Meslek Yüksekokulu, Adana, Türkiye

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

⁴Kayseri Üniversitesi, Develi Hüseyin Şahin Meslek Yüksekokulu, Kayseri, Türkiye

Öz

Bu çalışmada ülkemizin ana ihracat kalemlerinden biri olan limonda, depolama süresince kullanılan ve ihracatta kalıntı sorunu olan biphenyl emdirilmiş kağıt yerine kullanılabilecek yavaş salınlımlı nanoteknolojik sarma kağıdı geliştirilmesi ve ülke ekonomisine katkı sağlanması amacıyla çiftçi koşullarında kullanılabilir uygunlukta duşlama (drencher) uygulamasından sonra antifungal etkili bitki ekstraktı emdirilmiş depolama kağıtlarına meyvelerin sarılarak doğal depoda muhafazası planlanmıştır. Çalışmada %90'nı Mersin ve Adana illerinden karşılanan 'Kütdiken' limon çeşidinde 1) Kontrol: Normal su ile duşlamadan geçirilmiş ve kuruma sonrasında direk kasalanmış meyveler kontrol olarak kullanılmış, 2) Kağıt Sarma: Palm yağı içerisinde hazırlanmış %2 hacimli bitki ekstraktı içeren *Aleo vera* ve *Tymus* sp. (kekik) emdirilmiş kağıda sarma, 3) İmazalil (750 ppm) + Kağıt Sarma, 4) İmazalil (750 ppm) + Scholar (Fludioxonil) + Kağıt Sarma, 5) İmazalil (750 ppm) + Scholar (Fludioxonil) + Propicanazole + Kağıt Sarma, 6) Philabuster (600 ppm İmazalil+750 ppm phirimethianin) + Kağıt Sarma ve 7) 750 ppm Propicanazole +İmazalil + Kağıt Sarma uygulamaları yapılmıştır. Meyveler Ürgüp doğal depo koşullarında 6 ay muhafaza edilmiştir. Ayda bir meyvelerde ağırlık kaybı (%), çürüme (%), meyve kabuk rengi (h°), meyve suyu miktarı (%), suda çözünür kuru madde miktarı (%), titre edilebilir asit (%), TEA) miktarı gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır.

Tüm veriler değerlendirildiğinde kimyasallar ve kağıdın birlikte kullanıldığı kombinasyonlar incelenen kriterlere olumlu etkisinin olduğu bulunmuştur ve çalışmada İmazalil (750 ppm) + Scholar (Fludioxonil) + Propicanazole + Kağıt Sarma uygulamasından diğer uygulamalarla kıyasla daha iyi sonuç elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Limon, biphenyl, muhafaza, ürgüp doğal depo, yavaş salınlımlı kağıt.

Development of Paper Containing Herbal Antifungal Extracts and Slow Release Biological Preparations as an Alternative to Biphenyl Impregnated Papers in Lemon Storage

Abstract

In this study, in order to develop slow release nanotechnological wrapping paper that can be used instead of biphenyl impregnated paper which is used during storage and has a residue problem in export for lemon, which is one of the main export items of our country, and to contribute to the national economy, it was planned to wrap the fruits in storage papers impregnated with antifungal effective plant extract after the drencher application suitable for use under farmer conditions and to preserve them in natural storage. In the study, in the 'Kütdiken' lemon variety, 90% of which is supplied from Mersin and Adana provinces, 1) Control: Fruits that were showered with normal water and directly crated after drying were used as control, 2) Paper Wrap: *Aleo vera* and *Tymus* sp. containing 2% volume plant extract prepared in palm oil. (thyme) paper impregnated paper wrapping, 3) Imazalil (750 ppm) + Paper Wrapping, 4) Imazalil (750 ppm) + Scholar (Fludioxonil) + Paper Wrapping, 5) Imazalil (750 ppm) + Scholar (Fludioxonil) + Propicanazole + Paper Wrapping, 6) Philabuster (600 ppm Imazalil+750 ppm phirimethianin) + Paper Wrapping and 7) 750 ppm Propicanazole +İmazalil + Paper Wrapping applications were made. Fruits were stored for 6 months in natural warehouse conditions in Ürgüp. Physical and chemical analyzes such as weight loss (%), decay (%), fruit peel color (h°), fruit juice amount (%), total soluble solids amount (%), titratable acidity amount (%) were done on the fruits once a month.

When all data were evaluated, it was found that the combinations where chemicals and paper were used together had a positive effect on the examined criteria and in the study, better results were obtained from the Imazalil (750 ppm) + Scholar (Fludioxonil) + Propicanazole + Paper Wrap application compared to other applications.

Keywords: Lemon, biphenyl, preservation, ürgüp natural storage, slow release paper.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: Okan Özkaya; : okanozkaya@yahoo.com

Makalenin Türü: Araştırma

Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Okan ÖZKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9448-5576>

Ömür DÜNDAR  <https://orcid.org/0000-0002-2388-0333>

Hatice DEMİRCİOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2469-5030>

Ebru KURT  <https://orcid.org/0000-0003-0072-0879>

Aslıhan AĞAR ÖZKAYA  <https://orcid.org/0009-0004-0874-1636>

Gökmen KOÇ  <https://orcid.org/0000-0003-0473-0230>

Handan ŞAPÇI  <https://orcid.org/0000-0001-8150-0450>

Giriş

Turunçgillerin insan sağlığı ve beslenmesinde önemi çok büyüktür ve turunçgillere olan talep giderek artmaktadır. Turunçgiller günlük gereksinim olan C vitaminince zengindir. Şeker/asit oranı çoğu insanın damak tadına hitap etmektedir. Turunçgil meyve suları besin maddelerinin sağlanmasında ve fitokimyasalların (C vitamini, polifenoller, antioksidan, antienflamatuvar, antikanser ve kardiyovasküler) koruma aktivitelerini artırmak için kilit rol oynamaktadır (Benavente-García ve Castillo, 2008; Liu ve ark., 2012; Lee, 2013; Aptekmann ve Cesar, 2013; Gironés-Vilaplana ve ark., 2014; Khan ve ark., 2014; Lv ve ark., 2015; Stinco ve ark., 2015).

Limon, botanik olarak *Citrus limon* (L.) Burm f. olarak sınıflandırılır. Limon, portakal ve mandarinden sonra üçüncü en önemli turunçgil türüdür (González-Molina ve ark., 2010). Limon (*Citrus limon* (L.) Burm.) flavonoidler, sitrik asit, C vitamini ve mineraller bakımından zengin olup birçok hastalıklara direnç sağlayan meyvedir (Del Rio ve ark., 2004; Gil-Izquierdo ve ark., 2004; González-Molina ve ark., 2008; 2009). Limonda farklı bileşiklerin durumu, çeşide, olgunluk evresine, yetiştirildiği bölgeye, kültürel uygulamaya, meyvelerin depolama koşullarına, ekstraksiyon prosedürü ve meyve suyuna ısıl işleme göre değişmektedir (Lorente ve ark., 2014).

2023 yılı verilerine göre; Türkiye’de 2.311.335 ton portakal, 2.952.775 ton mandarin, 2.325.726 ton limon ve 284.565 ton altıntop üretilmiştir (TUİK, 2024). Türkiye limon üretimi, depolama ve ihracatı bakımından önemli bir yere sahiptir. Türkiye’de elde edilen meyvelerin en az %25’i tüketiciye ulaşmadan çürümektedir. Ülkemizde limonda derim sonrası kayıplar ortalama her yıl için 10 ila 24 milyon dolar arasında bir rakama ulaşmaktadır. Bu oranın en aza indirilmesi için muhafaza şartları optimum sağlanmalıdır. ‘Kütdiken’ ve İtalyan memeli limon çeşitleri doğal ve makinalı soğutmalı depolarda 6-9 ay süresince muhafaza edilen önemli çeşitlerdendir. Hasat sonrasında bu çeşitlerin özellikle Nevşehir bölgesinde bulunan volkanik tüf kayalar içerisinde muhafazası bir endüstri haline gelmiş durumdadır. Bu muhafaza ve pazarlama zinciri Kasım-Aralık ayı içerisinde optimum hasat olgunluğuna gelen ‘Kütdiken’ ve İtalyan memeli

limon çeşitlerinin hasat sonrasında toplama noktalarına getirilmeleri ile başlamakta Temmuz-Ağustos aylarında sonlanmaktadır. Nevşehir ve civarında yıllık ortalama 7.000.000 kasa limon depolandıktan sonra iç ve dış piyasaya pazarlanmaktadır. Hasat sonrasında küçük ve orta ölçekli işletmelere getirilen veya çiftçi koşullarında ön elemenden geçirilen limonlar bitki ekstraktı *Aleo vera* ve *Tymus* sp. (kekik) (%2 hacim) emdirilmiş kağıtlara sarılarak 20 kg’lık tahta kasalara muhafaza edilmek üzere diagonal olarak dizilmektedir. Bu tahta kasalar içerisinde limonlar Haziran-Ağustos aya kadar Nevşehir Ortahisar ve civarında bulunan doğal depolarda depolanmaktadır. Ülkemizde bu kağıtların biphenyl emdirilerek kullanımı yaygın durumda iken sağlığa olan zararları nedeni ile yasaklanmıştır. Bu sebeple, Türkiye’de yatak limon depoculuğu güncel pazar ve rekabet koşullarına uyumunu kaybetme noktasına gelmiş olup, limon depoculuğunda doğal depoların avantajlarını yitirmeden, muhafaza ve pazarlama koşullarının yeniden oluşturulması oldukça önemlidir ve biphenyl emdirilmiş kağıtların yerine alternatif bir ürün kullanımının gereksinimi aşıkardır.

Hasat sonrasında kayıpların azaltılması amacı ile sentetik kimyasallara alternatif olabilecek farklı bileşikler üzerine son 10 yılda yoğun çalışmalar bulunmaktadır. Bu araştırmalar özellikle sentetik kimyasal fungusitlerin sınırlandırılması ve kullanımına yasak getirilmesi nedenleri ile hız kazanmıştır. Özellikle bazı Avrupa Birliği ülkelerinde bu kimyasalların kullanımı tamamen sınırlandırılmış bazılarında ise kalıntı limitleri düşürülmüştür. Ülke limitleri dışında artık AB pazarında bazı zincir marketler bu kalıntılara karşı kendi sınırlamalarını koymaya başlamış olup bu standartları sağlamak için gerekli alt yapının sağlanması gerekmektedir. Bu nedenle bu projede kullanılacak yöntemler farklı yönleriyle ele alınmıştır. Örneğin, biyolojik kontrol yöntemleri sentetik kimyasallara karşı üzerinde en fazla çalışılan konuların arasında yer almaktadır. Bazı sentetik fungusitlerin yasaklanması, dayanıklı biyotiplerin ortaya çıkması ve sentetik kimyasalların çevre ile insan sağlığına vermiş olduğu zararlar nedeni ile güvenli ve efektif alternatif biyolojik kontrol ürünleri araştırma konusu olmuştur. Hasat sonrasında patojenlere karşı kullanılmak üzere birçok antagonist maya ve bakteri preperatı

üzerine çalışılmış olup ticari veya araştırma düzeyinde ürünler çalışılmıştır (Droby ve ark., 2009). Bu preperatların birkaçı test aşaması sonrasında farklı ticari isimler ile pazarlanmaya başlamıştır. Bu alternatif biyolojik ürünlerden ticari olarak kullanılan bazıları Aspire™ (*Candida oleophila* bazlı) (Blachinsky ve ark., 2007), Yieldplus™ (*Cryptococcus albidus* bazlı), Candifruit™ (*Candida sake* bazlı) (Teixidó ve ark., 2011), Biosave™ (*Pseudomonas syringae* bazlı) (Janisiewicz ve Jeffers, 1997) dir. Aspire™, Yieldplus™ ve Candifruit™ belirli bir süre pazarlanmaya devam eden ürünlerden olup günümüzde güncelliğini kaybetmiş ürünlerdir. Biosave™, ise hali hazırda Amerika Birleşik Devletleri'nde meyve ve patates ürünlerinde hasat sonrası kullanımı olan bir biyolojik preperattır. Shemer™ (*Metschnikowia fructicola* bazlı) son yıllarda Bayer tarafından lisansı alınarak hasat sonrasında turuncgiller, kayısı, çilek, üzüm, şeftali ve biberde kullanım olanağı bulmuş bir biyolojik preperat olup kullanım olanağı geniş aralıkta bulunmaktadır (Droby ve ark., 2009). Ayrıca, birçok organik ve inorganik tuzlar gıda katkısı olarak tüketilebilir içerikte olup bu bileşikler genel olarak güvenli kabul edilen (GRAS) bileşikler denilmektedir. Bu bileşikler tek başına veya farklı ürünler ile beraber sıvı yıkama vb. tankları içerisinde uygulandıklarında bahçe ürünleri için hasat sonrası patojen yükünü azaltacak etkiye sahiptir. Bu bileşiklerin çoğu antimikrobiyal bileşik olup gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Asit form da olmaları antimikrobiyal etkisine katkı sağlasa da yüksek çözünürlük, kolay uygulanabilirlik ve Na, K ve NH₄ gibi katyonlara ek katkılarından dolayı hasat sonrasında tercih edilme sebepleridir. (Smilanick ve ark., 1999). Hasat sonrasında turuncgillerin %2-3 sodyum bikarbonat veya sodyum karbonat tuzlarının 60-150 saniye daldırma uygulaması olarak kullanımı meyvelerin *Penicillium digitatum* ve *Penicillium italicum*, patojenlerine karşı dayanım kazandırdığı bilinmektedir (Smilanick ve ark., 1997; 1999; Palou ve ark., 2001). Bu nedenle son yıllarda sodyum tuzları paketleme evlerinde yaygın kullanılan uygulamalar arasındadır. Uçucu yağlar antifungal etkileri ile önemli bileşiklerdir. Uçucu yağların yaymış olduğu biyoaktif olan sekonder metabolitler antifungal ve meyve savunma mekanizması üzerine pozitif etkileri ile farklı hasat sonrası uygulamalarda araştırma konusu olmuştur (Bautista-Baños ve

ark., 2013). Bu bileşiklerin gıda maddelerinde tüketilmeleri uygun olduğundan genel olarak tüketimleri güvenli maddeler içerisinde yer almaktadırlar.

Turuncgil meyvelerinin muhafazası üzerinde yapılan birçok çalışmada, öteki meyve türlerinde olduğu gibi turuncgillerde de ürünlerin derimden sonra depoda dayanma dereceleri ve muhafaza koşulları üzerine tür, çeşit, üretim yapılan bölgenin ekolojisi, kullanılan anaç, derim zamanı ve derimden sonra yapılan uygulamaların önemli ölçüde etkili olduğu bildirilmektedir (Özdemir ve Kahraman, 2004; Özdemir ve Dündar, 2006). İtalyan ve Santa Terasa limonları ile 2,4-D uygulanmış difenilli kağıtlara sarılan 'Kütdiken' ve İtalyan limonlarının 10°C'de %85-90 oransal nemde (ON) 8 ay muhafaza edilebileceği bildirilmiştir (Gürgeç ve Pekmezci, 1984; Dündar ve Kaşka, 1994; Dündar ve Kaşka, 1995; Dündar, 1996). 'Kütdiken' limonları mumlama yapılarak kalitesinin kaybetmeden 8 ay muhafaza edilmiştir (Dündar ve ark., 1991a). 'İnterdonato' limonunun 10°C'de %85-90 ON'de 4,5 ay muhafaza edileceği bildirilmiştir (Dündar ve ark., 1991b). Bir başka çalışmada 'Frost Eureka', 'Frost Lisbon', 'Prior Lisbon', 'Monreo Lisbon', 'Carves Lisbon' ve 'Limoneria' limonlarının 200 ppm TBZ çözeltisine daldırılma sonrası 10°C'de %85-90 ON'de 6-7 ay muhafaza edileceği bildirilmiştir (Görmek ve ark., 1993).

Hasat sonrasında %25-40'lara ulaşan kayıplar nedeni ile ülkemizin limon depoculuğunu sürdürebilmesi için acilen dünya standartlarına uygun ve pratikte kullanılabilir çözümlere gereksinim bulunmaktadır. Ülkemiz limon depoculuğunda önemli bir yeri olan 'Kütdiken' limon çeşidinin hasat sonrası kayıpların azaltılması için çiftçi koşullarında uygulanabilirliği olan yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu araştırmada çiftçi koşullarında kullanılabilir uygunlukta duşlama (drencher) uygulamasından sonra antifungal etkili bitki ekstraktı emdirilmiş depolama kağıtlarına meyvelerin sarılarak doğal depoda muhafazası planlanmıştır.

Bu çalışma ülkemizde Nevşehir, Mersin Erdemli ve civarında depolanan yaklaşık 200.000 ton limonun muhafazasında kullanılan ve kullanımı yasak olan biphenyl içerikli kağıt yerine kalıntı bırakmayacak, fungal etmenlerden meyveleri

koruyacak yavaş salınımlı koruma kağıdı geliştirmek amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Ürgüp doğal depolarında ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyoloji laboratuvarında 2018-2019 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada Mersin ilinde ticari bir bahçede yetiştirilen hasat olgunluğuna gelmiş 'Kütdiken' limon çeşidi ile Propicanazole, İmazalil, Scholar ve Philabuster (İmazalil+Pyrimethanil) kimyasalları ve bitki ekstraktı *Aleo vera* ve *Tymus* sp. (kekik) (%2 hacimli) emdirilmiş kağıt kullanılmıştır.

'Kütdiken' limon çeşidin kökeni İtalya olmasına karşın, artık bir Türk çeşidi haline gelmiştir. Femminello alt grubu içinde yer almaktadır. Dünyanın en kaliteli limonu olarak gösterilmektedir. İç kalitesi, meyve suyu ve kokusu bakımından çok üstün bir çeşittir. Periyodisite göstermez. Orta derecede çekirdekli ve orta mevsim bir çeşittir. Orta mevsim çeşididir. Uygun koşullarda 9 ay kadar depolanabilir. Bu özelliği yetiştiricilikteki payını arttırmıştır. İhracatta önemli bir yere sahiptir. Uçkurutana hassastır.

Propicanazole, fungal mikroorganizmaların büyümesini kontrol eden sinerjistik etkiye sahip bir mikrobiyal kompozisyonudur. Bu nedenle deri, kereste, kağıt yapımı, tekstil, tarım ve kaplama endüstrileri gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca sulu sistemlerde mikrop öldürücü bileşim olarak endüstriyel kullanım alanları yer almaktadır.

Uygulama I: Kontrol, Normal su ile duşlamadan geçirilmiş ve kuruma sonrasında direk kasalanmış meyveler kontrol olarak kullanılmıştır.

Uygulama II: Kâğıt Sarma: Palm yağı içerisinde hazırlanmış %2 hacimli bitki ekstraktı içeren *Aleo vera* ve *Tymus* sp. (kekik) emdirilmiş kâğıda sarma.

Uygulama III: İmazalil (750 ppm) + Kâğıt Sarma.

Uygulama IV: 750 ppm İmazalil + Scholar (Fludioxonil) + Kâğıt Sarma.

Uygulama V: 750 ppm İmazalil + Scholar (Fludioxonil) + Propicanazole + Kâğıt Sarma.

Uygulama VI: Philabuster (600 ppm İmazalil+750 ppm pyrimethianin) + Kâğıt Sarma.

Uygulama VII: 750 ppm Propicanazole + İmazalil + Kâğıt Sarma.

Uygulama yapılan limonlar Ürgüp doğal depolarında (6-10°C, %65-90 ON koşullarında) 6 ay muhafaza edilmiştir. Deneme süresince meyvelerde fiziksel ve kimyasal değişimler aylık periyotlarda yapılan analizler ile belirlenmiştir. Meyvelerde ağırlık kaybı (%), çürüme oranı (%),

İmazalil, turuncgillerde özellikle *Penicillium italicum*, *Penicillium digitatum*, *Penicillium expansum*, *Diaporthe citri*, *Diplodia natalensis*, *Alternaria citri* ve *Botrytis* sp., *Alternaria* spp türleri üzerinde etkili olup hasat sonrası fungal hastalıkları kontrol amaçlı kullanılan en yaygın fungusitlerden biri olarak bilinmektedir.

Scholar, hasat sonrası fungal hastalıklara karşı kullanılan Fludioxonil etki maddesi içeren yeni yaygınlık kazanan koruyucu bir fungusittir.

Philabuster (İmazalil+Pyrimethanil), imazalil mavi ve yeşil küfe karşı etkili bir fungusittir. Ancak İmazalilin uzun yıllar boyunca kullanılması yüzünden fungal etmenler imazalile karşı direnç geliştirmiştir bu yüzden Pyrimethanil ile birlikte kullanılarak dirençli fungal etmenlerin önlenmesi sağlanmaktadır. Pyrimethanil sporların çoğalmasında mitokondiral inhibasyonu sağlayarak çoğalmalarını etkiler. İmazalil ise kontakt etkilidir.

Bitki ekstraktı *Aleo vera* ve *Tymus* sp. (kekik) (%2 hacimli) emdirilmiş %100 esmer selülozdan oluşan, bir yüzü parlak, tam tutkallı bir kâğıttır. Düşük gramajlı 17-18 g/m² ağırlığında özellikle meyvelerin sarılıp muhafazasında kullanılan bir ambalajdır.

Derim sonrası paketleme evinde limon meyvelerine aşağıdaki uygulamalar drencherda gerçekleştirilmiştir. Drencher sonrası meyveler kurutulmuştur. Uygulama I (kontrol) dışında tüm uygulamalarda meyveler bitki ekstraktı emdirilmiş kâğıda sarılmıştır. Çalışmada uygulamalar kodlanmıştır.

meyve kabuk rengi (h°), meyve suyu miktarı (%), suda çözünür toplam kuru madde miktarı (%), SÇKM), titre edilebilir asit (%), TEA) miktarı gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Muhafaza başlangıcında limonlar etiketlenip ağırlıkları alınmış ve periyodik olarak ağırlıkları

alınarak ağırlık kaybı başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Muhafaza periyodu süresince meydana gelen fizyolojik ve fungal nedenli çürümeler saptanarak % olarak hesaplanmıştır. Rample (çöküntü) oluşumuna bakılmış ve % olarak hesaplanmıştır. Meyve suyunda SÇKM (%) miktarı el refraktometresi ile saptanmıştır. Meyve suyunda TEA (%) miktarı sitrik asit cinsinden (mg/100 g) ifade edilmiştir. Meyve kabuk rengi (h°) Minolta CR-400 renk ölçer ile her limonun ekvator bölgesinden 2 okuma şeklinde L*, a*, b* değerleri saptanmış ve renk tonunda oluşan değişimler açısı değeri olan h° cinsinden ifade edilmiştir. Sıkılan meyvelerin posa ağırlığına göre bulunan meyve suyu miktarı gram olarak saptanmış ve % olarak ifade edilmiştir.

Çalışma faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre denemede her uygulama 3 tekrarlı ve her tekrarda 10 meyve olarak kurulmuştur. Alınan sonuçların istatistik analizi JMP (5.0.1) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine (P<0.05) göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

'Kütdiken' limon meyvelerinde muhafaza süresince ağırlık kaybı tüm uygulamalarda arttığı bulunmuştur (Çizelge 1). En yüksek ağırlık kaybının %8.71 ile Uygulama VII ve %8.29 ile Uygulama I meyvelerinde olduğu bunu sırasıyla, %7.91 ile Uygulama III, %7.47 ile Uygulama IV ve Uygulama VI izlemiştir. En düşük ağırlık kaybı %6.86 ile Uygulama V ve %7.25 ile Uygulama II meyvelerinde bulunmuştur. Genel olarak tüm uygulamalarda su kaybına bağlı olarak ağırlık kaybının muhafaza süresince arttığı

saptanmıştır. Ağırlık kaybı değerleri istatistiksel olarak uygulamalar ve muhafaza süresi (MS) bakımından önemli bulunmuştur (P<0.05).

Turunçgil meyvelerinin derim sonrası görülen kalite kayıplarında en önemli faktör ağırlık kaybıdır. Ağırlık kaybı; meyvenin yumuşamasına, buruşmasına ve görünüşünün bozulmasına neden olmaktadır. Ağırlık kayıptaki artışlar su kaybı ile ilişkili bir artmadır. 'Kütdiken' limonlarına mumlama yapıldığında ağırlık kaybı kontrole göre daha az olmakla beraber muhafaza süresince arttığı bulunmuştur (Dündar ve ark., 1991a). 'İnterdonato', 'İtalyan' ve 'Santa Terasa' limon çeşitlerinde muhafaza süresince ağırlık kaybının arttığı bildirilmiştir (Dündar ve ark., 1991b; Gürgeç ve Pekmezci, 1984; Dündar ve Kaşka, 1994). Doğal depoda ve makinalı soğutmalı depoda muhafaza edilen 2,4-D uygulanmış ve difenilli kâğıtlara sarılan 'Kütdiken' ve 'İtalyan' limonlarının muhafaza süresince ağırlık kaybının arttığı bulunmuştur (Dündar ve Kaşka, 1995; Dündar, 1996). Bir başka çalışmada 'Frost Eureka', 'Frost Lisbon', 'Prior Lisbon', 'Monreio Lisbon', 'Carves Lisbon' ve 'Limoneria' limonlarının muhafaza süresince ağırlık kaybının arttığı bildirilmiştir (Görmek ve ark., 1993). Farklı 'Tuzcu' klon anaçlarında yetişen 'Kütdiken' limonlarda Adana ve Ortahisar depolarında yapılan çalışmada ağırlık kaybında farklılık bulunmuştur. Her iki muhafaza koşullarında da ağırlık kaybı zamana bağlı olarak artmıştır (Özkaya ve ark., 2005). 'Valencia' portakalları ve 'Robinson' mandarinlerinin kontrol grubu meyvelerinde ağırlık kaybının diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Özdemir ve Kahraman 2004; Mutlu ve ark., 2010).

Çizelge 1. 'Kütdiken' limon çeşidinde muhafaza süresince saptanan ağırlık kayıpları (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)						Ortalama
	1	2	3	4	5	6	
Uygulama I	3.63	7.06	8.28	8.52	9.48	12.76	8.29 a
Uygulama II	3.03	4.05	7.14	7.75	9.35	12.20	7.25 de
Uygulama III	4.54	5.71	8.14	8.44	9.01	11.63	7.91 bc
Uygulama IV	3.60	5.73	7.56	8.33	8.50	11.10	7.47 cd
Uygulama V	2.76	6.19	6.66	7.33	8.17	10.04	6.86 e
Uygulama VI	3.36	5.76	7.82	8.00	8.52	11.34	7.47 cd
Uygulama VII	4.11	6.40	8.63	9.53	10.63	12.97	8.71 a
Ortalama	3.58 e	5.85 d	7.75 c	8.27 c	9.09 b	11.72 a	

LSD_{0.05} Uygulama:0.57, LSD_{0.05} MS:0.53, LSD_{0.05} Uygulama*MS: Ö.D.

Muhafaza edilen ‘Kütdiken’ limonunda çürük meyveye muhafazanın ilk ayında rastlanmaya başlanmış olup ilerleyen muhafaza süresince tüm uygulamalarda çürük meyve miktarında artış olduğu saptanmıştır. En fazla çürüme oranı %56.67 ile açıkta bırakılan Uygulama I (Kontrol) meyvelerinde görülmüştür. Bunu sırasıyla

%40.00 ile Uygulama II ve %22.78 ile Uygulama III takip etmiştir. Muhafaza süresince en az çürüme oranı %5.00 ile Uygulama IV ve %5.56 ile Uygulama V meyvelerinde belirlenmiştir. Çürüme değerleri istatistiksel olarak uygulamalar, muhafaza süresi ve uygulama*MS önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 2).

Çizelge 2. ‘Kütdiken’ limon çeşidinde muhafaza süresince görülen çürüme oranı (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)						Ortalama
	1	2	3	4	5	6	
Uygulama I	13.33 h-k	30.00 e-g	56.67 cd	76.67 ab	80.00 ab	83.33 a	56.67 a
Uygulama II	10.00 h-k	23.33 f-h	23.33 f-h	56.67 cd	60.00 c	66.67 bc	40.00 b
Uygulama III	3.33 jk	16.67 g-j	16.67 g-j	23.33 f-h	33.33 ef	43.33 de	22.78 c
Uygulama IV	0.00 k	0.00 k	3.33 jk	3.33 h-k	10.00 h-k	13.33 h-k	5.00 d
Uygulama V	0.00 k	3.33 jk	6.67 i-k	6.67 i-k	6.67 i-k	10.00 h-k	5.56 d
Uygulama VI	3.33 jk	6.67 i-k	10.00 h-k	10.00 h-k	13.33 h-k	16.67 g-j	10.00 d
Uygulama VII	0.00 k	3.33 jk	3.33 jk	10.00 h-k	10.00 h-k	20.00 f-i	7.78 d
Ortalama	4.29 d	11.90 c	17.14 c	26.67 b	30.48 b	36.19 a	

LSD_{0.05} Uygulama:5.88, LSD_{0.05}MS:5.44, LSD_{0.05}Uygulama*MS:14.39.

‘Kütdiken’ limonlarına mumlama yapıldığında çürüme muhafaza süresince çok düşük değerde bulunmuştur (Dündar ve ark., 1991a). ‘İnterdonato’ limon çeşidinde muhafaza süresinin son günlerinde çürük meyve miktarının arttığı bulunmuştur (Dündar ve ark., 1991b). Bir başka çalışmada bazı limon çeşitlerinde TBZ uygulamasıyla çürümenin azaldığı bildirilmiştir (Görmek ve ark., 1993). Muhafaza süresince ‘Kütdiken’ limon meyvelerinde bazı fizyolojik bozulmaların olduğu görülmüştür. ‘İtalyan’ ve ‘Santa Terasa’ limon çeşitlerinde 10°C’de 8 ay muhafaza süresince çürümelerin 8. ayda olduğu saptanmıştır (Gürgen ve Pekmezci, 1984; Dündar ve Kaşka, 1994). Doğal depoda ve makinalı soğutmalı depoda muhafaza edilen 2,4-D uygulanmış ve difenilli kâğıtlara sarılmış ‘Kütdiken’ ve ‘İtalyan’ limon çeşitlerinde muhafaza süresince çürümenin arttığı ve 2,4-D nin etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Dündar ve Kaşka, 1995; Dündar, 1996). Değişik konsantrasyonlarda 1-Metilsiklopropan uygulamasının farklı sıcaklıklarda depolanan ‘Valencia Late’ portakallarında (*Citrus cinensis* L. Osbeck) çürüklük gelişimi depolama süresinin uzamasıyla kararlı bir artış göstermiş olduğu ifade edilmiştir (Türk ve ark., 2009). Derim öncesi bazı büyüme düzenleyici madde uygulamalarında ‘Satsuma’ mandarininde GA₃ uygulaması ağaçta depolama süresince meyvelerin puflaşmasını önemli derece geciktirmiş ve aynı zamanda meyve kabuğunun

yaşlanmasını geciktirdiği ve meyvenin daha uzun süre dayanıklı, dirençli kalmasını sağladığı saptanmıştır (Şen ve ark. 2009). Uzun yıllar süren ve pek çok açıdan irdelemeye yönelik araştırma çalışmalarına rağmen, çöküntü (rumple) zararının sebebi üzerine halen bilgi eksikliği bulunmaktadır. Limonlarda önemli problemlerden biri olan çöküntüye bu çalışmada rastlanmamıştır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda, çöküntü zararı çerçevesinde detaylı bir verim ve pomolojik veri bulunmadığı, ulusal ve uluslararası literatür incelendiğinde görülmektedir (Kafa ve ark., 2014).

Meyve kabuk renkleri h° göre değerlendirildiğinde, en yüksek h° değeri 92.55° ile Uygulama V’de, en düşük değer ise 89.94° ile Uygulama I’de saptanmıştır. Başlangıçta h° değeri 95.25° iken 6. ayda ise 87.56° h° düşmüş olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre uygulamalar ve muhafaza süresi arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Uygulamalar farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 3).

Limon meyvelerinin kabuk renginde her zaman yeşilden sarıya doğru bir değişim vardır. Renk değişimi klorofilin parçalanmasından kaynaklanır. Sarı renk klorofilin parçalanmasıyla gittikçe daha belirgin olmaktadır. De Lucena ve ark (2012) yaptığı araştırma sonuçlarına göre, balmumu Garcitrus’un %3 ve %5 oranında kullanılmasının, yeşil kabuk

despigmentasyonunun geciktirilmesinde yüksek etkisi olduğu bildirmişlerdir. Bütün meyvelerde kabuk alt yüzeyindeki renk başlangıçta yeşildir

ve genelde yeşilden sarıya bazende hafif turuncuya döndüğü ifade edilmiştir (Çandır ve Özdemir, 2017).

Çizelge 3. 'Kütdiken' limon çeşidinde muhafaza süresince saptanan ortalama h° değerleri

Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)							Ortalama
	0	1	2	3	4	5	6	
Uygulama I	95.15	91.37	92.46	91.36	88.76	86.21	84.27	89.94 d
Uygulama II	95.60	94.68	93.83	93.83	92.48	91.37	88.70	92.93 a
Uygulama III	96.78	93.46	92.52	91.91	91.03	89.77	85.05	91.50 bc
Uygulama IV	94.46	91.28	92.42	92.11	90.68	89.88	89.61	91.49 bc
Uygulama V	95.39	92.93	93.13	92.43	91.98	91.55	90.46	92.55 ab
Uygulama VI	95.25	93.60	92.54	91.91	90.97	90.22	87.77	91.75 b
Uygulama VII	94.12	92.71	91.59	90.53	89.85	87.96	87.09	90.55 cd
Ortalama	95.25 a	92.86 b	92.64 b	92.01 b	90.82 c	89.56 d	87.56 e	

LSD_{0.05} Uygulama:1.09, LSD_{0.05} MS:1.09, LSD_{0.05} Uygulama*MS: Ö.D.

'Kütdiken' limon meyvelerinde muhafaza süresince meyve suyu (usare) miktarında tüm uygulamalarda genel olarak artan değer aldığı bulunmuştur (Çizelge 4). En yüksek usare değeri %46.97 ile Uygulama VI meyvelerinde belirlenmiştir. Diğer uygulamalarda ise birbirine yakın değerlerde olup en az usare miktarı %44.26 ile Uygulama III meyvelerinde saptanmıştır. Usare miktarında istatistiksel olarak farklılıklar muhafaza süresinde önemli bulunmuştur (P<0.05).

Yüksek usare miktarı limonların derim sonrası pazarlanmasında aranan önemli bir kriterdir. Muhafaza sırasında limonların usare miktarında artışlar olabilmektedir. 'İtalyan', 'Santa Terasa' ve 'Kütdiken' limon çeşitlerinde muhafaza süresince usare miktarı başlangıç değerine göre arttığı bildirilmiştir (Gürgeç ve Pekmezci, 1984; Dündar ve Kaşka, 1994; Dündar ve Kaşka, 1995; Dündar, 1996). 'Kütdiken' limonlarına mumlama yapıldığında usare miktarı kontrole göre daha az

olmakla beraber muhafaza süresince arttığı bulunmuştur (Dündar ve ark., 1991a). Bir başka çalışmada 6 ay boyunca depo edilen bazı limon çeşitlerinde usare miktarının arttığı bildirilmiştir (Görmek ve ark., 1993). Aksine Dündar ve ark. (1991b) 'İnterdonato' limon çeşidinde muhafaza süresince usare miktarının azaldığını ifade etmiştir. Usare miktarındaki bu artışın meyve kabuğundaki su kaybına bağlı olduğu düşünülmektedir. Muhafaza süresi uzadıkça meyve suyu usaresinde kontrol meyvelerinde fazla değişmezken, diğer uygulamalarda biraz artışın olduğu belirlenmiştir (Özdemir ve Kahraman, 2004). 'Kütdiken' limon çeşidinde usare miktarının farklı muhafaza koşullarında depo süresine bağlı olarak arttığı bildirilmiştir (Özkaya ve ark., 2005). Farklı derecede sıcak su uygulanmış 'Robinson' mandarin çeşidinde usare miktarının muhafaza süresince tüm uygulamalarda artan değer aldığı bulunmuştur (Mutlu ve ark., 2010).

Çizelge 4. 'Kütdiken' limon çeşidinde muhafaza sırasında saptanan usare miktarları

Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)							Ortalama
	0	1	2	3	4	5	6	
Uygulama I	41.07	42.98	42.50	45.94	47.38	51.36	48.51	45.68
Uygulama II	40.76	41.79	43.14	44.86	44.27	47.98	54.55	45.33
Uygulama III	38.74	39.83	41.63	41.51	42.89	49.19	56.00	44.26
Uygulama IV	43.04	42.73	42.76	46.97	42.56	53.97	52.51	46.36
Uygulama V	40.96	41.70	42.70	47.65	48.51	52.88	50.07	46.35
Uygulama VI	43.99	43.44	45.52	45.39	46.74	48.62	55.08	46.97
Uygulama VII	41.95	43.05	42.99	43.87	47.70	47.36	51.68	45.51
Ortalama	41.50 d	42.21 d	43.04 d	45.17 c	45.72 c	50.19 b	52.63 a	

LSD_{0.05} Uygulama:Ö.D., LSD_{0.05} MS: 1.99, LSD_{0.05} Uygulama*MS:Ö.D.

Muhafaza boyunca ‘Kütdiken’ limon meyvelerinde TEA miktarı başlangıç değerine (%6.94) göre tüm uygulamalarda azaldığı (%5.51) saptanmıştır (Çizelge 5). TEA miktarı en düşük %6.11 ile Uygulama III meyvelerinde

saptanmıştır. En yüksek TEA miktarı %6.40 ile Uygulama V meyvelerinde belirlenmiştir. TEA miktarında uygulama ve uygulama*MS istatistiksel olarak farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 5. ‘Kütdiken’ limon çeşidinde muhafaza süresi boyunca titre edilebilir asit miktarı (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)							Ortalama
	0	1	2	3	4	5	6	
Uygulama I	6.94 ab	6.78 ab	6.00 e-i	6.45 a-f	5.98 e-i	5.74 h-j	5.15 j	6.35
Uygulama II	6.94 ab	6.89 ab	5.98 f-i	6.45 a-f	5.83 g-i	5.83 g-i	5.74 h-j	6.24
Uygulama III	6.94 ab	6.63 a-d	6.18 c-h	6.12 d-h	6.48 a-f	5.62 h-j	5.18 h-j	6.11
Uygulama IV	6.94 ab	6.74 a-c	6.11 d-h	6.44 a-f	6.11 d-h	6.36 b-g	5.60 h-j	6.33
Uygulama V	6.94 ab	6.94 ab	5.95 f-i	6.78 ab	5.95 f-i	6.57 a-e	5.66 h-j	6.40
Uygulama VI	6.94 ab	6.60 a-d	5.89 f-i	6.85 ab	5.74 h-j	5.50 ij	5.69 h-j	6.17
Uygulama VII	6.94 ab	6.98 a	6.93 ab	6.12 d-h	6.00 e-i	5.74 h-j	5.91 f-i	6.37
Ortalama	6.94 a	6.74 a	6.74 c	6.14 b	6.00 c	5.91 d	5.51 e	

LSD_{0.05} Uygulama: Ö.D., LSD_{0.05} MS: 0.22, LSD_{0.05} Uygulama*MS: 0.59.

Farklı uygulamalar sonrasında depolanan ‘Marsh Seedless’, ‘Star Ruby’ ve ‘Rio Red’ altıtopu, ‘Minneola tanjelo’ ve ‘Robinson’ mandarin, ‘Kütdiken’ limon ve ‘Valencia’ portakal meyvelerinde muhafaza süresi uzadıkça ortalama TEA miktarında başlangıca göre azalmaların olduğu saptanmıştır (Özdemir ve Kahraman, 2004; Özkaya ve ark., 2005; Özkaya, 2007; Mutlu ve ark., 2010). ‘Valencia Late’ portakalı, ‘İtalyan’, ‘Santa Terasa’ ve ‘Kütdiken’ limon çeşitlerinde başlangıca göre depolama sonunda TEA miktarında azalan eğilim gösterdiği belirtilmiştir (Gürgen ve Pekmezci, 1984; Dündar ve Kaşka, 1994; Dündar ve Kaşka, 1995; Dündar, 1996; Türk ve ark., 2009). ‘Kütdiken’ limon çeşidine mumlama yapıldığında TEA miktarı kontrole göre daha düşük seviyede olmakla beraber muhafaza süresince azaldığı ifade edilmiştir (Dündar ve ark., 1991a). Bir başka

çalışmada farklı limon çeşitlerinde muhafaza süresince TEA miktarının azalan değer aldığı bildirilmiştir (Görmek ve ark., 1993; Dündar ve ark., 1991b). TEA miktarının derim sonrası yavaş da olsa kararlı azalışı, genel bir eğilimdir ve bu gelişme yükselen pH değeri ile birlikte desteklendiği bildirilmiştir (Şen ve ark., 2009). Ancak bu çalışmada TEA miktarı genel olarak azalan değer göstermiştir.

Muhafaza süresince ‘Kütdiken’ limon meyvelerinde tüm uygulamalarda SÇKM miktarında azalan değer aldığı bulunmuştur. SÇKM miktarı en yüksek %8.45 ile Uygulama VII meyvelerinde saptanmıştır. En az SÇKM miktarı %8.08 ile Uygulama VII meyvelerinde belirlenmiştir. SÇKM miktarında uygulama, MS ve uygulama*MS istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 6).

Çizelge 6. ‘Kütdiken’ limon çeşidinde muhafaza süresince saptanan SÇKM miktarları (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (ay)							Ortalama
	0	1	2	3	4	5	6	
Uygulama I	8.60 a-g	8.60 a-g	8.53 a-h	8.30 c-j	8.00 h-l	8.25 d-j	6.67 p	8.14 bc
Uygulama II	8.60 a-g	9.00 a	8.60 a-g	8.20 e-j	8.10 f-l	8.13 f-k	7.13 op	8.25 a-c
Uygulama III	8.60 a-g	8.80 a-d	8.80 a-d	8.60 a-g	8.80 a-d	7.13 op	7.40 m-o	8.30 ab
Uygulama IV	8.87 a-c	8.93 ab	8.87 a-c	8.60 a-g	8.20 e-j	7.53 l-o	7.80 i-m	8.40 a
Uygulama V	8.67 a-f	8.73 a-e	8.27 d-j	8.33 c-i	8.40 b-h	7.13 op	7.60 k-o	8.16 bc
Uygulama VI	8.80 a-d	8.67 a-f	8.30 c-j	8.03 g-l	8.00 h-l	7.20 n-p	7.53 l-o	8.08 c
Uygulama VII	8.67 a-f	8.80 a-d	9.07 a	8.73 a-e	8.60 a-g	7.53 l-o	7.73 j-n	8.45 a
Ortalama	8.69 a	8.79 a	8.63 a	8.40 b	8.30 b	7.56 c	7.41 c	

LSD_{0.05} Uygulama: 0.22, LSD_{0.05} MS: 0.22, LSD_{0.05} Uygulama*MS: 0.59.

Turunçgil meyvelerinde derim sonrası dönemde SÇKM miktarındaki değişimler sınırlıdır.

Genelde solunum sonucu kullanıldığı için bir azalış beklenir. Ancak su kaybının dolaylı

artışının etkisi de vardır. SÇKM, TEA'e göre daha stabil maddelerdir. SÇKM oranının başlangıca göre artması bu konuda yapılmış birçok çalışma ile paralellik göstermektedir (Özdemir ve Kahraman, 2004; Mutlu ve ark., 2010). 'Kütdiken', 'İtalyan', 'Santa Terasa' ve bazı limon çeşitlerinde yapılan çalışmalarda SÇKM miktarında muhafaza sürecinde başlangıç değerine göre azalan değer olduğu ve muhafaza süresince SÇKM miktarının azaldığı bildirilmiştir (Gürgen ve Pekmezci, 1984; Dündar ve ark., 1991a,b; Görmek ve ark., 1993; Dündar ve Kaşka, 1994; Dündar ve Kaşka, 1995; Dündar, 1996; Özkaya ve ark., 2005). 'Valencia Late' portakal çeşidinde başlangıca göre depolama sonunda SÇKM miktarındaki değişimler belirgin olmadığı bildirilmiştir (Türk ve ark., 2009).

Sonuç

'Kütdiken' limon meyvelerinde muhafaza süresince ağırlık kaybı tüm uygulamalarda genel olarak artmıştır. Muhafaza edilen 'Kütdiken' limon meyvelerinde en fazla çürüme oranı açıkta bırakılan Kontrol meyvelerinde görülmüştür. Meyve kabuk renginde en yüksek h^o değeri Uygulama V'te (İmazalil + Scholar + Propicanazole + Kağıt Sarma), en düşük değer ise Uygulama I'de (kontrol) saptanmıştır. 'Kütdiken' limon meyvelerinde muhafaza süresince meyve suyu miktarında tüm uygulamalarda zamana bağlı olarak artan değer aldığı bulunmuştur. 'Kütdiken' limon meyvelerinde TEA miktarı muhafaza süresince başlangıç değerine göre tüm uygulamalarda azaldığı saptanmıştır. Muhafaza süresince 'Kütdiken' limon meyvelerinde tüm uygulamalarda SÇKM miktarında azalan değer aldığı bulunmuştur. 6 ay muhafaza süresince yapılan analizler ve gözlemler sonucunda 'Kütdiken' limon meyvelerine fungal hastalıklara karşı direnci arttıran ve kaliteyi mümkün olan en iyi şekilde koruyan kimyasal kombinasyonlar sırasıyla İmazalil + Scholar + Propicanazole + Kağıt Sarma (Uygulama V), Propicanazole + İmazalil +Kağıt Sarma (Uygulama VII) ve İmazalil +Scholar +Kağıt Sarma (Uygulama IV) olarak belirlenmiştir. 'Kütdiken' Limon meyvelerini en az kayıpla muhafaza edebilmek ve uzun bir dönem görsel-işsel kalitesini sağlamak için İmazalil + Scholar + Propicanazole

+ Kağıt Sarma (Uygulama V) uygulaması 4 ay ve üzerindeki muhafaza sürelerinde önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje No: FBA-2018-9873) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Aptekmann, N.P., Cesar, T.B., 2013. Long-term orange juice consumption is associated with low LDL-cholesterol and apolipoprotein B in normal and moderately hypercholesterolemic subjects. *Lipids Health Disease*, 12, 119.
- Bautista-Baños, S, Sivakumar, D, Bello-Perez, A, Villanueva-Arce, R and Hernandez-Lopez, M 2013, A review of the management alternative for controlling fungi on papaya fruit during the postharvest supply chain, *Crop Protection*, 49: 8-20.
- Benavente-García, O., Castillo, J., 2008. Update on uses and properties of citrus flavonoids: new findings in anticancer, cardiovascular, and anti-inflammatory activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 6185–6205.
- Blachinsky, D., Antonov, J., Bercovitz, A., Elad, B., Feldman, K., Husid, A., Lazare, M., Marcov, N., Shamai, I., Keren-Zur, M., Droby, S., 2007. Commercial applications of "Shemer" for the control of pre- and postharvest diseases. *IOBCWPRS Bull.* 30, 75–78.
- Çandır, E., Özdemir, A.E., 2017. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası Ve Pazara Hazırlanması. Bölüm 8, Derim, 131-184.
- Droby, S., Wisniewski, M.E., Macarasin, D. and Wilson, C., 2009. Twenty years of postharvest biocontrol research: Is it time for a new paradigm? *Postharvest Biol Technol* 52, 137–145.
- Dündar, Ö., Yatçı, T., 2001. Mandarin, Portakal ve Altıntop Meyvelerinde Meyve Suyu Asitliğini Düşürme Üzerine Arsenilik Asidin Etkileri. *Bahçe* 30 (1-2):1-8.
- Dündar, Ö., 1996. Limonlarda 2,4-D Uygulamasının Muhafazaya Etkisi. II. İtalyan. Dördüncü Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi. 10-12 Nisan 1996, Adana. *Bildiriler Kitabı*, 270-275.

- Dündar, Ö., Kaşka, N., Pekmezci, M., 1991a. Mumlamının 'Kütdiken' Limonunun Muhafazası Üzerine Etkisi. *Derim* 8(4):146-152.
- Dündar, Ö., Kaşka, N., 1995. Limonlarda 2,4-D Uygulamasının Muhafazaya Etkisi. I. 'Kütdiken'. II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi 3-6 Ekim 1995. Cilt 1, 571-575, Adana.
- Dündar, Ö., Kaşka, N., Görmek, U., 1991b. 'Interdonato' Limonunun Muhafazası Üzerinde Bir Araştırma. *Derim*, 8(3):108-113.
- Dündar, Ö., Kaşka, N., 1994. 'Santa Terasa' Limonunun Muhafazası. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi 25. Kuruluş Yılı Özel Sayısı:21-36, 1994.
- Gil-Izquierdo, A., Riquelme, M.T., Porras, I., Ferreres, F., 2004. Effect of the rootstock and interstock grafted in lemon tree (*Citrus limon* (L.) Burm.) on the flavonoid content of lemon juice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(2), 324-331.
- Gironés-Vilaplana, A., Moreno, D., García-Viguera, C., 2014. Phytochemistry and biological activity of Spanish Citrus fruits. *Food & Function*, 5, 764-772.
- González-Molina, E., Domínguez-Perles, R., Moreno, D.A., García-Viguera, C., 2010. Review: Natural bioactive compounds of *Citrus limon* for food and health. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 51: 327-345.
- González-Molina, E., Moreno, D.A., García-Viguera, C., 2008. Genotype and harvest time influence the phytochemical quality of Fino lemon juice (*Citrus limon* (L.) Burm. F.) for industrial use. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(5), 1669- 1675.
- González-Molina, E., Moreno, D.A., García-Viguera, C., 2009. A new drink rich in healthy bioactives combining lemon and pomegranate juices. *Food Chemistry*, 115(4), 1364-1372.
- Görmek, U., Kaşka, N., Dündar, Ö., 1993. Investigations on the Storage of Eureka and Lisbon Lemons Grown in Adana/Türkiye. *Doğa TUR Tar. ve Orm.Dergisi* 17 (1993), 551-558.
- Gürgen, Ö., Pekmezci, M., 1984. 'İtalyan' Limonunun Muhafazası Üzerine Değişik Depo Koşullarının Etkisi. *Türkiye'de Bahçe Ürünlerinin Depolanması, Pazara Hazırlanması ve Taşınması Simpozyumu*. TÜBİTAK Yayınları No:587, TOAG Seri No:118, 130-139.
- Janisiewicz, W., Jeffers, S., 1997. Efficacy of commercial formulation of two biofungicides for control of blue mold and gray mold of apples in cold storage. *Crop Protection* 16, 629-633.
- Kafa, G., Yeşiloğlu, T., Aydın, A., Uysal, O., 2014. 'Kütdiken' Limonlarında Çöküntü (Rumple) Görülen ve Görülmeyen Ağaçlarda Verim ve Pomolojik Özellikler Bakımından Farklılıkların Belirlenmesi. *Alatarım* 13 (1): 1-10.
- Khan, M.K., Zill-E-Huma, Dangles, E., 2014. A comprehensive review on flavanones, the major citrus polyphenols. *Journal of Food Composition and Analysis*, 33, 85-104.
- Lee, C.Y., 2013. Challenges in providing credible scientific evidence of health enefits of dietary polyphenols. *Journal of Functional Foods*, 5, 524-526.
- Liu, Y., Heying, E., Tanumihardjo, A., 2012. History, global distribution, and nutritional importance of Citrus fruits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11, 530-545.
- Lorente, J., Vegara, S., Martí, N., Ibarz, A., Coll, L., Hernández, J., Valero, M., Saura, D., 2014. Chemical guide parameters for Spanish lemon (*Citrus limon* (L.) Burm.) juices. *Food Chemistry* 162; 186-191.
- Lv, X., Zhao, S., Ning Z., Zeng, H., Shu, Y., Tao, O., 2015. Citrus fruits as a treasure trove of active natural metabolites that potentially provides benefits for human health. *Chemistry Central Journal*, 9(68), 1-14.
- Mutlu, C., Dündar, Ö., Özkaya, O., 2010. Effects of Hot Water Treatments on Storage of 'Robinson' Mandarins Proceedings of the Sixth International Postharvest Symposium. *Acta Horticulturae* 677, ISHS, 1539-1543.
- Özdemir, A.E., Dündar, Ö., 2006. The Effects of Fungicide and Hot Water Treatments on The Internal Quality Parameters of 'Valencia' Oranges. *Asian Journal of Plant Science* 5 (1):142-146.
- Özdemir, A.E., Kahraman, V., 2004. Bazı Uygulamaların 'Valencia' Portakallarının Muhafazasına Etkileri. *Derim Dergisi*, 21 (2): 19-26.

- Özkaya, O., 2007. Bazı Turunçgil Tür ve Çeşitlerinde Sıcak Su ve Kimyasal Uygulamalarının Muhafazaya Etkilerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enst., Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, (Doktora Tezi) 175s.
- Özkaya, O., Dündar Ö., Tuzcu Ö., 2005. Effects of 'Tuzcu' Sour Orange Clone Rootstocks Selected from East Mediterranean Region on Storage of 'Kutdiken' Lemons. Proceedings of the Fifth International Postharvest Symposium. Acta Horticulturae 682, ISHS, V:2, 1137-1144.
- Palou, L., Smilanick, J.L., Usall, J., Viñas, I., 2001. Control of postharvest decay blue and green molds of oranges by hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate. Plant Disease 85: 371-376
- Smilanick, J.L., Margosan, D.A., Mlikota, F., Usall, J., Michael, I.F., 1999. Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and the influence of commercial practices on their efficacy. Plant Dis. 83, 139-145.
- Smilanick, J.L., Michael, I.F., Mansour, M.F., Mackey, B.E., Margosan, D.A., Flores, D., Weist, C.F., 1997. Improved control of green mold of citrus with imazalil in warm water compared with its use in wax. Plant Dis. 81, 1299-1304.
- Stinco, C.M., Baroni, M.V., Naranjo, R.D.D.P., Wunderlin, D.A., Heredia, F.J., MeléndezMartínez, A.J., Vicario, I.M., 2015. Hydrophilic antioxidant compounds in orange juice from different cultivars: Composition and antioxidant activity evaluated by chemical and cellular based (*Saccharomyces cerevisiae*) assays. Journal of Food Composition and Analysis, 37, 1-10.
- Şen F., Kınay, P., Karaçalı, İ., Yıldız, M., 2009. Bazı Büyüme Düzenleyicilerin 'Satsuma' Mandarininin Ağaçta Depolama Sürecinde Meyve Dökümü ve Kalitesine Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 46 (2):93-100. ISSN 1018-8851.
- Teixidó, N., Garrabou, J., Harmelin, J.G., 2011. Low dynamics, high longevity and persistence of sessile structural species dwelling on Mediterranean coralligenous outcrops. PLoS ONE 6(8): e23744.
- Türk, E.F., Can, H.Z., Şen, F., 2009. 'Valencia Late' Portakalında 1-Metilsiklopropen (1-MCP) Uygulamalarının Hasat Sonrası Kalite Özelliklerine Etkisi. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 26(1): ISSN 1300-3496.

‘Kütdiken’ Limon Çeşidinin Doğal Soğutmalı Depoda Muhafazasına Bazı Uygulama ve Paketlemelerin Etkileri

Zafer KARAŞAHİN¹ 

Ahmet Erhan ÖZDEMİR² 

¹Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Erdemli / Mersin Türkiye

²Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Antakya / Hatay Türkiye

Öz

Bu çalışmanın amacı, ‘Kütdiken’ limon çeşidinin doğal soğutmalı depoda muhafazası ve raf ömrü özelliklerine dökme ve hutbak kağıtlara sarılı olarak fungusitli ve fungusitsiz paketlemenin etkilerini belirlemektir. 2019 ve 2020 yıllarında yürütülen çalışmada, derimi yapılan limon meyveleri, fungusitli dökme, fungusitli sarılı, fungusitsiz dökme ve fungusitsiz sarılı uygulamalardan sonra Mersin ili Erdemli ilçesi Küçükfindık yaylasında bir üreticiye ait doğal soğutmalı depoda aralık ayı başından ağustos ayına kadar muhafazaya alınmıştır. Muhafazaya alınan limon meyvelerinin raf ömrünü belirlemek için meyveler 20 °C’de %70 oransal nemde 7 gün bekletilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, muhafaza süresince, ağırlık kayıpları, fungal bozulma, fizyolojik bozulma, meyve kabuk rengi L* değeri, usare miktarı, pH değeri, suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve C vitamini miktarında artış; görünüş (1: en kötü. 5: en iyi), meyve kabuk rengi h° değeri, yeşil kapsüllü meyve oranı ve titre edilebilir asit (TA) miktarında azalma saptanmıştır. Raf ömrü süresince, ağırlık kaybı, usare miktarı, pH değeri, SÇKM ve C vitamini miktarında artış, görünüş, meyve kabuk rengi L* ve h° değerleri, yeşil kapsüllü meyve oranı ve TA miktarında azalma saptanmıştır. Raf ömrü süresince meyvelerde fungal ve fizyolojik bozulmaya rastlanmamıştır. Sonuç olarak, ‘Kütdiken’ limon çeşidi meyvelerinin doğal soğutmalı depolarda tüm uygulamalarda kalitelerini koruyarak 4 ay süreyle başarılı olarak depolanabileceği belirlenmiştir. Bununla birlikte, fiyatların çok iyi olduğu dönemlerde 5. aya kadar da depolamaya devam edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Limon, ‘Kütdiken’, doğal depo, muhafaza, raf ömrü, kalite.

The Effects of Some Treatments and Packaging on the Storage of ‘Kütdiken’ Lemon Variety in Common Storage

Abstract

The aim of this study is to determine the effects of packaging with and without fungicide, within bulk or hutbak papers on the storage and shelf-life characteristics of the ‘Kütdiken’ lemon variety in common storage. Lemon fruits harvested in the 2019 and 2020 harvest years and were stored, after fungicide bulk, fungicide wrapped, fungicide-free bulk and fungicide-free wrapped applications, in a natural storage belonging to a producer in the Küçükfindık plateau of Erdemli district of Mersin province, from the beginning of December to August. In order to determine the shelf life lemons were kept at 20 °C at 70% relative humidity conditions for 7 days. According to the results of the research, during storage, weight loss, fungal and physiological disorder, fruit skin color L* value, juice amount, pH value, total soluble solids (TSS) and vitamin C contents increased, appearance value (1: worst. 5: best), fruit skin color h° value, green bottom fruit ratio and titratable acid (TA) amount decreased. During the shelf life, weight loss, pH value, SS, vitamin C amount increased, appearance value, fruit skin color L* and h° values, green capsule fruit rate, juice amount, TA content decreased. Fungal or physiological disorders was not detected during shelf life. As a result, it was determined that ‘Kütdiken’ lemon variety fruits can be stored successfully for 4 months in common storage while preserving their quality all treatments. However, in periods when prices are very good, storage can continue for up to 5 months.

Keywords: Lemon, ‘Kütdiken’, common storage, storage, shelf life, quality

Sorumlu Yazar/Correspondence to: A.E. Özdemir; erhan@mku.edu.tr

Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Zafer KARAŞAHİN  <https://orcid.org/0000-0002-5960-6694>

Ahmet Erhan ÖZDEMİR  <https://orcid.org/0000-0001-7114-5715>

Giriş

Turunçgiller, üretim ve ihracatı her geçen yıl artan, içerdiği yüksek miktardaki C vitamini ve antioksidanlar nedeniyle sağlık açısından faydalı olan önemli bir meyve grubudur. 2022 yılı verilerine göre dünyada 9.048.421 hektar alanda 151.881.227 ton turunçgil üretimi gerçekleşmiştir. Dünya turunçgil üretiminde Çin (42.338.548 ton) birinci sırada yer alırken,

Brezilya (19.732.041 ton), Hindistan (14.849.254 ton) ve Meksika (8.956.313 ton) önemli turunçgil üreten diğer ülkelerdir. Türkiye’de turunçgil üretimi 1.776.618 dekar alanda 4.708.000 ton olarak gerçekleşirken bu üretimin 1.323.000 tonunu limon oluşturmaktadır (FAO, 2024). 2023 yılı verilerine göre ise Türkiye turunçgil üretimi 7.877.982 ton olup, bu üretimin ve 2.325.726 tonu limon üretimidir (TÜİK, 2024). 2022 yılında Türkiye yaş meyve ve sebze dış satımı 4.969.058

ton olup, bunun 599.293 tonunu limon oluşturmuştur. 2023 yılında ise yaş meyve ve sebze dış satımı 4.670.597 ton olup, bunun 659.436 tonunu limon oluşturmuştur (AKİB, 2024).

Türkiye, dünya turuncgil üretim alanının içerisinde kuzey sınırında yer almaktadır. Limonun turunc X ağaç kavunu melezi bir tür olduğu bildirilmiştir (Kafa ve ark., 2010). Akdeniz bölgesinde turuncgil yetiştiriciliği önemli bir ekonomik paya sahip olup, derim ve sonrası kayıplar, hastalıklar ve depolamadaki yetersizlikler sektörü olumsuz etkilenmektedir. Palou ve ark. (2015) tarafından turuncgillerin solunum hızı ve etilen üretiminin olgunlaşma dönemlerinde önemli bir artış göstermediğini ve uzun bir depo ve raf ömrüne sahip olan bu meyveler için derim sonrası en önemli kayıpların ağırlık kayıpları ve fizyolojik bozulmaların olduğu belirtilmiştir. Turuncgil meyvelerinin derimden sonra muhafaza süreleri ve koşulları üzerine tür, çeşit, üretim bölgesinin ekolojisi, anaç, derim olumu ve derim ve sonrasında yapılan uygulamaların çok etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Erkan ve Pekmezci, 1998; Özdemir ve Dünder, 2006; Palou ve ark., 2015). Doğal soğutmalı depolarda depo sıcaklığı ve nem kontrol edilemediğinden, hava sıcaklığının düşük olduğu sabah saatlerinde havalandırmalar yapılmaktadır (Nural ve ark., 2016). Doğal depolarda depolama süresinin kısa tutulması gerektiği Zan ve Özdemir (2022) tarafından bildirilmiştir. Ülkemizde turuncgil meyveleri özellikle limonlar, 'yatak' adı verilen doğal muhafaza depolarında saklanmaktadır. Mersin-Erdemli bölgesinde erken derimi yapılan limon çeşitleri dışındaki limon çeşitlerinin derimi genel olarak kasım-şubat ayları arasında yapılmaktadır. Derimi yapıp kasalanan limon meyveleri, Mersin sahil şeridindeki ev altı depolarında şubat ayı ortası mart ayı başına kadar muhafazaya alınır. Havaaların ısınmaya başlaması ile birlikte esas depolamanın yapılacağı Mersin yaylalarında ve Nevşehir (Ürgüp-Ortahisar) bölgesinde bulunan volkanik tüf kayalardan meydana gelmiş doğal soğutmalı depolara taşınır ve temmuz ayı ortalarına kadar depolanır (Nural ve ark., 2016).

Bu çalışma ile 2019-2020 yıllarında fungusit uygulaması yapılmış 'Kütdiken' limon çeşidi meyveleri, dökme ve hutbak kağıtlara sarılı olarak Mersin ili Erdemli ilçesi Küçükfindık

yaylasında bir üreticiye ait doğal soğutmalı depoda aralık ayı başından ağustos ayına kadar muhafazaya alınmış, muhafaza ve raf ömrü süresince kalite değişimlerin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2019 ve 2020 yıllarında Mersin ili Erdemli ilçesi Küçükfindık yaylasında bir üreticiye ait doğal soğutmalı depoda yürütülmüştür. Materyal olarak, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünde yerli turunc üzerine aşıllı, 6 x 6 m aralıkla dikilmiş, 'Kütdiken' limon çeşidi kullanılmıştır. 'Kütdiken' limon çeşidinin kökeni İtalya olmasına karşın, Türkiye'nin en eski limon çeşidi olup, artık bir Türk çeşidi haline gelmiştir. Eureka grubu Femminello alt grubu içinde yer almaktadır. Türkiye'de üretimi ve depolanması en fazla yapılan 'Kütdiken' limonu, dünyanın en kaliteli limonu olarak gösterilmektedir. İç kalitesi, meyve suyu ve kokusu bakımından çok üstün bir çeşittir. Periyodisite göstermez (Kafa ve ark., 2010). Orta mevsim çeşidi olup, hasat dönemi kasım-şubat aylarıdır. Limon meyvelerinin, meyve usaresi yaklaşık %28-30'larda ve meyve kabuk rengi yeşilden sarıya dönmeye başladığında aynı renk, benzer irilikte olan ve yarasız, beresiz olanlarının derimi yapılmıştır. 1. grup limon meyveleri 'Fungusitli dökme': Derimden hemen sonra dozu 400 ml / 100 lt (4.000 ppm) su olan fungusit (Aktif madde: 500 g/L imazalil) konsantrasyonuna 3 dakika süreyle daldırılmış, kurutmanın ardından ambalajsız (dökme) olarak plastik kasalarda 8 ay süreyle depolanmıştır. 2. grup limon meyveleri 'Fungusitli sarılı': Derimden hemen sonra dozu 400 ml / 100 lt (4.000 ppm) su olan fungusit (Aktif madde: 500 g/L imazalil) konsantrasyonuna 3 dakika süreyle daldırılmış, kurutmanın ardından ambalajlı (hutbak kağıtlara sarılı) olarak plastik kasalara yerleştirilerek 8 ay süreyle depolanmıştır. 3. grup limon meyveleri 'Kontrol dökme': Bahçeden geldiği gibi hiçbir uygulama yapılmadan ambalajsız olarak plastik kasalarda 8 ay süreyle depolanmıştır. 4. grup limon meyveleri 'Kontrol sarılı': Bahçeden geldiği gibi hiçbir uygulama yapılmadan, ambalajlı (hutbak kağıtlara sarılı) olarak plastik kasalarda 8 ay süreyle depolanmıştır. Analizler muhafaza süresince ayda bir alınan meyve örnekleri yapılmıştır. Raf ömrü; Her analiz

döneminde meyve örneklerinde 7 gün süreyle 20 °C sıcaklık ve %70 oransal nemde bekletilmiştir.

Depolama ve raf ömründe yapılan analizler; **Ağırlık kayıpları (%)**: Her analiz döneminde meyveler teraziyle tartılarak (0.01 g'a duyarlı) ve başlangıçtaki değerlerle kıyaslanarak belirlenmiştir. **Görünüş (1–5)**: On kişilik bir panelist grubuyla 1–5 (1: En kötü. 5: En iyi) değerlendirmesiyle bulunmuştur. **Fungal ve fizyolojik bozulmalar (%)**: Her analiz döneminde incelenen meyvelerde fungal ve fizyolojik bozulma gösterenler saptanmıştır. **Meyve kabuk rengi**: Her analiz döneminde L* ve h° değerleri C.I.E. L*a*b* skalasına göre Minolta CR-300 Chromometer renk ölçüm cihazı (McGuire, 1992) ile belirlenmiştir. **Yeşil kapsüllü meyve oranı (%)**: Analizler sırasında yeşil kapsüllü meyveler sayılarak saptanmıştır. **Usare miktarı (%)**: Meyvelerin posa ağırlığı bulunarak hesaplanmıştır. **Meyve suyu pH değeri**: Her analiz döneminde pH metre kullanılarak saptanmıştır. **Suda çözünabilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM, %)**: Her analiz döneminde el refraktometresi (Atago ATC-1E Model, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) ile saptanmıştır. **Titre edilebilir asit miktarı (TA, %)**: Potansiyometrik yöntemle belirlenmiş olup, her örnekten alınan 5 ml meyve suyu 100 ml'ye saf suyla tamamlanarak, 0.1 N'lik NaOH ile pH 8.1 oluncaya dek titrasyon yapılarak belirlenmiş ve asitlik değeri sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. **C vitamini (L-Askorbik asit) miktarı (mg/100 mL)**: Limon örneklerinden 5 ml alınarak 4000 devirde 5 dakika santrifüj edilmiş ve üstte kalan süpernant kısım analiz için kullanılmıştır. Üstte kalan süpernant kısımdan 100 µL alınıp, üzerine 400 µL %0.4'lük okzalik asit ve bunun üzerine de 4,5 mL (30 ppm) 2.6-diklorofenolindofenol çözeltisi eklenmiştir. Karışım vortekslelendikten sonra 520 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Biotek power wave HT, ABD) okunmuştur. Örnekteki askorbik asit miktarı kalibrasyon grafiği kullanılarak hesaplanmıştır (Şahin, 2013).

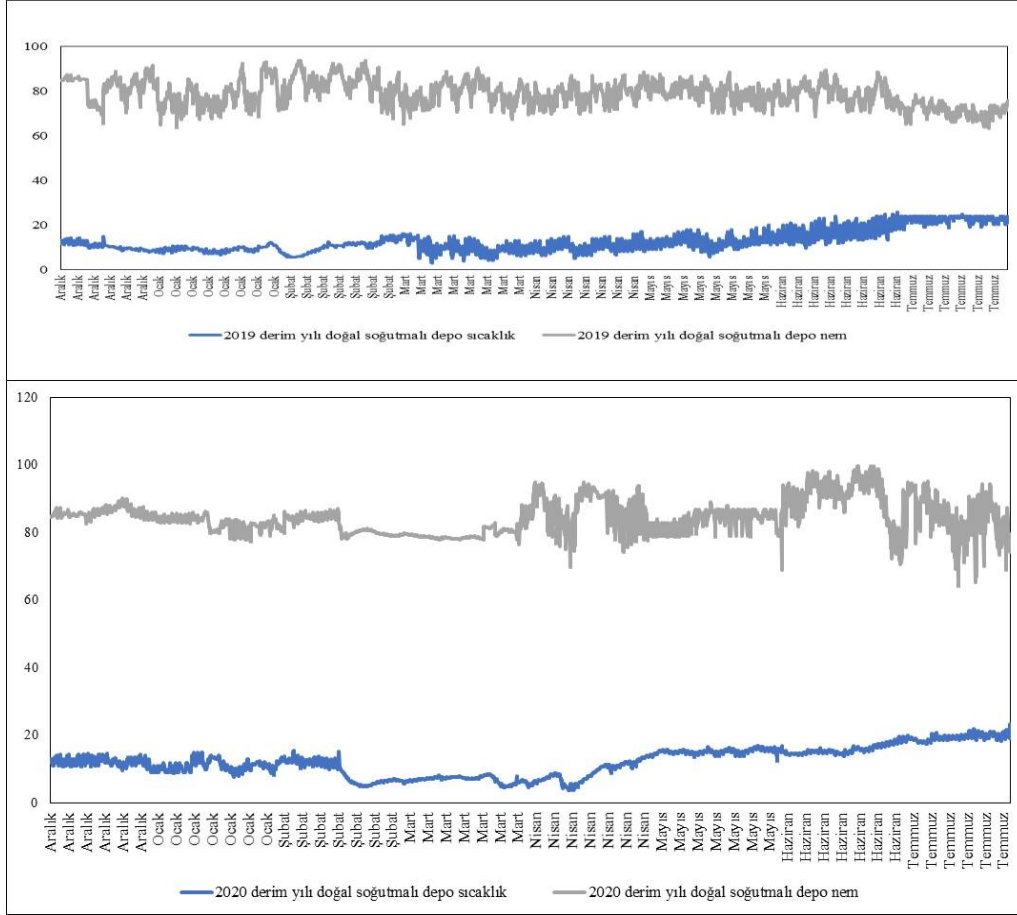
Denemede kullanılan veriler 2019 ve 2020 yıllarının ortalaması olup, deneme 3 yinelemeli ve her yinelemede 10 adet meyve olacak şekilde faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. İki yılın ortalaması alınarak Statistical Analysis Software (SAS. JMP.v8.0.2.) paket programında varyans analizi

(ANOVA) ve uygulamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde ($p<0.05$) Tukey testi ile yapılmış ve çizelgelerde verilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

2019 ve 2020 yıllarında depoda sıcaklık sırasıyla aralık ayında 10–12 °C'lerde, ocak ayında 9–11 °C'lerde, şubat ayında 9 °C civarında, mart ayında 7–11 °C'lerde, nisan ayında 9–11 °C'lerde, mayıs ayında 12–15 °C'lerde, haziran ayında 15–16 °C'lerde ve temmuz ayında 20–22 °C'lerde saptanmıştır. 2019 ve 2020 yıllarında depoda oransal nem sırasıyla aralık ayında %78–86, ocak ayında %79–83, şubat ayında %82–84, mart ayında %79–80, nisan ayında %77–87, mayıs ayında %80–85, haziran ayında %79–88 ve temmuz ayında %72–84 olmuştur (Şekil 1).

'Kütdiken' limon çeşidi meyvelerinin doğal soğutmalı depoda muhafaza süresince ağırlık kayıplarında artış olmuş ve muhafaza sonunda ortalama %26.55 olmuştur. Kontrol meyvelerindeki ağırlık kayıpları fungusit uygulanan meyvelerden daha yüksek bulunmuştur. Raf ömrü sırasında ağırlık kayıpları %4.10-6.00 arasında olmuştur. En yüksek ortalama ağırlık kaybı 3. ay + 7. günde (ortalama %6.00) olmuştur. Raf ömründe sarılı olan meyvelerde (%5.34–5.36) ağırlık kayıpları dökme (%4.76–4.77) olanlardan daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). Gürgen ve Pekmezci (1984) doğal soğutmalı depolarda muhafaza süresi ve sıcaklık arttıkça ağırlık kayıplarının da arttığını bildirmişlerdir. Pekmezci (1981) tarafından 'Kütdiken' limon çeşidi meyvelerinde doğal soğutmalı depoda 9 aylık muhafaza sonunda uygulamalara bağlı olarak ağırlık kayıplarının %12.61 ile %20–25 arasında değiştiği bildirilmiştir. Canan ve ark. (2015) da 'Kütdiken' limon çeşidinin Mersin ili yaylalarındaki doğal soğutmalı depolarda depolamanın 7. Ayı sonunda uygulamalara bağlı olarak ağırlık kayıpları %4.76-12.02 arasında bulmuşlardır. Çıldır (2019) tarafından yapılan çalışmada ise 'Kütdiken' limon çeşidinin 6 ay süreyle soğukta muhafazasında kontrol meyvelerinde ağırlık kayıpları %16.11 ve fungusit (imazalil) sarılı uygulamasında %14.00 olmuştur. Bulgularımıza göre doğal soğutmalı depolamanın 6. ayında ağırlık kayıpları ortalama %20.13 ve fungusitli sarılı uygulamamızda %13.26 olmuştur (Çizelge 1).



Şekil 1. 2019 ve 2020 yıllarında muhafaza süresince doğal soğutmalı depo sıcaklık (°C) nem değişimleri (%)

Doğal soğutmalı depoda ve raf ömrü sırasında görünüş (1–5) değerleri ilk üç ay tam puan (5.00) alırken, 7. aydan itibaren kabul edilebilir sınırın altına (≥ 3) düşmüştür. Limonların depolama ve raf ömrü sonunda ambalajların görünüşe etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Görünüş taze meyve ve sebzelerin kalite özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Limonlarda depolamanın uzamasıyla duyuusal parametrelerde azalma olduğunu bildirilmiştir (Atan, 2019). Nural (2019) tarafından yapılan bir çalışmada bulgularımızdan farklı olarak, ‘Owari satsuma’ mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanmasında (3 ay) görünüş skorları ambalajlı meyvelerde ambalajsız meyvelerden daha yüksek olmuştur. Nasrin ve ark. (2020) raf ömründe (21 °C ve %50 oransal nem) limon meyvelerinin görünüş değerlerinin 4.20–1.90 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Doğal depolama sırasında ilk üç ay fungal bozulma görülmemiş, muhafaza süresi sonunda fungal bozulma oranı %31.27’ye ulaşmıştır (Çizelge 1). Raf ömrü sırasında ise fungal nedenli

bozulmaya rastlanmamıştır. Muhafaza sırasında fungusitli sarılı meyvelerde fungal bozulma daha düşük olmuştur (Çizelge 1). ‘Kütdiken’ limon çeşidinin doğal depoda muhafazasında fungal bozulma oranları %0.00–51.49 arasında bulunmuştur (Pekmezci, 1981). Tuzcu turunc klon anaçları üzerinde yetiştirilen hutbak kağıtlara sarılı ‘Kütdiken’ limonlarının doğal soğutmalı depoda muhafazasında fungal bozulmaların %4.50 civarında olduğu saptanmıştır (Özkaya, 2001). Canan ve ark. (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, ‘Kütdiken’ limon çeşidinin doğal soğutmalı depolarda muhafazasında bulgularımıza benzer olarak ilk 3 ay fungal bozulma görülmezken, depolamanın 7. ayında %22.22–28.89 oranlarında fungal bozulma saptanmıştır. Çıldır (2019) tarafından yapılan çalışmada, ‘Kütdiken’ limon çeşidinin soğukta muhafazasında (6 ay) kontrol meyvelerinde fungal bozulmalar %83.33 ve fungusit (imazalil) sarılı uygulamasında %46.67 olurken, bulgularımıza göre, doğal soğutmalı depolamanın 6. ayında fungal

bozulmalar ortalama %16.06 ve fungusitli sarılı uygulamamızda %8.24 olmuştur (Çizelge 1). ‘Owari satsuma’ mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanmasında raf ömründe fungal bozulmalar üzerine ambalajların etkileri (Nural, 2019) bulgularımız gibi önemsiz bulunmuştur.

Bulgularımızın aksine, Topçu (2020) ‘Kütdiken’ limonlarında raf ömründe %4.00-6.00 arasında fungal bozulma meydana geldiğini belirtmiştir. Raf ömrü sırasında limonlarda fungal bozulma oranının %6.25’e ulaştığını bildirilmiştir (Nasrin ve ark., 2020).

Çizelge 1. ‘Kütdiken’ limon çeşidi meyvelerinde doğal soğutmalı depoda ve raf ömründe ağırlık kaybı (%), görünüş (1–5), yeşil kapsüllü meyve (%), fungal ve fizyolojik bozulmalar (%), meyve kabuk rengi L* ve h° değerlerindeki değişimler

Depolama Şekli	Ağırlık Kaybı (%)	Görünüş (1–5)	Fungal Bozulma (%)	Fizyolojik Bozulma (%)	Meyve Kabuk Rengi	
					L*	h°
Muhafaza (ay)						
0	---	5.00 a	----	----	62.40 e	111.41 a
1	3.02 h ^x	5.00 a	0.00 f	0.00 d	73.57 ab	95.05 b
2	8.52 g	5.00 a	0.00 f	0.00 d	75.18 a	91.79 c
3	11.18 f	5.00 a	0.00 f	0.00 d	73.61 ab	89.89 d
4	13.71 e	4.00 b	1.88 e	0.00 d	74.57 a	89.95 d
5	16.29 d	4.00 b	7.45 d	2.29 cd	74.22 ab	89.47 de
6	20.13 c	3.00 c	16.06 c	5.07 c	72.01 b	88.79 e
7	23.58 b	2.00 d	23.25 b	25.28 b	68.07 c	86.13 f
8	26.55 a	1.00 e	31.27 a	66.22 a	64.69 d	84.37 g
D%5	0.85	0.92	1.45	2.97	2.23	0.69
Raf Ömrü (ay+gün)						
0+7	4.19 c	5.00 a	0.00	0.00	72.40 a	101.80 a
1+7	4.10 c	5.00 a	0.00	0.00	72.60 a	92.35 b
2+7	4.72 bc	5.00 a	0.00	0.00	69.69 b	89.29 c
3+7	6.00 a	5.00 a	0.00	0.00	73.59 a	89.20 c
4+7	5.74 a	4.00 b	0.00	0.00	72.00 a	89.50 c
5+7	5.34 ab	4.00 b	0.00	0.00	73.57 a	89.10 c
6+7	4.81 bc	3.00 c	0.00	0.00	68.82 b	87.18 d
7+7	4.84 bc	2.00 c	0.00	0.00	66.4 c	84.59 e
8+7	5.75 a	1.00 d	0.00	0.00	64.38 c	83.40 f
D%5	0.75	0.92	Ö.D. ^y	Ö.D	2.29	0.65
Doğal Depoda Muhafaza Paketlemeler						
Kontrol dökme	14.06 a	3.77	9.03 ab	11.57	70.44	91.50 b
Fungusitli dökme	13.52 bc	3.77	9.26 a	10.83	71.04	91.87 ab
Kontrol sarılı	13.82 ab	3.77	8.98 ab	11.06	70.98	91.91 a
Fungusitli sarılı	13.26 c	3.77	8.24 b	10.46	71.25	92.20 a
D%5	0.47	Ö.D.	0.80	Ö.D.	Ö.D.	0.46
Raf Ömrü Paketleme						
Kontrol dökme	4.76 b	3.77	0.00	0.00	69.89 ab	89.35 b
Fungusitli dökme	4.77 b	3.77	0.00	0.00	69.59 b	89.26 b
Kontrol sarılı	5.34 a	3.77	0.00	0.00	71.03 a	89.95 a
Fungusitli sarılı	5.36 a	3.77	0.00	0.00	71.06 a	89.85 a
D%5	0.41	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	1.26	0.36

^xÇoklu karşılaştırmalar, Tukey testi ile yapılmıştır. Bir sütunda ayrı harflerin (n = 3) olması, P < 0.05’te anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir. ^yÖ.D.: Önemli değil.

Doğal depolamanın ilk dört ayında fizyolojik bozulma görülmemiş, 8 aylık muhafaza süresi sonunda ortalama fizyolojik bozulma oranı %66.22'ye ulaşmıştır. Raf ömrü sırasında ise fizyolojik bozulmaya rastlanmamıştır. Muhafaza ve raf ömründe ambalajlamanın fizyolojik bozulmalara etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Fizyolojik bozulmalar ürünün doku direncini azalttığından, meyvenin iç ve dış görünüşünde, tat ve aromada bozulmalar olduğu bildirilmiştir (Karaşahin ve Özdemir, 2024). Bulgularımızdan farklı olarak, Nasrin ve ark. (2020) limonlarda hiçbir kaplama yapılmayan kontrol meyvelerinde 6 gün raf ömründe %53.13 ve 18 gün raf ömründe %100.00 fizyolojik bozulma görüldüğünü bildirmişlerdir. Doğal depolarda 'Owari satsuma' mandarin meyvelerinin depolamasından sonra raf ömründe fizyolojik bozulmaların olduğu bildirilmiştir (Zan ve Özdemir, 2022).

Meyve kabuk rengi L^* değeri 62.40 iken dalgalanmalar göstermiş, 2. ayda en yüksek değerini (75.18) almış ve 8 ay sonunda 64.69 olarak ölçülmüştür ($p<0.05$). Raf ömründe L^* değeri başlangıçta 72.40 iken, 8. ay + 7. günde 64.38'e düşmüştür ($p<0.05$). Depolama sırasında paketlemelerin L^* değerine etkileri istatistiksel olarak benzer olurken, raf ömründe fungusitli dökme paketlemesinde L^* en düşük değeri alırken, kontrol sarılı ve fungusit sarılı uygulamalarının yapıldığı meyveler en yüksek değerleri ($p<0.05$) almıştır (Çizelge 1). Meyve kabuk rengi h° değeri 111.41° ve yeşilimsi sarı iken, 8 ay sonunda azalarak 84.37° ile tam sarı olmuştur. Raf ömrü sırasında h° değeri başlangıçta ortalama 101.80° olurken, 8. ay + 7. günde 83.40° 'ye düşmüştür. Doğal depolamada kontrol dökme paketlemesinde h° değeri en düşük olurken, diğer uygulamalar en yüksek ve benzer olmuştur ($p<0.05$). Raf ömründe en yüksek h değerleri sarılı meyvelerde ($p<0.05$) görülmüştür (Çizelge 1). Çıldır (2019), 'Kütdiken' limonlarının soğukta muhafazasında, meyve kabuk rengi L^* değerinin 79.10 'dan 6 ay sonunda 71.91 'e ve h° değerinin 94.29° 'den 84.51° 'e düştüğünü saptamıştır. Doğal depolarda 'Owari satsuma' mandarinlerinin depolama ve raf ömrü sonunda meyvelerin parlaklığının azaldığı ve meyve kabuk rengi h° değerinin düştüğü bildirilmiştir (Zan ve Özdemir, 2022).

Muhafaza ve raf ömrünün ilk üç ayında yeşil kapsüllü meyve oranı ortalama %100 iken, 7.

aydan sonra yeşil kapsüllü meyveye rastlanmamıştır. Depolama ve raf ömründe paketlemelerin yeşil kapsüllü meyve oranına etkileri istatistiksel olarak önemsiz olmuştur (Çizelge 2). Pekmezci (1981), 'Kütdiken' limonlarının doğal soğutmalı depolarda muhafaza periyodunun başlangıcında %100 olan yeşil kapsüllü meyve miktarını 9 aylık muhafaza sonunda hiç yeşil kapsüllü meyve kalmadığını bildirmiştir.

Canan (2004), 'Kütdiken' limonlarının 2 yıl süreyle doğal soğutmalı depolarda 7 ay muhafazası sonunda yeşil kapsüllü meyve oranını sırasıyla %19.56 ve %0.22 olduğunu bildirmiştir. 'Owari satsuma' mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanması ve raf ömründe yeşil kapsüllü meyve oranına ambalajlamanın (Dökme ve sarılı) etkileri önemsiz bulunmuştur (Nural, 2019). Zan ve Özdemir (2022) tarafından 'Owari satsuma' mandarinlerinde doğal depolama ve raf ömründe yeşil kapsüllü meyve oranının azaldığı bildirilmiştir.

Limonlarda usare miktarı %29.73 olan başlangıç usare miktarı depolama süresince dalgalanmalar göstermiş, 8. ayın sonunda %33.94'e yükselmiştir ($p<0.05$). Başlangıç raf ömrü çalışmasında (0. ay + 7. gün) usare miktarı %37.56 olup, sonrasında artış ve azalış göstermiş ve raf ömrü sonunda ise (8. ay + 7. gün) %32.08 olmuştur ($p<0.05$). Depolama ve raf ömründe sarılı ve dökme olarak paketlemenin usare miktarına etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Pekmezci (1981), doğal soğutmalı depolarda muhafaza edilen limonların usare miktarlarının %36.00–53.00 arasında değiştiğini saptamıştır. Pekmezci ve ark. (1989) doğal depoda limon meyvelerinde usare içeriğinin %32.89–42.68 arasında olduğunu belirlemişlerdir. Canan (2004), 'Kütdiken' limonlarının 2 yıl süresince doğal depolarda usare miktarının sırasıyla %35.70–44.80 ve %37.50–51.16 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çıldır (2019) 'Kütdiken' limon çeşidinin soğukta muhafazasında, usare miktarının %36.33–54.43 arasında olduğunu belirtmiştir. Zan ve Özdemir (2022) doğal depolarda 'Owari satsuma' mandarinlerinin depolama ve raf ömründe usare miktarının başlangıca göre biraz azaldığını belirlemişlerdir. Bulgularımıza benzer olarak, 'Owari satsuma' mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanmasında usare miktarına

ambalajlamanın etkisi istatistik olarak önemsiz olmuştur (Nural, 2019).

Çizelge 2. ‘Küt diken’ limon çeşidi meyvelerinde doğal soğutmalı depoda ve raf ömründe yeşil kapsüllü meyve oranı (%), usare miktarı (%), meyve suyu pH değeri, suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit (TA) miktarları (%) ve C vitamini (mg / 100 g) miktarındaki değişimler

Depolama Şekli	Yeşil Kapsüllü Meyve (%)	Usare Miktarı (%)	pH değeri	SÇKM (%)	TA (%)	C Vitamini (mg/100 g)
Muhafaza (ay)						
0	100.00 a ^x	29.73 f	2.72 c	9.17 de	10.43 a	31.65 f
1	100.00 a	44.84 c	2.70 c	9.01 e	9.14 b	47.45 d
2	100.00 a	52.71 a	2.80 c	9.44 ce	8.85 b	51.38 c
3	100.00 a	53.63 a	2.91 b	9.72 bd	8.23 c	50.98 c
4	81.00 b	53.65 a	2.91 b	10.04 ac	7.84 d	54.83 b
5	65.47 c	52.79 a	2.98 ab	10.62 a	7.52 d	57.59 a
6	37.85 d	48.73 b	3.01 ab	10.51 a	6.68 e	58.38 a
7	0.00 e	36.93 d	3.04 a	10.30 ab	6.05 f	45.57 d
8	0.00 e	33.94 e	3.06 a	10.23 ab	5.76 f	42.29 e
D%5	1.76	1.77	0.10	0.64	0.35	2.30
Raf Ömrü (ay+gün)						
0+7	100.00 a	37.56 d	2.79 ef	9.23 d	9.98 a	35.48 f
1+7	100.00 a	49.10 bc	2.71 f	9.45 cd	9.61 b	46.55 c
2+7	100.00 a	55.28 a	2.82 de	9.70 bd	8.72 c	53.68 b
3+7	100.00 a	55.18 a	2.90 cd	9.43 cd	7.94 d	55.16 b
4+7	80.00 b	51.27 b	2.97 bc	9.98 ac	7.68 de	59.03 a
5+7	60.00 c	49.73 bc	3.00 ab	10.25 ab	7.48 e	58.27 a
6+7	40.00 d	48.00 c	3.01 ab	10.55 a	6.96 f	58.43 a
7+7	0.00 e	34.30 e	2.99 ac	10.36 ab	5.88 g	42.92 d
8+7	0.00 e	32.08 e	3.07 a	9.95 ad	5.69 g	40.44 e
D%5	3.42	2.54	0.09	0.72	0.31	1.59
Doğal Depoda Muhafaza Paketlemeler						
Kontrol dökme	64.70	45.19	2.90	9.97	7.87	48.63
Fungusitli dökme	64.99	45.53	2.91	9.85	7.86	49.02
Kontrol sarılı	64.83	44.93	2.90	9.89	7.78	48.73
Fungusitli sarılı	65.18	45.22	2.91	9.86	7.83	49.22
D%5	Ö.D. ^y	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
Raf Ömrü Paketleme						
Kontrol dökme	64.44	46.02	2.91	9.95	7.80	49.76
Fungusitli dökme	64.44	45.98	2.92	9.86	7.72	50.44
Kontrol sarılı	64.44	45.69	2.92	9.87	7.76	49.78
Fungusitli sarılı	64.44	45.64	2.92	9.84	7.81	49.99
D%5	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.

*Çoklu karşılaştırmalar, Tukey testi ile yapılmıştır. Bir sütunda ayrı harflerin (n = 3) olması, P < 0.05'te anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir. ^yÖ.D.: Önemli değil.

Muhafaza başlangıcında meyve suyu başlangıç pH değeri 2.72 iken, artışlar olmuş ve muhafaza sonunda 3.06 olmuştur (p<0.05). Başlangıç raf

ömrü çalışmasında (0. ay + 7. gün) 2.79 olan pH değeri artarak 8. ay + 7. günde 3.07'ye ulaşmıştır (p<0.05). Hem muhafaza hem de raf ömrü

süresince ambalajlamanın pH değerine etkileri istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Bulgularımıza benzer olarak, Pekmezci ve ark. (1989) doğal depolarda depolama süresi uzadıkça, tüm muhafaza ortamlarının meyve suyu pH değerinde artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Atan (2019), pH değerinin muhafaza sırasında arttığını saptanmıştır. Nasrin ve ark. (2020)'da raf ömründe meyve suyu pH değerinin arttığını bildirmiştir. Doğal depolarda 'Owari satsuma' mandarinlerinin depolama ve raf ömrü süresince pH değerinde artışlar olduğu Zan ve Özdemir, (2022) tarafından da bildirilmiştir.

Doğal depolamada limonların SÇKM miktarı başlangıçta ortalama %9.17 iken, artış ve azalış göstermiş ve biraz artarak, 8. ay muhafaza sonunda %10.23'e ($p<0.05$) ulaşmıştır (Çizelge 2). Raf ömründe 0. ay + 7. günde SÇKM miktarı %9.23 iken, artış ve azalış göstermiş ve biraz artarak, 8. ay + 7. günde artış göstererek %9.95 olmuştur ($p<0.05$). Muhafaza ve raf ömrü sırasında sarılı ve dökme olarak paketlemenin SÇKM miktarına etkileri istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Pekmezci ve ark. (1989) doğal depolamada süre uzadıkça SÇKM miktarında dalgalanmalar olduğunu bildirmişler ve 8 aylık depolama sonunda, doğal depoda SÇKM miktarını %8.01–9.24 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Atan (2019), depolama sırasında SÇKM miktarının %9.73–11.71 arasında değiştiğini belirtmiştir. Nasrin ve ark. (2020) raf ömrü sonunda SÇKM miktarının %5.80–7.70 arasında olduğunu saptamışlardır. 'Owari satsuma' mandarinlerinin doğal depolarda depolama ve raf ömründe SÇKM içeriğinde artışlar olduğu Zan ve Özdemir (2022) tarafından saptanmıştır. Nural, (2019), 'Owari satsuma' mandarinlerinin doğal ve soğukta depolanmasında SÇKM miktarının ambalajlı meyvelerde ambalajsız meyvelerden daha düşük olduğunu bildirmiştir.

'Kütdiken' limonlarının TA miktarı başlangıçta %10.43 iken, 8 ay depolama sonunda %5.76'ya düşmüştür ($p<0.05$). Raf ömründe TA miktarı 0. ay + 7. günde ortalama %9.98 olurken, 8. ay + 7. günde %5.69'a düşmüştür ($p<0.05$). Depolama ve raf ömrü sırasında sarılı ve dökme olarak paketlemenin TA miktarına etkileri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Pekmezci (1981) 'Kütdiken' limonlarının doğal depolarda muhafazasında TA içeriklerinde

azalmalar olduğunu belirtmiştir. Pekmezci ve ark. (1989) doğal depolarda depolama uzadıkça TA miktarında azalışlar saptamış, doğal depoda TA miktarının depolama süresine bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Canan (2004) 'Kütdiken' limonlarının doğal depolarda TA miktarlarının 2 yıl süresince sırasıyla %9.42–6.82 ve %6.57–4.39 arasında olduğunu bildirmiştir. Atan (2019), kontrol grubunda başlangıçta %6.72 olan TA miktarının 20 günde azalarak, %5.34'e düştüğünü belirlemiştir. Çıldır (2019) 'Kütdiken' limonlarının soğukta muhafaza sırasında TA miktarının %7.29 dan 6 ay sonunda %6.55'e düştüğünü bildirmiştir. Nasrin ve ark. (2020) başlangıçta %6.68 olan TA miktarının raf ömrü sonunda %5.32'e düştüğünü saptamışlardır. Doğal soğutmalı depolamada 'Owari satsuma' mandarinlerinin depolama ve raf ömrü süresince TA içeriklerinde azalmalar olduğu bildirilmiştir (Zan ve Özdemir, 2022).

'Kütdiken' limonlarının C vitamini içeriği 31.65 mg / 100 mL iken, depolama süresine bağlı olarak dalgalanmalar olmuş, 8. ay muhafaza sonunda artarak 42.29 mg / 100 mL olmuştur ($p<0.05$). Deneme başlangıcında raf ömrü çalışmasında (0. ay + 7. gün) C vitamini içeriği 35.48 mg / 100 mL iken, 8. ay + 7. gün sonunda 40.44 mg / 100 mL olarak saptanmıştır ($p<0.05$). Muhafaza ve raf ömrü sırasında sarılı ve dökme olarak paketlemenin C vitamini içeriğine etkileri istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). 'Kütdiken' limonlarının doğal depolarda muhafazasında C vitamini miktarının 40.00–55.00 mg / 100 mL arasında olduğu bildirilmiştir (Pekmezci, 1981). 'Molla Mehmet' limonlarının depolanmasında C vitamini miktarında artışlar olduğu belirtilmiştir (Kaşka ve Pekmezci, 1984). Doğal depoda depolanan 'Kütdiken' limonlarının C vitamini içeriğinin 46.97–54.77 mg / 100 mL arasında olduğu belirtilmiştir (Pekmezci ve ark., 1989). 'Eureka' limonlarının yeşil, yeşil-sarı ve sarı olgunluk aşamalarında C vitamini içeriklerinin depolamanın 1. ayında 64.16 mg / 100 mL ve 3. ayında 65.73 mg / 100 mL olduğu bildirilmiştir (Sun ve ark., 2019). Bulgularımızdan farklı olarak, Atan (2019) tarafından limonlarda C vitamini miktarında depolama süresince azalışlar olduğu bildirilmiştir. Raf ömrü sonunda C vitamini içeriğinin azaldığı belirtilmiş ve kontrol limon meyvelerinin başlangıçta C vitamini miktarı 29.40 mg / 100 mL olurken, 18 günlük raf ömrü

sonunda 18.80 mg / 100 mL'ye düştüğü bildirilmiştir (Nasrin ve ark., 2020).

Sonuç

Sonuç olarak, kalite parametreleri birlikte değerlendirildiğinde; Raf ömrü sırasında fungal ve fizyolojik nedenli bozulan meyveye rastlanmamıştır. Muhafaza sırasında dökme olarak paketlemelerde fungal bozulmalar sarılı olanlardan daha yüksek olduğu söylenebilir. Özellikle ağırlık kayıpları, fungal ve fizyolojik bozulmalar, görünüş, meyve kabuk rengi L* ve h değerleri ile C vitamini içeriği incelendiğinde, doğal depoda 'Kütiken' limon çeşidi meyvelerinin ağırlık kayıpları %13.71, fungal bozulma %1.88, görünüş puanları 4.00, meyve parlaklığının en yüksek, meyve renginin çeşide özgü sarı renkli olduğu ve C vitamini içeriğinin (54.83 mg / 100 mL) yüksek olduğu 4. ayın en uygun muhafaza süresi olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, fiyatların çok iyi olduğu dönemlerde 5. aya kadar da depolamaya devam edilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, Zafer Karasahin'in doktora tezinin bir kısmını oluşturmakta olup, TAGEM (Proje No: TAGEM/BBAD/A/20/A1/P5/2351) tarafından desteklenmiş ve Alata Bahçe Bitkileri Araştırma Enstitüsü-Erdemli/Mersin'de yürütülmüştür. Yazarlar, TAGEM ve Alata Bahçe Bitkileri Araştırma Enstitüsüne teşekkür ederler.

Kaynaklar

- AKİB, 2024. Akdeniz İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği 2022/2023 Ocak-Aralık Dönemi Yaş meyve sebze sektörü Türkiye geneli değerlendirme raporu, <https://www.akib.org.tr> (Erişim tarihi: 03 Haziran 2024).
- Atan, M., 2019. Limonlarda breatheway membran teknolojisinin kaliteye etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale, 43 s.
- Canan, İ., 2004. Mersin ili yaylalarında açılan doğal depoların limon muhafazasında kullanım olanaklarının araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 128 s.

- Canan, İ., Ağar, T., Gündoğdu, M., 2015. Türkiye'de limon üretim bölgesine yakın yerlerde kullanılan doğal depoların mevcut durumu ile sıcaklık ve nem durumlarının araştırılması. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD) 1(2): 66-77.
- Çıldır, N., 2019. Limonda farklı kimyasal uygulamaların muhafaza üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 61 s.
- Erkan, M., Pekmezci, M., 1998. The effect of different storage temperatures and postharvest treatments on storage and chilling injury of oranges. XXV. International Horticultural Congress (IHC) Abstracts, Brus-sels, Abstract No: PP2/04/A-6, pp: 367.
- FAO, 2024. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, www.fao.org/faostat (Erişim tarihi: 01 Haziran 2024).
- Gürgen, Ö., Pekmezci, M., 1984. İtalyan limonunun muhafazası üzerine değişik depo koşullarının etkisi. Türkiye'de Bahçe Ürünlerinin Depolanması ve Pazara Hazırlanması Simpozyumu, TÜBİTAK Fotoğraf Klişe laboratuvarı ve Ofset Tesisleri, Kavaklıdere-Ankara, 344 s.
- Kafa, G., Uzun, A., Turgutoğlu, E., Canan, İ., Öztıp, A., Canıhoş, E., 2010. Turuncgil yetiştiriciliği. Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Köyışleri Bakanlığı Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü Televizyon Yoluyla Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi (YAYÇEP), Ankara, 208 s.
- Karasahin, Z., Özdemir, A.E., 2024. 'Alata' çekirdeksiz limon çeşidinin doğal soğutmalı depoda muhafazasına uygulama ve paketlemelerin etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi (Yayın aşamasında).
- Kaşka, N., Pekmezci, M., 1984. Elma ve limonların Nevşehir yöresinde geliştirilen adi depolarda muhafazası üzerinde bir çalışma. Türkiye'de Bahçe Ürünlerinin Depolanması ve Pazara Hazırlanması Simpozyumu, TÜBİTAK Fotoğraf Klişe laboratuvarı ve Ofset Tesisleri, Kavaklıdere-Ankara, 344 s.

- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective colour measurement. *HortScience* 27: 1254–1255.
- Nasrin, T.A.A., Rahman, A., Arfin, M.S., Nazrul Islam, N., Ullah, A., 2020. Effect of novel coconut oil and beeswax edible coating on postharvest quality of lemon at ambient storage. *Journal of Agriculture and Food Research* 2: 100019. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2019.100019>.
- Nural, N., Özdemir, A.E., Çandır, E., 2016. Samandağ (Hatay) yöresinde doğal ve soğutmalı depoculuğun mevcut durumu ve sorunları. *Meyve Bilimi Özel sayı 1*: 62–66.
- Nural, N., 2019. Samandağ (Hatay) yöresinde yetiştirilen ‘Owari Satsuma’ mandarininin doğal soğutmalı ve soğuk hava depolarında muhafazası (Yüksek Lisans Tezi). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Hatay, 109 s.
- Özkaya, O., 2001. Doğu Akdeniz bölgesinden selekte edilmiş tuzcu turunc klon anaçlarının Kütdiken limonlarının muhafaza üzerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 72 s.
- Özdemir, A.E., Dündar, Ö., 2006. The effects of fungicide and hot water treatments on the internal quality parameters of Valencia oranges. *Asian Journal of Plant Science* 5(1): 142–146.
- Palou, L., Valencia-Chamorro, S.A., Pérez-Gago, M.B., 2015. Antifungal edible coatings for fresh citrus fruit: A review. *Coatings* 5(4): 962–986. doi:10.3390/coatings5040962.
- Pekmezci, M., 1981. Kütdiken limonun muhafazası üzerine araştırmalar. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu TOAG ABBAÜ-8.
- Pekmezci, M., Kaşka, N., Gürgen, Ö., 1989. Ürgüp yöresindeki volkanik tüf kayalarında açılan adi muhafaza depolarında limon muhafaza olanaklarının geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. *Doğa TU. Tar. ve Or. DC* 13(1): 89-106.
- Sun, Y., Singh, Z., Tokala, V.Y., Heather, B., 2019. Harvest maturity stage and cold storage period influence lemon fruit quality. *Scientia Horticulturae* 249: 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.056>.
- Şahin, G., 2013. Dondurarak ve acık havada kurutarak muhafazanın kuşburnu meyvesinin bazı kalite özelliklerine etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat, 65 s.
- Topçu, N., 2020. Bazı limon (*Citrus lemon* L.) çeşitlerinin kalitesi üzerine farklı hasat sonrası uygulamalarının etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bolu, 57 s.
- TÜİK, 2024. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. (Erişim tarihi: 16 Haziran 2024).
- Zan, R., Özdemir, A.E., 2022. Kitosan ve mum uygulamalarının ‘Owari Satsuma’ mandarininin doğal soğutmalı ve soğuk hava depolarında muhafazasına etkisi. *Alatarım* 21(2): 67–78.

Washington Navel Portakal Çeşidinin Depolanma Süresi ve Meyve Kalitesi Üzerine Ozon Uygulamalarının Etkisi

Elif BODUR 

Mehmet Ali KOYUNCU 

Derya ERBAŞ 

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

Öz

Çalışmada derim sonrası farklı ozon uygulamalarının Washington Navel portakal çeşidinin depolanma süre ve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Optimum aşamada (SÇKM/asit oranı, usare oranı ve meyve kabuk rengi dikkate alınarak) derilen meyveler hemen laboratuvara nakledilmiştir. Çeşit özelliklerini yansıtan üniform ve kaliteli portakal meyveleri seçilerek uygulamalar için gruplandırılmıştır. Suda ve havada farklı ozon uygulamalarından sonra portakallar 5 ± 0.5 °C ve % 95 oransal nemde 150 gün depolanmış ve aylık aralıklarla soğuktan çıkartılan meyveler 5 gün oda koşullarında bekletildikten sonra analiz edilmiştir. Denemede bazı kalite analizleri yanında meyveler mikrobiyal yük bakımından da incelenmiştir. Ozon uygulamaları, kontrol grubuna göre ağırlık kaybı, usare miktarı, kabuk rengi L^* ve h^o değerleri bakımından olumlu sonuçlar vermiştir. İstatistik olarak önemli bulunmasa da ozon uygulamaları solunum hızını kısmen baskılamıştır. Ozon uygulamalarının SÇKM ve TEA üzerinde anlamlı bir etkisi olmamıştır. Kontrol grubu meyvelerine göre birinci (3 ppm gaz halinde+fasıllı ozon) ve ikinci (4 ppm suda+fasıllı) ozon uygulamaları duysal kalite bakımından daha iyi sonuç vermiştir. Ozon uygulamaları depolama boyunca meyvelerin mikrobiyal yükünü bariz şekilde azaltmıştır. Çalışmada, portakallarda depolama boyunca meyve kalitesinin korunması amacıyla ozon uygulamalarının kullanılabileceği ortaya konmuştur. Farklı doz ve uygulama şekilleri dahil edilerek portakallar üzerine yürütülecek yeni çalışmalardan, ümitvar sonuçlar alınabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Citrus sinensis*, depolama, ozon, kalite, mikrobiyal yük.

Effect of Ozone Treatments on the Storage Life and Fruit Quality of Orange cv. Washington Navel

Abstract

In the present study, the effects of different postharvest ozone treatments on the storage life and quality of Washington Navel orange variety were investigated. Fruit harvested at the optimum stage were immediately transferred to the laboratory. Uniform and high-quality orange fruit, reflecting the variety characteristics, were selected and grouped for treatments. After different ozone treatments in water and air (as gas), oranges were stored at 5 ± 0.5 °C and 95% relative humidity for 150 days. The fruit taken out of the cold room at monthly intervals were analyzed after waiting for 5 days in room conditions. In addition to some quality analyses, fruit were also examined in terms of microbial load. Ozone treatments gave positive results in terms of weight loss, juice amount, fruit skin color L^* and h^o values compared to the control group. Although not statistically significant, ozone treatments partially suppressed the respiration rate of fruit. Ozone treatments had no significant effect on TSS and TA contents of fruit. The first (3 ppm gaseous + intermittent ozone) and second (4 ppm in water + intermittent) ozone treatments gave better results in terms of sensory quality compared to control fruit. Ozone treatments significantly reduced the microbial load of fruit during storage. The present study has shown that ozone treatments can be used to maintain fruit quality of oranges during storage. It has been observed that promising results can be obtained in future studies to be conducted on oranges by including different doses and application methods.

Keywords: *Citrus sinensis*, ozone, storage, quality, microbial load.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: M.A. Koyuncu; koyuncu.ma@gmail.com
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Elif BODUR  <https://orcid.org/0000-0001-8050-4249>

Mehmet Ali KOYUNCU  <https://orcid.org/0000-0003-4449-6709>

Derya ERBAŞ  <https://orcid.org/0000-0001-5675-3907>

Giriş

İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan turuncgiller, dünyada en çok yetiştirilen meyve grupları arasındadır. Tüm bahçe ürünlerinde olduğu gibi turuncgillerde de derim sonrası dönemde ürün kayıpları meydana gelmektedir. Turuncgillerin muhafazası sırasında meydana gelen kayıpların %80'den fazlası çürümeye

sebebi olan organizmaların bulaşmasıyla ortaya çıkmaktadır. Turuncgillerde derim sonrası kayıplar daha çok maviküf, yeşil küf, sap ucu çürüklüğü ve antraknoz çürüklüğünden kaynaklanmaktadır. Ayrıca portakallarda kabukta meydana gelen yaralanmalar, su kaybını, solunum hızını ve patojen gelişimini hızlandırdığı için meyvelerin bozulmasına yol

açan en önemli sebepler arasında sayılmaktadır (Strano, 2017). Turunçgillerde kalite kayıplarını azaltmak ve depolama süresini uzatmak amacıyla derim sonrasında çürüklük yapan etmenlere karşı fungusit uygulaması yapılmaktadır. Ancak fungusit kullanımının artmasıyla hem pazarlanacak üründe kalıntı sorunu ortaya çıkmakta, hem de mevcut kimyasallara karşı patojenlerin direnç geliştirdiği görülmektedir (Liao ve ark., 2013). Kimyasalların insan ve çevreye olumsuz etkileri nedeniyle, çevre dostu ve insan sağlığına zararsız alternatif uygulamalar araştırılmaya başlanmıştır. Alternatif yöntemler arasında; Generally Recognized As Safe (GRAS) bileşikler, fiziksel metotlar, biyoajenler, bitkisel ve organik bileşikler önemli bir yer tutmaktadır (Ladaniya, 2008).

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA)'nin ozonu (O_3) 1997 yılında genel olarak güvenilir (GRAS) maddeler sınıfına sokması ve 2001 yılında gıdalarla doğrudan temas edilebilir bulmasıyla ozonun gıda sanayinde alternatif bir koruma yöntemi olarak kullanımı hız kazanmıştır. Derim sonrası dönemde meyve ve sebzelerde, ozonlanmış su ile ön yıkama, O_3 gazı bulunan ortamda depolama ve belirli sürelerle O_3 gazı ile muamele etme şeklinde uygulamalar yapılmaktadır. Ozonun dezenfektan özelliği dışında, taze ve kurutulmuş bahçe ürünlerinde enzim aktivitesini de azalttığı rapor edilmiştir (Perkins, 1997). Ayrıca, bakterilerin yok edilmesi, fungal bozulmaların önlenmesi, pestisit ve kimyasal kalıntıların parçalanması, depo zararlılarının kontrol edilmesi gibi amaçlarla da derim sonrası dönemde kullanılmaktadır (Xu, 1999). Portakallarda O_3 uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalarda, O_3 'ün daha çok bulaştırılmış fungusların değişik sıcaklıklardaki gelişimi üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Farklı şekillerde ozon uygulamalarının (su ve gaz) Washington Navel portakal çeşidinde, derim sonrası kalite kayıplarının azaltılması ve depolama süresinin uzatılması üzerine yürütülmüş çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Oysa değişik bahçe ürünlerinde ozon uygulamalarının, depolama boyunca kalite kayıplarını geciktirerek muhafaza süresini uzattığı bildirilmiştir (Di Renzo ve ark., 2005; Garcia-Martin ve ark., 2018; Özen ve ark., 2021; Bülüş ve Koyuncu, 2021). Ozonun daha çok ürünlerde mikrobiyolojik yükü düşürerek,

metabolik aktiviteyi yavaşlatarak ve direnç sistemini aktive ederek etkili olduğu bildirilmektedir. Bu bilgiler ışığında mevcut çalışmada, değişik doz ve sürelerde, havada ve suda ozon uygulamalarının "Washington Navel" portakal çeşidinin depolanma süre ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Derim, Ozon Uygulamaları ve Depolama Koşulları

Araştırmada meyve materyali olarak, ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Washington Navel portakal çeşidi kullanılmıştır. Meyveler SÇKM/asit oranı, usare oranı ve meyve kabuk rengi dikkate alınarak optimum dönemde derilmiştir. Derimden sonra portakallar, kısa sürede (yaklaşık 1.5 saat) laboratuvara nakledilmiştir. Yarasız, beresiz ve sağlam olanlar içerisinden standart irilik ve görünüme sahip meyveler seçilerek uygulamalar için dört gruba ayrılmıştır. Birinci grup meyvelere (ozon gazı uygulaması+fasıllı ozon) cam kabin içerisinde ($5^{\circ}C$ 'de) 3 ppm ozon gazı 60 dk süreyle uygulanmıştır. Depolama boyunca meyveler haftada bir, 30 dk süreyle 1 ppm ozon gazına maruz bırakılmıştır. İkinci ve üçüncü grup portakallar 4 ppm ozonlanmış suya ($5^{\circ}C$) 10 dk boyunca daldırılmıştır. Daldırma işlemlerinden sonra meyveler, üzerlerindeki su damlacıklarının uzaklaştırılması için 30 dk oda koşullarında ($21^{\circ}C$ ve $\%60\pm5$ oransal nemde) bekletildikten sonra depoya alınmıştır. Depolama boyunca ikinci grup meyvelere (suda ozon uygulaması+fasıllı ozon) haftada bir, 30 dk süreyle 1 ppm, üçüncü gruba ise (suda ozon uygulaması+sürekli ozon) sürekli 0.05 ppm ozon gazı uygulanmıştır. Son grup portakallar (kontrol) hiçbir uygulama yapılmadan depolanmıştır. Bütün meyveleri $5\pm0.5^{\circ}C$ ve $\%95$ oransal nemde 5 ay muhafaza edilmiştir. Başlangıçta ve 30 gün aralıklarla soğuk depodan çıkartılan portakallar 5 gün oda koşullarında ($20\pm1^{\circ}C$ ve $\%60\pm5$) manav koşullarını simüle etmek için bekletildikten sonra analiz edilmiştir. Aşağıda belirtilen fiziksel ve kimyasal analizler başlangıçta ve depolama boyunca 30+5 gün aralıklarla yapılmıştır.

Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Ağırlık kaybı (%) ölçümlerinde, her uygulama için 20 adet meyve tek tek numaralandırılıp

deneme başlangıcında ve analiz dönemlerinde 0.01 g'a duyarlı terazi ile tartılmış, başlangıç ağırlığı dikkate alınarak % olarak hesaplanmıştır. Usare oranı, meyve sıkacağı ile meyve suları sıkılıp posa ağırlığı bulunduktan sonra her seferinde başlangıçtaki ağırlıktan posa ağırlığı çıkarılarak, tüm meyve ağırlığının yüzdesi (%) olarak hesaplanmıştır. Suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM) dijital refraktometre (Atago Pocket PAL-1) ile % olarak belirlenmiştir. Titre edilebilir asit miktarı (TEA) meyve suyundan 10 mL alınarak, 0.1 N'lik sodyum hidroksit (NaOH) ile pH değeri 8.1 oluncaya kadar pH metre ile titre edilmiştir. Sonuçlar harcanan NaOH dikkate alınarak g sitrik asit 100 mL⁻¹ olarak verilmiştir. Meyve kabuk rengi, renk ölçüm cihazı kullanılarak ölçülüp sonuçlar CIEL*a*b* cinsinden elde edildikten sonra kroma (C*) ve hue açısı (h°) değerleri hesaplanmıştır. Solunum hızı ölçümleri için meyveler 1 kg olacak şekilde 5 L'lik gaz sızdırmaz kavanozlara tartılmış ve oda koşullarında (20±1 °C) 1-2 sa. bekletilmiştir. Daha sonra bir enjektör (10 mL'lik) ile kavanozlardan alınan gaz örnekleri, kromatografi cihazına 1-2 mL enjekte edilerek CO₂ miktarı ölçülmüştür. Elde edilen CO₂ değerleri kullanılarak meyvelerin solunum hızı (mL.CO₂ kg⁻¹s⁻¹) hesaplanmıştır. Meyvelerin dış görünüş ve tat analizleri tecrübeli 5 panelist ile yürütülmüştür. Dış görünüş için 1-9 skalası (1-4: pazarlanamaz, 5: pazarlanabilir, 7: iyi, 9: çok iyi) kullanmıştır (Koyuncu ve ark., 2005). Tat değerlendirmesinde ise 1-5 skalası (1: çok kötü, 2: kötü, 3: orta, 4: iyi, 5: çok iyi) kullanmıştır (Erbaş ve Koyuncu, 2016). Fizyolojik kaynaklı bozulmalar, meyveler incelenerek, gözlem yoluyla belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizler Karahan ve ark. (2002)'e göre yapılmıştır.

İstatistik Analiz

Deneme tesadüf parselleri faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 6 meyve olacak şekilde kurulmuştur. Denemeden elde edilen veriler JMP 7 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş; ortalamalar arasındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma testine (p<0.05) göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Ağırlık Kaybı

Deneme boyunca tüm uygulamalarda beklendiği gibi ağırlık kaybı artışı gözlemlenmiştir (Çizelge 1). Turunçgillerde su kaybı, meyve etinden daha fazla flavedo tabakasında meydana gelmektedir (Yahia, 2011). Portakallarda flavedo tabakasındaki su kaybının meyve etine oranla 5-6 kat daha hızlı olduğu ve ağırlık kaybının büyük bir kısmının meyve kabuğundaki su kaybindan kaynaklandığı bildirilmiştir (Ben-Yehoshua, 1969). Mevcut çalışmada genel ortalamalar dikkate alındığında en fazla ağırlık kaybı (%9.89) kontrol meyvelerinde görülürken, bunu sırasıyla; %8.58'lik ağırlık kaybıyla 3 ppm O₃, %8.29 ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamaları takip etmiştir. Bu farklılıklar istatistiki olarak önemli (p<0.05) olmuştur (Çizelge 1). Mevcut farklılık ozon uygulamasının meyvelerin solunum hızının yavaşlatılmasına dayandırılabilir. Nitekim Çizelge 1'de görüldüğü gibi kontrol meyvelerinin solunum hızı ozon uygulanmış portakallardan daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca ozon uygulamasının, başta kabuk dokularında olmak üzere meyvedeki hücre bütünlüğünü koruyarak ve kabuğun su buharı geçirgenliğini kısmen azaltarak etkili olduğu düşünülmektedir. Benzer durum ozon uygulaması yapılan Valencia portakallarında da bildirilmiştir (Di Renzo ve ark., 2005). Farklı tür ve çeşitlerde de derim sonrası ozon uygulamasının ağırlık kaybını azalttığı belirtilmiştir (Bolel, 2017; Aydınoglu ve ark., 2017; Garcia-Martin ve ark., 2018; Özen ve ark., 2021).

Usare Miktarı

Tüm uygulamalarda başlangıca göre depolama sonunda usare miktarında azalmalar olmuştur. Hem depolama süresince meydana gelen değişim hem de uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bulunmuştur (Çizelge 1). Usare miktarının ağırlık kaybından etkilendiğini söyleyebiliriz. Ozon uygulanan meyvelerdeki usare miktarı kontrol grubundan daha yüksek saptanmıştır. En yüksek usare miktarı 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasında belirlenirken, diğer uygulamalar benzer sonuçlar göstermiştir (Çizelge 1). Turunçgillerde, farklı kaplama maddeleri ve uygulamaların kontrole göre usare miktarını koruduğu farklı araştırmalarda (Özdemir ve Kahraman, 2004; Machado ve ark.,

2012; Ummarat ve ark., 2015, Kurubaş, 2019) belirtilmekte olup bu bulgular çalışma sonuçlarımızla paralellik göstermektedir. Ayrıca depolama boyunca ağırlık kaybını sınırlandıran

farklı uygulamaların, usare miktarı üzerine olumlu etkilerinin olduğu rapor edilmiştir (Ummarat ve ark., 2015; Kurubaş, 2019).

Çizelge 1. Portakallarda depolama süresince ağırlık kaybı, usare miktarı ve solunum hızı değişimi

Ağırlık Kaybı (%)							
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (ay + gün)						Ortalama
	0+5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	1.99l	6.07ı-k	8.47f-h	12.08c	14.74ab	15.97a	9.89 A
Uygulama 1	1.99l	5.60jk	7.64g-ı	9.78ef	12.10cd	14.34ab	8.58 B
Uygulama 2	1.99l	5.41k	7.19h-j	9.43f	11.85d	13.85b	8.29 B
Uygulama 3	1.99l	5.62jk	6.92h-k	8.88fg	11.43de	13.75bc	8.10 B
MS ort.	1.99 f	5.68 e	7.56 d	10.04 c	12.53b	14.48a	
P değerleri							
Muhafaza Süresi (MS): **		Uygulamalar (U): **				MS × U: **	
Usare Miktarı (%)							
Kontrol	40.00	39.00	38.00	37.00	37.00	33.00	37.33 B
Uygulama 1	43.00	39.00	40.00	38.00	37.00	33.00	38.33 AB
Uygulama 2	41.00	40.00	40.00	38.00	38.00	36.00	38.83 AB
Uygulama 3	40.00	41.00	39.00	41.00	38.00	39.00	39.67 A
MS ort.	41.00 a	39.75 a	39.25 ab	38.50 b	37.50 bc	35.25 c	
MS:**		U:**				MS × U:ÖD	
Solunum Hızı (mLCO ₂ kg ⁻¹ s ⁻¹)							
Kontrol	4.98	5.44	2.81	5.26	8.89	5.48	5.48 ^{ÖD}
Uygulama 1	4.82	6.90	2.65	4.29	6.91	5.54	5.19
Uygulama 2	3.66	5.73	2.60	4.59	6.64	2.17	4.23
Uygulama 3	5.40	5.24	3.06	5.02	9.26	4.60	5.43
MS ort.	4.72b	5.83b	2.78c	4.79b	7.93a	4.45b	
MS: **		U: ÖD				MS × U: ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri, büyük harfler uygulamalar ve küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil; Ort: Ortalamalar, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$.

Solunum Hızı

Depolama boyunca dönemlere göre dalgalanmalar olsa da muhafaza sonunda solunum hızlarında anlamlı bir değişim görülmemiştir. İstatistik olarak önemli ($p < 0.05$) olmasa da en yüksek ortalama solunum hızı (5.48 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹) kontrol meyvelerinde görülürken, en düşük solunum hızı (4.23 mLCO₂ kg⁻¹s⁻¹) 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulanmış meyvelerde görülmüştür (Çizelge 1). Ozon uygulamalarının depolama sırasında, bahçe ürünlerde metabolik aktivite ve yaşlanma süreçlerini baskıladığı ve buna bağlı olarak solunum hızını yavaşlattığı ileri sürülmektedir (Zhang ve ark., 2005; Bolel ve ark., 2019). Öte yandan, ozonun meyvelerde antioksidant kapasiteyi artırarak hücresel düzeyde solunum hızını baskıladığı rapor edilmiştir (Özen ve ark., 2021). Mevcut çalışmada uygulamaların solunum hızının baskılanması üzerine bariz bir etkisinin olmaması, soğukta depolama süreçlerinden sonra 5 gün meyvelerin oda

koşullarında bekletilmesiyle ilişkilendirilebilir. Artan ortam sıcaklığına bağlı olarak solunum hızının yükselmesinin uygulamaların etkisini perdelemiş olabileceğini akla getirmektedir.

Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Başlangıçta %8.60 olarak ölçülen ortalama SÇKM değeri, 150+5 gün sonunda artarak %11.02 olmuştur. Depolama sonunda genel olarak SÇKM değerleri istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Her ne kadar uygulama ortalamaları istatistiki olarak önemli ($p > 0.05$) olmasa da kısmen yüksek ortalama SÇKM değerleri birinci uygulama (%10.35) ve kontrol grubundan (%10.24) elde edilmiştir. (Çizelge 2). Bunu her iki uygulamadaki portakallardan su kaybının diğerlerine kıyasla fazla olmasına (Çizelge 1) bağlı olarak oransal bir artışla açıklayabiliriz. Turuncgillerde farklı film ve kaplama uygulamaları yapılarak yürütülen çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Machado ve ark., 2012; Arnon ve ark., 2014).

Diğer taraftan oda koşullarının da dahil edildiği depolama çalışmalarında, artan solunum hızı ve su kaybına bağlı olarak portakallarda SÇKM'nin

oransal olarak yükseldiği rapor edilmiştir (Burdon ve ark., 2007; Kurubaş, 2019).

Çizelge 2. Portakallarda depolama boyunca SÇKM ve TEA miktarı değişimleri

Uygulamalar	SÇKM (%)						Ortalama
	Muhafaza Süresi (ay + gün)						
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	8.60e	9.80a-e	11.27a-d	10.40a-e	10.07a-e	11.30a-d	10.24 ^{ÖD}
Uygulama 1	8.77de	9.47c-e	9.73a-e	12.13ab	9.80a-e	12.23a	10.35
Uygulama 2	8.83de	8.60e	11.27a-d	11.57a-c	9.50c-e	10.40a-e	10.03
Uygulama 3	8.20e	10.73a-e	9.87a-e	9.60b-e	9.83a-e	10.13a-e	9.73
MS ort.	8.60c	9.65b	10.54a	10.93a	9.80b	11.02a	
<i>P değerleri</i>							
Muhafaza Süresi (MS): **			Uygulamalar (U): ÖD			MS × U: **	
TEA (g 100 mL ⁻¹)							
Kontrol	0.83b-f	0.97b-f	1.27ab	0.75d-f	0.74d-f	0.90b-f	0.91A
Uygulama 1	0.89b-f	0.90b-f	0.78d-f	0.83b-f	0.75d-f	0.80c-f	0.82B
Uygulama 2	0.84b-f	1.02a-e	1.23a-c	1.07a-d	0.74d-f	0.62ef	0.92A
Uygulama 3	0.89b-f	1.44a	0.96b-f	0.83b-f	0.57f	0.92b-f	0.93A
MS ort.	0.86b	1.08a	1.06a	0.87b	0.70c	0.81b	
MS: **			U: *			MS × U: **	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasilalı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri, büyük harfler uygulamalar ve küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonunu arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil; Ort: Ortalamalar, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$.

Titre Edilebilir Asitlik Miktarı

Depolama süresinin artması ile TEA miktarında azalma olmuştur. Başlangıçta ortalama 0.86 g 100mL⁻¹ olan asitlik değeri, muhafaza sonunda 0.81 g 100mL⁻¹ olarak saptanmıştır. En düşük ortalama TEA miktarı 0.82 g 100mL⁻¹ ile 3 ppm O₃ (gaz) uygulamasından elde edilirken, kontrol ve suda ozon uygulaması yapılmış portakallarda asitlik değerleri aynı grupta yer alacak şekilde daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2). Derim sonrası dönemde, meyvelerde solunumda organik asitler kullanıldığı için TEA miktarında azalma olması beklenen bir durumdur. Kurubaş (2019), portakallarda depolama boyunca TEA değerinin çalışmamıza benzer şekilde azaldığını saptamıştır. Öte yandan, farklı tür ve çeşitlerde derimden sonra ozon uygulanmış meyvelerde TEA değerinin çalışma bulgularımızı destekler şekilde depolama boyunca azaldığı bildirilmiştir (Bolel, 2017; Bülüş ve Koyuncu, 2021).

Meyve Kabuk Rengi

Bahçe ürünlerinde meyve kabuk rengi, tüketici tercihini belirleyen en önemli kalite kriterlerinden birisidir (Pathare ve ark., 2013). Meyvelerde sadece L* ve h° değeri üzerine uygulamaların etkisi önemli ($p < 0.05$) bulunmuştur. Depolama boyunca her üç kabuk rengi değerinde anlamlı bir değişim görülmemiştir. Ozan uygulanmış portakalların L* ve h° değerleri kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Bu sonuçlar, ozon uygulanmış portakalların kısmen daha parlak ve açık sarı renge sahip olduklarını ifade etmektedir. Ozonun oksitleme özelliğine bağlı olarak bahçe ürünlerinde, doz ve süreye göre değişmekle beraber kabuk ve doku renklerinde açılmalar olduğu bildirilmiştir (Bolel, 2017). Benzer sonuçlar, farklı tür ve çeşitlerde ozon uygulayarak yürütülen çalışmalarda da belirlenmiştir (Aydinoğlu ve ark., 2017; Bülüş, 2019; Özen ve ark., 2021). Ozon uygulamalarının renkte canlılığı ifade eden C* değeri üzerine etkisi olmamıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Portakallarda depolama boyunca meyve kabuk rengi L*,C* ve h° değeri değişimleri

Uygulamalar	L*						Ortalama
	Muhafaza Süresi (ay + gün)						
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	68.70	68.38	68.01	66.35	66.82	66.51	67.46 B
Uygulama 1	69.62	68.69	68.97	68.20	68.86	68.28	68.77 A
Uygulama 2	67.38	66.83	68.62	68.34	69.54	70.27	68.50 A
Uygulama 3	68.82	68.84	69.25	67.58	69.00	67.88	68.56 A
MS ort.	68.63 ^{ÖD}	68.19	68.71	67.62	68.56	68.24	
P değerleri							
Muhafaza Süresi (MS): ÖD			Uygulamalar (U):*			MS × U:ÖD	
C*							
Kontrol	74.27	73.64	73.84	73.49	71.37	74.43	73.51 ^{ÖD}
Uygulama 1	73.52	71.25	73.92	72.62	73.88	73.37	73.09
Uygulama 2	71.57	70.73	74.23	73.61	74.54	77.57	73.71
Uygulama 3	74.05	72.36	74.79	74.80	74.92	71.07	73.67
MS ort.	73.35 ^{ÖD}	72.00	74.20	73.63	73.68	74.11	
MS: ÖD			U: ÖD			MS × U:*	
h°							
Kontrol	72.11	70.36	69.66	67.81	66.41	68.48	69.14 B
Uygulama 1	72.88	71.08	70.58	69.82	71.76	71.40	71.25 A
Uygulama 2	70.95	70.55	70.28	69.98	71.54	72.49	70.97 A
Uygulama 3	72.32	72.33	71.40	69.64	71.34	70.99	71.34 A
MS ort.	72.07 ^{ÖD}	71.08	70.48	69.31	70.26	70.84	
MS: ÖD			U: *			MS × U: ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasılalı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Büyük harfler uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil; Ort: Ortalamalar, *: $p < 0.05$.

Dış Görünüş

Depolama boyunca tüm uygulamalarda dış görünüş puanları azalmıştır. Muhafaza başlangıcında ortalama 8.54 olan dış görünüş değeri, 150+5. gün sonunda 3.04 puan ile pazarlanamaz seviyesine inmiştir. Genel uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek dış görünüş değeri 6.57'lik puan ile 4 ppm O₃ (suda fasılalı) meyvelerinde görülürken, en düşük dış görünüş değeri ise 5.63'lük puan ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasında görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 4. Portakallarda depolama boyunca dış görünüş ve tat puanlarındaki değişimler

Dış Görünüş Puanları (1 - 9 puan)							
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (ay + gün)						Ortalama
	0 + 5	1 + 5	2 + 5	3 + 5	4 + 5	5 + 5	
Kontrol	8.33a-c	7.33a-d	6.83d-g	7.17b-e	5.42hı	2.83j	6.32 A
Uygulama 1	8.67a	7.42a-d	7.50a-d	5.67f-ı	5.83e-ı	3.33j	6.40 A
Uygulama 2	8.67a	7.42a-d	7.00c-f	7.17b-e	5.50g-ı	3.67j	6.57 A
Uygulama 3	8.50ab	5.67f-ı	5.67f-ı	6.50d-h	5.08ı	2.33j	5.63 B
MS ort.	8.54a	6.96b	6.75b	6.63b	5.46c	3.04d	
P değerleri							
Muhafaza Süresi (MS): **			Uygulamalar (U): **			MS × U: **	
Tat Puanları (1 - 5 Puan)							
Kontrol	4.83	4.75	4.33	4.17	3.13	2.00	3.87 B
Uygulama 1	5.00	4.75	4.83	4.00	3.88	2.67	4.19 A
Uygulama 2	4.83	4.75	4.17	3.67	3.75	2.83	4.00 AB
Uygulama 3	4.83	4.38	4.00	4.17	3.25	2.67	3.88 B
MS ort.	4.88a	4.66ab	4.33b	4.00c	3.50d	2.54e	
MS: **			U: *			MS × U: ÖD	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasılalı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri, büyük harfler uygulamalar ve küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil; Ort: Ortalamalar, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$.

4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulamasının kontrol grubundan daha düşük puan alması, sürekli ortama ozon verilmesinin kabukta az da olsa zararlanmalara yol açmasıyla açıklanabilir. Öte yandan diğer ozon uygulamalarının istatistiki olarak aynı grupta yer almalarına rağmen kontrol grubuna göre kısmen daha iyi sonuç vermesi, ozon uygulamalarında doz ve uygulama şeklinin önemli olduğunu göstermektedir. Doğru seçilmiş doz ve sürelerle uygulanan ozonun, bahçe ürünlerinde dış görünüşü olumlu yönde etkilediği sonucu önceki yıllarda yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir (Özen ve ark., 2021).

Tat

Dış görünüş değerlendirmesinde olduğu gibi, uzayan depolama süresine paralel olarak portakalların tat puanları azalmıştır. En yüksek ortalama tat değeri (4.19 puan) 3 ppm O₃ (gaz) meyvelerinde görülürken bunu, 4.00 puan ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması takip etmiştir. En düşük tat değeri ise kontrol (3.87 puan) ve 4 ppm (3.88 puan) O₃ (suda sürekli) uygulamalarından elde edilmiştir. Ozon uygulamaları içerisinde özellikle 3 ppm O₃ (gaz) diğer uygulamalardan olumlu yönde ayrışsa da kontrol grubuna göre hepsinden daha yüksek puan alınmıştır (Çizelge 4). Benzer şekilde Strano ve ark. (2021) ozon uygulanmış

turunçgillerde depolama boyunca tat puanlarını kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir.

Fizyolojik Kaynaklı Bozulma

Depolama boyunca incelenen portakal örneklerinde fizyolojik kaynaklı (üşüme zararı, kabuk kararması, pitting vb.) bir bozulmaya (Demirkol ve ark., 2001) rastlanmamıştır.

Mikrobiyolojik Yük

Depolama boyunca meyvelerin bakteri yükleri artmış ve ozon uygulamaları dikkate değer şekilde bu sayısal artışları baskılamıştır. Deneme başlangıcında tüm uygulamalar için ortalama bakteri sayısı 2.31 log cfu g⁻¹ iken, 150+5 gün sonunda bu değer 5.14 log cfu g⁻¹ olarak saptanmıştır. En yüksek bakteri sayısı 4.51 log cfu g⁻¹ ile kontrol meyvelerinde görülürken bunu, 3.55 log cfu g⁻¹ ile 3 ppm O₃ (gaz) ve 3.04 log cfu g⁻¹ ile 4 ppm O₃ (suda fasıllı) uygulaması takip etmiştir. En düşük bakteri düzeyi ise 3.00 log cfu g⁻¹ değeri ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) meyvelerinde görülmüştür (Çizelge 5). Suda ozon uygulamalarının diğer uygulamalara göre mikrobiyal yükü azaltmada daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Çizelge 5. Portakallarda depolama boyunca toplam bakteri ve toplam maya-küf sayısı sayılarındaki değişim (log cfu g⁻¹)

Toplam Bakteri Sayısı (log cfu g ⁻¹)					
Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün+5)				Ortalama.
	U. Sonrası	0+5	90+5	150+5	
Kontrol	3.37 f	3.53 h	4.93 c	6.21 a	4.51 A
Uygulama 1	2.22 gh	2.32 g	4.13 d	5.51 b	3.55 B
Uygulama 2	2.15 h	2.14 h	3.89 e	4.00 de	3.04 C
Uygulama 3	1.52 ı	1.55 ı	4.08 d	4.85 c	3.00 C
MS ort.	2.31 <i>d</i>	2.39 <i>c</i>	4.26 <i>b</i>	5.14 <i>a</i>	
<i>P değerleri</i>					
Muhafaza Süresi (MS): **		Uygulamalar (U): **		MS × U: **	
Toplam Maya-Küf Sayısı (log cfu g ⁻¹)					
Kontrol	4.10 fg	4.63 d	5.09 c	6.84 a	5.16 A
Uygulama 1	3.74 h	3.69 h	4.37 e	5.80 b	4.40 B
Uygulama 2	2.52 j	1.39 k	3.98 g	4.25 ef	3.03 D
Uygulama 3	2.76 ı	2.82 ı	4.25 ef	4.95 c	3.70 C
MS ort.	3.28 <i>c</i>	3.13 <i>d</i>	4.42 <i>b</i>	5.46 <i>a</i>	
Muhafaza süresi (MS): **		Uygulamalar (U): **		MS × U: **	

Uygulama 1: 3 ppm O₃ (gaz), Uygulama 2: 4 ppm O₃ (suda fasıllı), Uygulama 3: 4 ppm O₃ (suda sürekli). Küçük italik harfler muhafaza süreleri, büyük harfler uygulamalar ve küçük harfler muhafaza süresi × uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir ($p < 0.05$). ÖD: Önemli değil; Ort: Ortalamalar, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$.

Bakteri sayısında olduğu gibi başlangıçta 3.28 log cfu g⁻¹ olan maya-küf sayısı artarak deneme sonunda 5.46 log cfu g⁻¹ değerine ulaşmıştır. En

yüksek ortalama maya-küf sayısı 5.16 log cfu g⁻¹ ile kontrol meyvelerinde görülürken bunu, 4.40 log cfu g⁻¹ ile 3 ppm O₃ (gaz) ve 3.70 log cfu g⁻¹

ile 4 ppm O₃ (suda sürekli) uygulaması takip etmiştir. En düşük maya-küf yükü ise 3.03 log cfu g⁻¹ değeriyle 4 ppm O₃ (suda fasılalı) uygulanmış meyvelerde görülmüştür. Suda ozon uygulamaları maya-küf yükü bakımından da daha iyi sonuç vermiştir (Çizelge 5). Bununla birlikte hem suda hem de gaz formunda uygulanan ozon uygulamalarının portakalda mikrobiyolojik yükü dikkate değer ölçüde azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Turuncgillerde ozon uygulamalarının mikrobiyolojik yük üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda da ozonun güçlü bir oksidant olarak toplam bakteri ve küf sayısını azalttığı rapor edilmiştir (Palou ve ark., 2001; Palou ve ark., 2003).

Sonuç

Çalışmada ozon uygulanmış portakalların hepsinde ağırlık kaybı kontrol grubuna kıyasla daha az, usare miktarı ise daha yüksek bulunmuştur. Ozon uygulamalarının SÇKM ve TEA üzerine anlamlı bir etkisi olmamıştır. Ozon uygulanmış portakalların L* ve h° değerleri kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur. İstatistik olarak önemli bulunmasa da ozon uygulamaları solunum hızını kısmen baskılamıştır. Kontrol meyvelerine göre birinci (3 ppm O₃ gaz) ve ikinci (4 ppm O₃ suda fasılalı) ozon uygulamaları duysal kalite bakımından daha iyi sonuç vermiştir. Ozon uygulamaları depolama boyunca meyvelerin mikrobiyolojik yükünü bariz şekilde azaltmıştır.

Teşekkür

Çalışma Elif BODUR'un yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

Kaynaklar

- Arnon, H., Zaitsev, Y., Porat, R., Poverenov, E., 2014. Effects of Carboxymethyl Cellulose and Chitosan Bilayer Edible Coating on Postharvest Quality of Citrus Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 87:21-26.
- Aydınoğlu, D.B., Koyuncu, M.A., Erbaş, D., 2017. Ozon Uygulanmış Nar Tanelerinin Soğukta Depolanması. *Meyve Bilimi*, 4(2):26-32.
- Ben Yehoshua, S., 1969. Gas Exchange, Transpiration, and the Commercial Deterioration in Storage of Orange Fruit.

- Journal of the American Society of Horticultural Science*, 94:524-8.
- Bolel, H., 2017. Ozon Uygulanmış Narın Kontrollü ve Modifiye Atmosfer Koşullarında Depolanması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s.
- Bolel, H., Koyuncu, M.A., Erbaş, D., 2019. Ozon ve Fungusit Uygulamalarının Narda Soğukta Depolama Boyunca Meyve Kalitesi Değişimi Üzerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(4):1841-1850.
- Burdon, J., Lallu, N., Yearsley, C., Osman, S., Billing, D., Bolding, H., 2007. Postharvest Conditioning of Satsuma Mandarins for Reduction of Acidity and Skin Puffiness. *Postharvest Biology and Technology*, 43(1):102-114.
- Bülüç, O., Koyuncu, M.A., 2021. Effects of Intermittent Ozone Treatment on Postharvest Quality and Storage Life of Pomegranate. *Ozone: Science & Engineering*, 43(5):427-435.
- Bülüç, O., 2019. Farklı Dozlarda Ozon Uygulanan Narların Modifiye Atmosfer Koşullarında Depolanması. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 76s.
- Demirkol, A., Pekmezci, M., Erkan, M., Gübbük, H., Çakıroğlu, N., 2001. Antalya Koşullarında Yetiştirilen "Washington Navel" Portakal Çeşidinin Soğukta Muhafazası Üzerine Araştırmalar. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(2), 29-38.
- Di Renzo, G.C., Altieri, G., D'Erchia, L., Lanza, G., Strano, M.C., 2005. Effects of Gaseous Ozone Exposure on Cold Stored Orange Fruit. *Acta Horticulturae*, 682:1605-1610.
- Erbaş, D., Koyuncu, M.A., 2016. 1-Metilsiklopropan Uygulamasının Angeleno Erik Çeşidinin Depolanma Süresi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1):43-50.
- García-Martin, J.F., Olmo, M., García, J.M., 2018. Effect of Ozone Treatment on Postharvest Disease and Quality of Different Citrus Varieties at Laboratory and at Industrial Facility. *Postharvest Biology and Technology*, 137:77-85.

- Karahan, A.G., Cicioğlu, B.A., Çakmakçı, M.L., 2002. Genel Mikrobiyoloji Uygulama Kılavuzu. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 24, Isparta, 171 s.
- Koyuncu, M.A., Seydim, A.C., Dilmaçunal, T., Savran, H.E., Taş, T., 2005. Effects of Different Precooling Treatments with Ozonated Water on the Quality of '0900 Ziraat' Sweet Cherry Fruit. *Acta Horticulturae*, 795: 831-836.
- Kurubaş, M.S., 2019. 'Lane Late' Portakal Çeşidinde Derim Sonrası Farklı Uygulamaların Muhafaza Ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. (Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 150s.
- Ladaniya, M.S., 2008. Postharvest Diseases and Their Management. *Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation*. Academic Press, India, 543 s.
- Liao, H.L., Alferez, F., Burns, J.K., 2013. Assessment of Blue Light Treatments on Citrus Postharvest Diseases. *Postharvest Biology and Technology*, 81:81-88.
- Machado, F.L.D.C., Costa, J.M.C., Batista, E.N., 2012. Application of Carnauba-based Wax Maintains Postharvest Quality of 'Ortanique' Tangor. *Food Science and Technology*, 32(2):261-268.
- Özdemir, A., Kahraman, V., 2004. Bazı Uygulamaların Valencia Portakallarının Muhafazasına Etkileri. *Derim*, 21(2):19-26.
- Özen, T., Koyuncu, M.A., Erbaş, D., 2021. Effect of Ozone Treatments on the Removal of Pesticide Residues and Postharvest Quality in Green Pepper. *Journal of Food Science and Technology*, 58(6):2186-2196.
- Palou, L., Smilanick, J.L., Crisosto, C.H., Mansour, M., 2001. Effect of Gaseous Ozone Exposure on the Development of Green and Blue Molds on Cold Stored Citrus Fruit. *Plant Disease*, 85(6):632-638.
- Palou, L., Smilanick, J.L., Crisosto, C.H., Mansour, M., Plaza, P., 2003. Ozone Gas Penetration and Control of the Sporulation of *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum* within Commercial Packages of Oranges during Cold Storage. *Crop Protection*, 22(9):1131-1134.
- Pathare, P.B., Opara, U.L., Al-Said, F.A.J., 2013. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1):36-60.
- Perkins, M., 1997. Ozone in Food Processing Applications. Past Experience, Future Potencial and Regulatory Issues. *Presentat a la Conferència Connectech*, 97.
- Strano, M.C., Altieri, G., Admane, N., Genovese, F., Di Renzo, G.C., 2017. Advance in Citrus Postharvest Management: Diseases, Cold Storage and Quality Evaluation. *Citrus Pathology*, 10:66518.
- Strano, M.C., Timpanaro, N., Allegra, M., Foti, P., Pangallo, S., Romeo, F.V., 2021. Effect of Ozonated Water Combined with Sodium Bicarbonate on Microbial Load and Shelf Life of Cold Stored Clementine (*Citrus clementina* Hort. ex Tan.). *Scientia Horticulturae*, 276:109775.
- Ummarat, N., Arpaia, M.L., Obenland, D., 2015. Physiological, Biochemical and Sensory Characterization of the Response to Waxing and Storage of Two Mandarin Varieties Differing in Postharvest Ethanol Accumulation. *Postharvest Biology and Technology*, 109:82-96.
- Yahia, E.M., 2011. *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. Woodhead Publishing, India. 485.
- Xu, L., 1999. Use of Ozone was Replace to Improve the Safety of Fresh Fruits and Vegetables. *Food Technology (Chicago)*, 53(10):58-63.
- Zhang, L., Lu, Z., Yu, Z., Gao, X., 2005. Preservation of Fresh-cut Celery by Treatment of Ozonated Water. *Food Control*, 16(3):279-283.

Maviyemiş Meyvesinin Olgunlaşması Sırasında Bazı Fizyolojik, Fenolik İçerik ve Antioksidan Aktivitedeki Değişimler

Nalan BAKOĞLU 

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Pazar, Rize, Türkiye

Öz

Araştırmada Rize/Pazar koşullarında yetiştirilen ‘Bluegold’ maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L. ‘Bluegold’) meyvelerinin farklı olgunlaşma safhasındaki meyve özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla maviyemiş meyveleri yeşil renk (S1), renklenmenin başladığı (S2), mor renk, kırmızımsı veya az mavi (S3), koyu mavi (S4), ileri koyu mavi (S5) aşamalarda hasat edilmiştir. Hasat edilen meyvelerde en, boy, ağırlık ve renk ölçümleri yanı sıra titre edilebilir asitlik (TEA), suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı, kuru madde miktarı, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarları incelenmiştir. Olgunlaşmanın erken safhalarında meyvelerde renk yeşil iken, olgunlaşma safhasına doğru meyve rengi yeşilden kısmen pembeye ve mavi - mor renge dönüşmeye başlar. Renklenmenin başladığı aşamaya kadar meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlığı artış göstermiş olup olgunlaşmanın ilerlemesiyle sabit kalmıştır. Olgunlaşmayla birlikte toplam fenolik madde kapsamı (275.77-251.25 mg GAE 100 g⁻¹) azalmıştır. SÇKM içeriğinde artış ile TEA değerindeki azalmalar ve buna bağlı olarak tat ve lezzetin gelişimi meyve olgunlaştıkça artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Maviyemiş, toplam fenol, antioksidan aktivite.

Changes in Some Physiological, Phenolic Content and Antioxidant Activity during Maturation of Blueberry

Abstract

In this study, fruit characteristics of ‘Bluegold’ blueberry (*Vaccinium corymbosum* L. ‘Bluegold’) fruits grown in Rize/Pazar conditions were investigated at different maturation stages. For this purpose blueberry fruits were harvested at green color (S1), beginning to develop coloration (S2), purple color, some red and blue coloration (S3), dark blue (S4), advanced dark blue (S5) stages. In addition to width, length, weight and color measurements titratable acidity (TA), soluble solids content (SSC), dry matter, antioxidant activity, total phenolic content were investigated with fruit harvesting. In the early stages of maturation the colour of the fruit is green, but towards the maturation stage, the colour of the fruit starts to change from green to partially pink and blue-purple. The width-length-weight quantities, which increased until the beginning of coloring, remained constant with the progression of maturation. Total phenol content (275.77-251.25 mg GAE 100 g⁻¹) decreased with maturation. Decreases in the TA content with an increase in the SSC content and the development of taste and flavor accordingly increase as the fruit maturation.

Keywords: Blueberry, total phenol, antioxidant activity.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: N. Bakoğlu; nalan.bakoglu@erdogan.edu.tr

Makalenin Türü/Category: Araştırma/Research

Nalan BAKOĞLU  <https://orcid.org/0000-0002-1764-8925>

Giriş

Türkiye’nin ve özellikle asitli topraklara sahip olan Karadeniz Bölgesinin yeni meyvesi olan maviyemiş, çalı formunda, güneşi seven, kuvvetli asit karakterde toprak isteyen, sağlık açısından çok yararlı olduğu kadar birim alandaki getirisi de oldukça yüksek olan bir üzüksü meyvedir (Çelik, 2019). Dünya maviyemiş üretim miktarı 2023 yılında 186.413 ha alanda 1.220.665 tondur. Maviyemiş üretiminde ABD, Peru, Kanada ve Şili önemli ülkeler olmakla birlikte ABD, 51.315 ha alanda 333.660 ton üretim ile lider konumdadır ve toplam üretimin %27.3’ini karşılamaktadır (FAO, 2023). Ülkemiz maviyemiş üretim miktarı 8.418 da alanda 5.274

tondur. Maviyemiş üretiminde Bursa ili 4,151 da alanda 2132 ton ile ilk sırada yer alırken, sırasıyla Antalya ili 1.909 da alanda 2.032 ton üretimle ikinci sırada, Kırklareli ili 295 da alanda, 413 tonla üçüncü sırada, Rize ili ise 362 da alanda 288 ton ile dördüncü sırada yer almıştır (TÜİK, 2023). Maviyemiş fenolik bileşikler, yüksek antioksidan aktivitesi, antimikrobiyal, antiseptik özelliklere sahip olması dolayısıyla sağlık bileşenleri açısından oldukça zengin meyve türüdür (Giovannelli ve Buratti, 2009; Huang ve ark., 2012; Wang ve ark., 2020). Derim zamanları meyve kalitesinde önemli rol oynamaktadır. Çeşit, yetiştirme koşulları, iklim koşulları, olgunlaşma zamanı maviyemiş meyvelerinin

fenolik içeriği ve antioksidan aktiviteleri üzerinde etkileri bulunmaktadır (Prior ve ark., 1998; Howard ve ark., 2003; Skupień, 2006; Castrejón ve ark., 2008; Çelik ve ark., 2013). Bu çalışmada farklı olgunlaşma safhasındaki maviyemiş meyvelerinin bazı fiziksel ve biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada bitkisel materyal olarak Rize ili Pazar ilçesinde bir üretici bahçesinde yetiştirilen 'Bluegold' maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L. 'Bluegold') çeşidi kullanılmıştır. Meyveler renklenme durumuna göre yeşil renk (S1), renklemenin başladığı (S2), mor renk, kırmızımsı veya az mavi (S3), koyu mavi (S4), ileri koyu mavi (S5) olmak üzere 5 aşamada derilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Meyvelerin farklı olgunlaşma safhalarındaki görüntüsü (S1, S2, S3, S4, S5)

Meyvelerin uzunluğu ve meyve eni kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Meyve boyu (mm) meyvenin en üst ve en alt kısımları dikkate alınarak dik düzlemde, meyve eni (mm) ise dik büyük çap üzerinden meyve genişliği ölçülmüştür. Her bir meyvenin ağırlığının 0.01 g hassas terazide tartılmasıyla meyve ağırlığı (g) belirlenmiştir. Meyve et rengi CR-400 Minolta marka renk ölçer ile L^* , C^* ve h° cinsinden belirlenmiştir (McGuire, 1992). Suda çözünür kuru madde kapsamı el tipi refraktometre ile % olarak belirlenmiştir. Titre edilebilir asit miktarı belirlemek için 1g meyve suyu üzerine 49 ml saf su eklenmiş ve 0.1 N NaOH ile pH=8.1'e değin titre edilmiştir. Sonuçlar % sitrik asit cinsinden belirlenmiştir. Meyvelerin kuru madde miktarı gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Yaklaşık 10 g meyve 105°C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuş ve sonrasında kalan miktar üzerinden % olarak hesaplanmıştır. Toplam fenol ve antioksidan aktivite analizleri için öncelikle ekstraksiyon işlemleri tamamlanmıştır. Bu amaçla 5 g meyve örneği alınmış ve 20 ml (%80) metanol ile homojenize edilmiştir. Elde edilen karışım 4000 devirde 4°C'de 20 dk boyunca santrifüj edilmiş ve ekstraktlar analiz edilmeye kadar -80°C sıcaklıkta bekletilmiştir. Toplam fenolik madde içeriği Singleton ve Rossi (1965) tarafından belirtilen yöntemle yapılmıştır. Örneklerin absorbans değerleri

spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda ölçülmüş ve sonuçlar mg GAE 100 g⁻¹ olarak verilmiştir. Antioksidan aktiviteyi belirlemek amacıyla Benvenuti ve ark. (2004)'e göre 1 mM 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ile karanlıkta ve oda sıcaklığında 15 dakika inkübe edildikten sonra spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür. Sonuçlar EC50 olarak mg ml⁻¹ cinsinden verilmiştir.

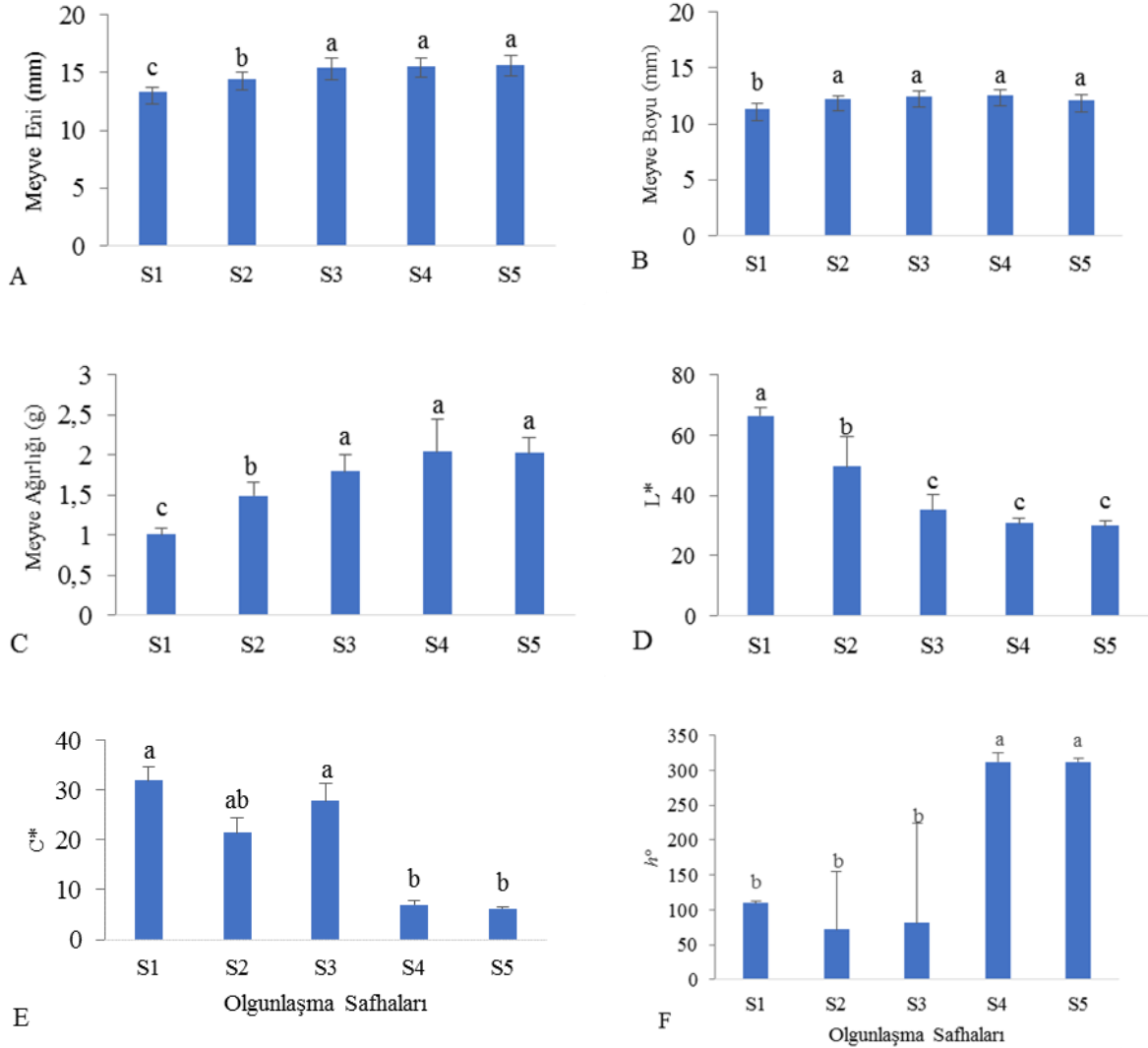
Çalışmada, meyveler her tekerrürde iki farklı ağaç bulunacak şekilde alınmış, deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 2023 yılında, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 meyve ile yürütülmüştür. Sonuçlar, JMP programında Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile P<0.05 hata düzeyinde analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Farklı olgunlaşma safhalarında meyve en, boy ve ağırlık değerleri arasındaki değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Maviyemiş meyvesinin meyve en değerleri olgunlaşma süreci boyunca (S1-S5) farklılıklar göstermiştir. Meyve eni ise S1'den S3'e kadar düzenli olarak artarken, S3-S5 arasında sabit kalmıştır. Olgunluk aşamalarına bağlı olarak meyvelerin eni sırasıyla 13.31, 14.48, 15.39, 15.56 ve 15.70 mm olarak tespit edilmiştir (Şekil 2A). Olgunlaşma sürecinde

meyve boyu S2'ye kadar artarken, S2-S5 arasında sabit kalmıştır. Olgunluk aşamalarına bağlı olarak meyvelerin boyu sırasıyla 11.33,

12.18, 12.49, 12.61 ve 12.09 mm olarak tespit edilmiştir (Şekil 2B).



Şekil 2. Maviyemiş meyvelerinin farklı olgunlaşma aşamalarında tespit edilen meyve en (A), meyve boy (B) ve meyve ağırlığı (C), meyve kabuk L*(D), meyve kabuk C (E) ve meyve kabuk h°(F) değerleri Veriler ± standart hatayı temsil eder (n= 15), farklılıklar Tukey testi kullanılarak (p< 0,05) belirlenmiştir.

Meyve ağırlığı ise meyve enine benzer şekilde S1'den S3'e kadar hızla artarken, S3-S5 arasında sabit kalmıştır. Olgunluk aşamalarına bağlı olarak meyve ağırlığı sırasıyla 1.01, 1.49, 1.79, 2.04 ve 2.02 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 2C). Meyvelerde olgunlaşmayla birlikte meyve en, boy ve ağırlığı değerleri artmaktadır (Ribera ve ark., 2010). Maviyemiş ağırlık artışında çift sigmoidal artış gösterir. Meyve ağırlığındaki artışın yeşil safhanın iki katından fazla olduğu belirtilmiştir (Castrejo'n ve ark., 2008). Aliman ve ark. (2020) meyve ağırlığının çeşitlere göre

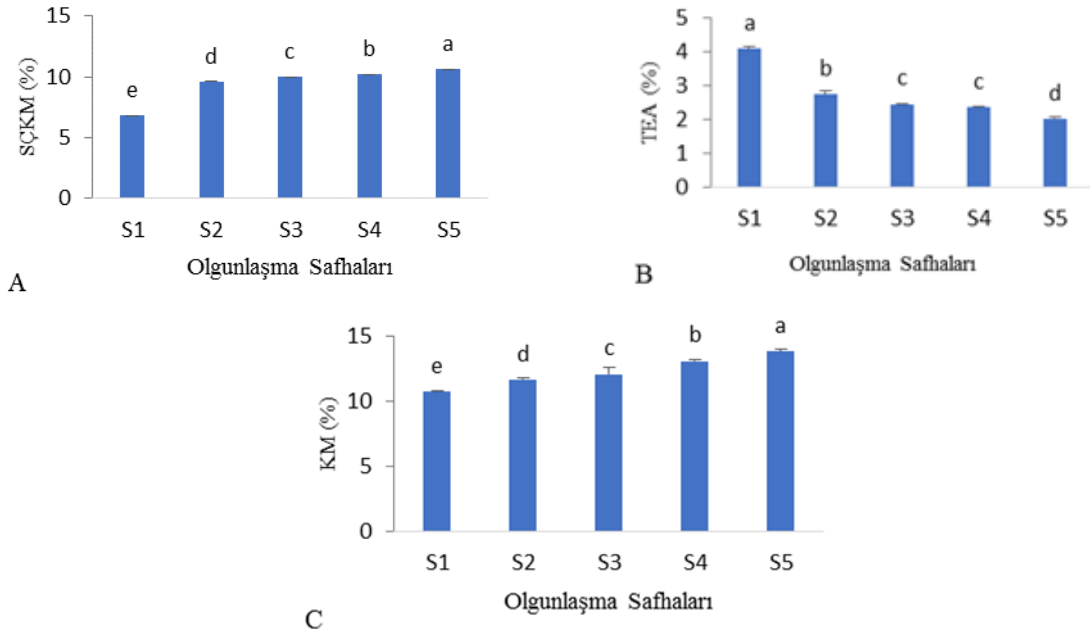
değiştiğini, derimde 'Bluegold' çeşidinin meyve ağırlığının 2,08-2,11 g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı olgunlaşma safhalarında meyve kabuk L*, C* ve h° değerleri arasındaki değişim Şekil 2'de gösterilmiştir. Maviyemiş meyvesinin meyve kabuk L* değerleri olgunlaşma süreci boyunca (S1-S5) farklılıklar göstermiştir. Meyve kabuk L* değeri S1'den S3'e kadar hızla azaldı, S3-S5 arasında sabit kaldı. L* değeri parlaklığı ifade etmekte ve olgunlaşmayla birlikte meyve kabuk

renğinin pembe, mavi-mora dönmesiyle bu değeri azalmaktadır (Şekil 2D). Olgunlaşma aşamasında en yüksek meyve kabuk C^* değeri S1-S3 aşamalarında aynı istatistiksel grupta yer aldığı belirlenmiş, ilerleyen olgunlaşma safhalarında azalarak S4-S5 arasında sabit kalmıştır (Şekil 2E). Meyve kabuk h° değeri S1-S3 aşamalarında aynı istatistiksel grupta yer aldığı belirlenmiş, ilerleyen olgunlaşma safhalarında artarak S4-S5 arasında sabit kalmıştır (Şekil 2F). Olgunlaşma safhalarında gözlenen renk tonları yeşilden pembeye ve son olarak maviye değişir. S4-S5 aşamalarında meyve tam rengini almıştır. Bu durum antosiyanin birikimiyle alakalıdır. Yeşil meyvelerde antosiyanin bulunmamakta ve artan olgunlaşmayla birlikte antosiyanin artışı görülmektedir (Connor ve ark., 2002; Kalt ve ark., 2003; Ribera ve ark., 2010). Smrke ve ark. (2023) tarafından yapılan çalışmada olgunlaşmamış meyvelerde yüksek olan L^* ve C^* değerlerinin olgunlaşmayla birlikte azaldığını, düşük olan h° değerinin ise yükseldiği belirtilmiştir. Nitekim çalışmada ‘Aurora’ çeşidinde olgunlaşmamış meyvedeki L^* değeri 58.08 iken tam olgunlaşmayla birlikte azalarak

32.15, C^* değeri 34.10 iken tam olgunlaşmayla birlikte azalarak 3.49, h° değeri 94.94 iken tam olgunlaşmayla birlikte artarak 262.1 olarak tespit edilmiştir. Moggia ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada %100 yeşil, %75 yeşil+%25 pembe, %50 yeşil+%50 pembe aşamalarda L^* , C^* ve h° değerlerinde belirgin farklılıklar bulunurken, %25 yeşil+%75 pembe-mavi, %100 mavi ve %100 mavi +5 gün aşamalarda hafif veya hiç fark bulunmamıştır. ‘Duke’ ve ‘Brigitta’ çeşitlerinde yeşil meyvede ortalama L^* değeri 62.6 ile olgun meyvede 34.1, C^* değeri 27.4 ile olgun meyvede 4.75, h° değeri 113.1 ile olgun meyvede 265.3 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile uyum göstermektedir.

Maviyemiş meyvelerinin farklı olgunlaşma safhalarındaki suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asitlik ve kuru madde miktarlarındaki değişim Şekil 3’te gösterilmiştir. Suda çözünür kuru madde miktarları olgunlaşma safhaları boyunca (S1-S5) artmıştır (Şekil 3A). Titre edilebilir asitlik miktarı S3-S4 safhalarında sabit kalarak azalmıştır (Şekil 3B).



Şekil 3. Maviyemiş meyvelerinin farklı olgunlaşma aşamalarında tespit edilen suda çözünür kuru madde (A), titre edilebilir asitlik miktarı (B) ve kuru madde miktarı (C). Veriler $\pm$ standart hatayı temsil eder ($n=3$), farklılıklar Tukey testi kullanılarak ($p<0,05$) belirlenmiştir.

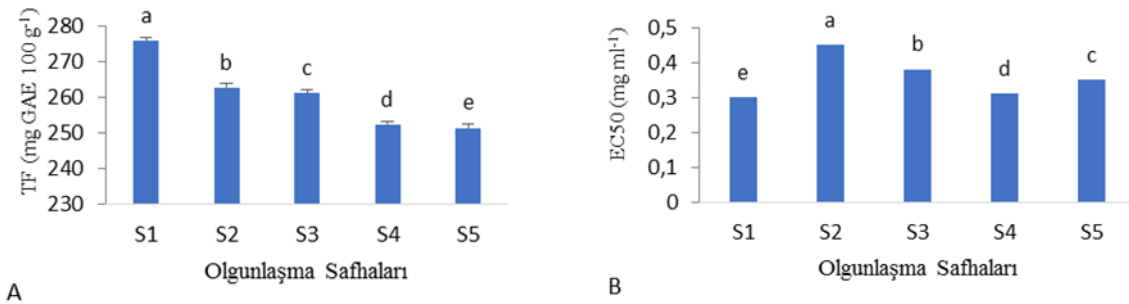
Çalışmamızla uyumlu olarak artan olgunluk safhalarıyla SCKM artarken, TEA miktarı meyve olgunlaşmasıyla azalmıştır (Castrejon ve ark., 2008). Ribera ve ark. (2010), ‘Bluegold’

çeşidinin suda çözünür kuru madde miktarı olgunlaşma safhalarına göre 7.64- 13.72 °Brix arasında arttığını, TEA miktarının ise 2.32-1.10 arasında azaldığını bildirmiştir. Kuru madde

miktarları olgunlaşma safhaları boyunca (S1-S5) artmıştır (Şekil 3C). Kalt ve ark. (2003), farklı olgunlaşma safhalarına göre kuru madde miktarları %11.9-15.2 arasında değiştiğini ve en yüksek değerlerin tam olgunlaşma aşamasında tespit edildiğini bildirmiştir. Bulgularımız bu çalışma ile uyumludur.

Farklı olgunlaşma safhalarında toplam fenol ve antioksidan aktivite (EC50) miktarları ölçülmüştür (Şekil 4). Toplam fenolik madde miktarı 275,77-251,25 mg GAE 100g⁻¹ arasında değişim göstererek olgunlaşma boyunca azalmıştır (Şekil 4A). Yeşil aşamada hasat edilen

meyveler diğer aşamalara göre daha yüksek toplam fenol içeriklerine sahiptir (Castrejon ve ark., 2008). Bulgularımız toplam fenol içeriğinin meyve olgunlaşmasıyla azaldığını belirleyen Connor ve ark. (2002), Kalt ve ark. (2003) Eichholz ve ark. (2015)'nın bulguları ile benzerdir. 'Bergitta', 'Bluegold' ve 'Nelson' maviyemiş çeşitlerinin farklı olgunlaşma safhalarında toplam fenol miktarları azalmış ve üç çeşidin ortalama toplam fenol miktarı yeşil meyvede 21.36 mg GAE g⁻¹ kuru ağırlık olgun meyvede ise 15.13 mg GAE g⁻¹ kuru ağırlık olarak belirtilmiştir (Kalt ve ark., 2003).



Şekil 4. Maviyemiş meyvelerinin farklı olgunlaşma aşamalarında toplam fenol miktarı (mg GAE 100 g⁻¹) (A), antioksidan aktivite miktarı (EC50 (mg ml⁻¹)) (B). Veriler ± standart hatayı temsil eder (n= 3), farklılıklar Tukey testi kullanılarak (p< 0,05) belirlenmiştir.

Antioksidan aktivite miktarında dalgalanma gözlemlenmiştir. Antioksidan aktivite miktarı S1-S2 aşamalarında önemli şekilde azaldı, S3-S4'te arttı ve S5'te tekrar azaldı (Şekil 4B). Belirlenen antioksidan aktivite miktarı DPPH radikalının %50'sini inhibe eden EC50 cinsinden belirlenmiş olup, bu değer küçüldükçe aktivite miktarı artmaktadır. Antioksidan aktivite miktarı olgunlaşmamış yeşil aşamadan kırmızı aşamaya artan olgunlukta azalmış, kırmızıdan olgun maviye artmıştır (Ribera ve ark. 2010). Bulgularımızda belirlenen antioksidan aktivite miktarındaki değişimler Connor ve ark. (2002) ve Kalt ve ark. (2003)'nın rapor ettiği bulgular ile benzer düzeyde bulunmuştur.

Sonuç

Bu çalışmada, maviyemiş meyvelerinin farklı olgunlaşma safhalarındaki fiziksel ve biyokimyasal özellikleri belirlenmiştir. Tüm parametrelerde S1-S5 olgunlaşma safhaları boyunca önemli değişimler gözlenmiştir. Olgunlaşma ile artan meyve en-boy-ağırlık miktarları S2-S3 aşamalarından sonra sabit

kalmıştır. Meyveler olgunlaştıkça SÇKM miktarları artış göstermiştir. Olgunlaşmayla birlikte meyve kabuk rengi yeşilden, pembe, mavi-mora döner. Toplam fenol miktarı azalmış, antioksidan aktivite miktarları olgunlaşma ile artmıştır.

Kaynaklar

- Aliman, J., Michalak, I., Busatlic, E., Aliman, L., Kulina, M., Radovic, M., Hasanbegovic, J., 2020. Study of the Physicochemical Properties of Highbush Blueberry and Wild Bilberry Fruit Incentral Bosnia. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 44(2): 156-168.
- Benvenuti, S., Pellati F., Melegari M., Bertelli D., 2004. Polyphenols, Anthocyanins, Ascorbic Acid, and Radical Scavenging Activity of Rubus, Ribes, and Aronia. Journal of Food Science. 69(3): 164-169.
- Castrejon, A.D.R., Eichholz, I., Rohn, S., Kroh, L.W., Huyskens-Keil, S., 2008. Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during Fruit Maturation

- and Ripening. Food Chemistry. 109(3): 564-572.
- Connor, A.M., Luby J.J., Tong B.S., Finn, C.E., Hancock, J.F., 2002. Genotypic and Environmental Variation in Antioxidant Activity, Total Phenolic Content, and Anthocyanin Content Among Blueberry Cultivars. Journal of the American Society for Horticultural Science. 127: 89-97.
- Çelik, H., Özgen, M., Saraçoğlu, O., 2013. Organik ve Standart Olarak Yetiştirilen Bazı Yüksek Boylu Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) Çeşitlerinin Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi. 18(2012): 167-176.
- Çelik, H., 2019. Maviyemişin Türkiye'deki Serüveni. Bahçe 48(Özel Sayı) 1:6. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu. 17-29.
- Eichholz, I., Huyskens-Keil, S., Rohn, S., 2015. Blueberry Phenolic Compounds: Fruit Maturation, Ripening and Post-Harvest Effects. IN Processing and Impact on Active Components in Food, Academic press. 173-180.
- FAO, 2023, <https://www.fao.org/faostat> Erişim tarihi: 04.03.2025.
- Giovanelli, G., Buratti, S. 2009. Comparison of Polyphenolic Composition and Antioxidant Activity of Wild Italian Blueberries and Some Cultivated Varieties. Food Chemistry. 112(4): 903-908.
- Howard, L. R., Clark, J. R., Brownmiller, C., 2003. Antioxidant Capacity and Phenolic Content in Blueberries as Affected by Genotype and Growing Season. Journal of the Science of Food and Agriculture. 83(12): 1238-1247.
- Huang, W.Y., Zhang, H.C., Liu, W.X., 2012. Survey of antioxidant Capacity and Phenolic Composition of Blueberry, Blackberry, and Strawberry in Nanjing. Journal of Zhejiang University-Science B. 13: 94-102.
- Kalt, W., Lawand, C., Ryan, D.A.J., McDonald, J.E., Donner, H., Forney, C.F., 2003. Oxygen Radical Absorbing Capacity, Anthocyanin and Phenolic Content of Highbush Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during Ripening and Storage. Journal of the American Society for Horticultural Science. 128: 917-923.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. HortScience. 27: 1254-1255.
- Moggia, C., González, C., Lobos, G. A., Bravo, C., Valdés, M., Lara, I., Graell, J., 2018. Changes in Quality and Maturity of 'Duke' and 'Brigitta' Blueberries during Fruit Development: Postharvest Implications. Acta Horticulturae. 1194: 1495-1501.
- Prior, R.L., Cao, G.H., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., Lischner, N., Ehlenfeldt, M., Kalt, W., Krewer, G., Mainland, C.M., 1998. Antioxidant Capacity as Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of *Vaccinium* Species. Journal of the Agricultural and Food Chemistry. 46(7): 2686-2693.
- Ribera, A.E., Reyes-Diaz, M., Alberdi, M., Zuñiga, G.E., Mora, M.L., 2010. Antioxidant Compounds in Skin and Pulp of Fruits Change Among Genotypes and Maturity Stages in Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Grown in Southern Chile. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 10(4): 509-536.
- Singleton, V., Rossi, J., 1965. Colorimetry of Total Phenolic Compounds with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. American Journal of Enology and Viticulture. 16: 144-158.
- Skupień, K., 2006. Chemical Composition Of Selected Cultivars of Highbush Blueberry Fruit (*Vaccinium corymbosum* L.). Folia Horticulturae. 18(2): 47-56.
- Smrke, T., Stajner, N., Cesar, T., Veberic, R., Hudina, M., Jakopic, J., 2023. Correlation between Destructive and Non-Destructive Measurements of Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Fruit during Maturation. Horticulturae. 9(4): 501.
- TÜİK, 2023. <https://biruni.tuik.gov.tr> Erişim tarihi: 06.03.2025.
- Wang, H., Kou, X., Wu, C., Fan, G., Li, T., 2020. Nitric Oxide and Hydrogen Peroxide are Involved in Methyl Jasmonate-Regulated Response Against Botrytis Cinerea in Postharvest Blueberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 68(47): 13632-13640.

Bazı Maviyemiş Çeşitlerinde Muhafaza, Taşıma, Dağıtım ve Raf Ömrü Simülasyonları için Farklı Sıcaklık ve Sürelerde Tutulmasının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

Emrah ZORLU 

Hatice DEMİRCİOĞLU 

Ebru KURT 

Edanur ÇAĞIMLAR 

Okan ÖZKAYA 

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

Öz

Bu çalışmada ‘Duke’, ‘Topshelf’ ve ‘Legacy’ maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*) çeşitlerini derim sonrası muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü simülasyonları yapılması için birbirini takip eden farklı zamanlardaki farklı sıcaklıkların meyvelerin muhafazası ve kaliteleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Öncelikle meyveler $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90-95 oransal nem içeren koşullarda 30 gün muhafazaya alınmıştır. Planlanan simülasyonlar için, maviyemiş meyvelerinde 10 günde bir periyodik olarak muhafaza sonunda 7 gün 2°C sıcaklıkta taşıma simülasyonu, 3 gün 5°C sıcaklıkta dağıtım kanalları simülasyonu ve 2 gün 12°C ’de raf ömrü simülasyonu yapılmıştır. Yapılan muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü simülasyonları süresince meyvelerde ağırlık kaybı (%), çürüme (%), meyve kabuk rengi (h°), solunum hızı ($\text{ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), meyve eti sertliği (N), suda çözünabilir kuru madde miktarı (% SÇKM), titre edilebilir asit miktarı (% TEA), pH, antioksidan kapasitesi (%), toplam fenolik madde miktarı (mg galik asit/L), görünüm (1-5 skala) ve mumsu tabaka miktarı gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Çalışmada yapılan bu analizler sonucunda; muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü koşullarında ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde ‘Topshelf’ ve ‘Duke’ maviyemiş çeşitlerine göre meyve kalite parametrelerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Maviyemiş, muhafaza, taşıma, dağıtım, raf ömrü.

Effects of Keeping at Different Temperatures and Durations for Storage, Transportation, Distribution and Shelf Life Simulations on Fruit Quality in Some Blueberry Varieties

Abstract

In this study, the effects of different temperatures at different times on the storage and quality of the fruits were investigated in order to simulate the post-harvest storage, transportation, distribution and shelf life of ‘Duke’, ‘Topshelf’ and ‘Legacy’ blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties. Firstly, the fruits were stored for 30 days at $1\pm 1^{\circ}\text{C}$ temperature and 90-95% relative humidity. For the planned simulations, transportation simulation at 2°C for 7 days, distribution channel simulation at 5°C for 3 days and shelf life simulation at 12°C for 2 days were performed periodically at the end of storage in blueberry fruits every 10 days. During the storage, transportation, distribution and shelf life simulations, physical and chemical analyses such as weight loss (%), decay (%), peel color (h°), respiration rate ($\text{ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), fruit flesh hardness (N), total soluble solids (%), titratable acidity (%), pH, antioxidant capacity (%), total phenolic substance amount (mg gallic acid/L), appearance (1-5 scale) and waxy layer amount were performed on the fruits. As a result of these analyses performed in the study; It was determined that the fruit quality parameters of the ‘Legacy’ blueberry variety were better than the ‘Topshelf’ and ‘Duke’ blueberry varieties under storage, transportation, distribution and shelf life conditions.

Keywords: Blueberry, storage, transportation, distribution, shelf life.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: Okan Özkaya; okanozkaya@yahoo.com
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Emrah ZORLU  <https://orcid.org/0000-0001-6279-0309>

Hatice DEMİRCİOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2469-5030>

Ebru KURT  <https://orcid.org/0000-0003-0072-0879>

Edanur ÇAĞIMLAR  <https://orcid.org/0009-0006-5148-3761>

Okan ÖZKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9448-5576>

Giriş

Üzümsü meyveler grubu içerisinde incelenen, ülkemizde maviyemiş veya likapa olarak bilinen blueberry sistematikte *Ericaceae* (Fundagiller) familyasının *Vaccinium* cinsine dahildir (Çelik, 2012; Çelik ve Ateş, 2009). Maviyemiş, anavatanı Kuzey Amerika olmasına rağmen Peru, Yeni Zelanda, Avustralya, Kuzey Avrupa, Çin, Fas ve son yıllarda Türkiye’de de yetiştirilmeye

başlanmıştır. Yüksek oranda antosiyanin, flavonoid ve polifenol bileşikler içerdiği için antioksidan kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Diğer meyve türlerine kıyasla daha fazla antioksidan içermektedir (Catherine, 2004; Rihiien, 2005; Giacomo, 2010). Maviyemişler tam güneş alan, nemli ve asitli topraklarda iyi gelişir.

Dünya'daki 248.048 ha maviyemiş üretim alanının %84.11'ini elinde bulunduran ilk 10 ülke Çin (%31.24), Amerika (%16.93), Peru (%8.65), Şili (%7.39), Kanada (%4.84), Polonya (4.79), Meksika (%4.59), Ukrayna (%2.21), İspanya (1.94) ve Güney Afrika'dır (%1.53). Dünya'da 1.860.080 ton maviyemiş üretilmekte olup bu üretimin %70,47'si taze (1.310.870 ton) olarak tüketilirken %29,52'si (549.210 ton) işlenmektedir (Çelik, 2024).

Maviyemiş insan sağlığı ve beslenmesi için de çok büyük öneme sahiptir. 100 gram yenilebilir maviyemişin %83'ünün su, %0,7'sinin protein, %0,5'inin yağ, %15'inin karbonhidrat, %1,5'unun lif olduğu ve 62 kalori sağladığı saptanmıştır. Maviyemiş taze meyve olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Meyve suyu sanayisinde, ilaç sanayisinde, süt ve süt ürünlerinde kullanımı yaygındır. Kuru meyve olarak, meyveli ekmek, çörek, kek, puding, pasta, baharat sanayisinde, meyve salatalarında, reçel, marmelat, konserve sanayisinde, çay, diyet menüleri ile şarap yapımı diğer kullanım alanlarındandır (Çelik, 2005).

Maviyemiş üretimi son yıllarda, dünyada ve ülkemizde üretimi hızla artmaktadır. Maviyemişlerde birçok meyve tür ve çeşidinde olduğu gibi olgunlaşma aşamasından sofraya gelene kadar pek çok nicel veya nitel kayıplar meydana gelmektedir. Birçok meyve türünde olduğu gibi maviyemiş üretimini de kısıtlayan ve kayba neden olan pek çok faktör bulunmaktadır. Yetiştiriciliğe ilave olarak, hasat ve sonrasında yapılan taşıma, işleme, depolama, pazarlama ve tüketim sürecinde yapılan yanlış uygulamalar bunların başında gelmektedir (Tural ve ark., 2017). Nitekim, taze, sulu meyve ve sebzelerde derim sonrası kayıplar; derim (%4-12), pazara hazırlık (%5-15), depolama (%3-10), taşıma (%2-8) ve tüketici (%1-5) aşamalarında meydana geldiği belirtilmiştir. Hasat sonrası meyvelerde kalite kaybı ve zararlanmaları önlemek adına gerekli özen gösterilmediği takdirde bu kayıplar özellikle üzüm, meyveler gibi hassas türlerde %50'nin üzerine çıkabilmektedir (Özelkök ve Kaynaş, 1991).

İşte bu nedenlerle bu çalışmada, maviyemişlerde bu hasat sonrası kayıplar farklı çeşitlerde farklı süre ve sıcaklıklarda nasıl olmaktadır sorularına yanıt aranmıştır. Çalışmada, her geçen gün önemi artan 'Duke', 'Topshelf' ve 'Legacy' maviyemiş

çeşitlerinde birbirini takip eden farklı zamanın (depolama, taşıma, dağıtım ve raf ömrü) ve bu zamanlarda artan sıcaklığın (1, 2, 5 ve 12 °C) maviyemiş kalitesi üzerine etkileri belirlenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı ve Soğuk Hava Depolarında yürütülmüştür. Bu çalışmada 'Duke', 'Topshelf' ve 'Legacy' maviyemiş çeşitlerinin meyveleri kullanılmıştır.

'Duke', en yaygın şekilde dikilen, erken olgunlaşan kuzey çeşididir. Çekici, sert, açık mavi, kaliteli bir meyveye sahip, ağır, tutarlı bir üreticidir. 'Duke' geç çiçek açar ancak erken olgunlaşır, bu da çiçekleri ilkbahar donlarından korur. Meyve yüklü dallar yere düşebilir ve bu da birçok bahçıvanın destek olarak basit bir kafes kullanmasına neden olur.

'Topshelf', iri, tam aromalı meyvesi ve güçlü bitki yapısı vardır. Hem düşük hem de yüksek soğuk bölgelerde tutarlı bir performans gösterir. Avrupa'da olağanüstü kalitesi birçok pazarlamacının dikkatini çekmiştir. Meyve büyüklüğünün büyük olması nedeniyle budaması kolaydır ve genç dönemde yüksek verim elde edilebilir.

'Legacy' meyveleri orta-iri ebattadır. Çok lezzetli ve şekerli meyve aroması vardır. Dekoratif olarak da kullanılmaktadır. Geçici bir kuzey çeşididir. Taze tüketimde kullanılabilen bu çeşit oldukça verimlidir. Soğuk zincirde uzun bir raf ömrüne sahiptir. 800-1.000 saat arası soğuklama ihtiyacı vardır.

Bursa'da özel firmadan temin edilen maviyemiş meyvesi 250 g'lık şale kutular içerisinde derimden hemen sonra soğutmalı bir araç ile Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarına getirilip belirlenmiş zamanlarda (depolama, taşıma, dağıtım ve raf ömrü) analizler yapmak amacıyla gruplandırılmıştır.

Maviyemişler muhafazadan başlayıp raf ömrüne kadar süreçte simülasyona tabi tutulmuştur. Maviyemişler 1 ± 1 °C, %90-95 oransal nemde (ON) 30 gün muhafaza edilmiştir. Periyodik olarak 10 günde bir muhafaza sonrası meyveler 7 gün 2 °C'de taşınma sıcaklığında bekletilmiştir. Taşıma sonrası meyveler 3 gün 5 °C'de dağıtım

sıcaklığında bekletilmiştir. Meyveler dağıtım sonrası 7 gün 12°C'de raf ömrü sıcaklığında bekletilmiştir.

Farklı çeşit maviyemiş örneklerinde depolama, taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler yapılan periyodik analizler ile belirlenmiştir.

Çalışma başlangıcında maviyemiş kutuları (250 g) etiketlenip ağırlıkları alınmış ve periyodik olarak ağırlıkları alınarak ağırlık kaybı başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Maviyemiş taneler üzerlerindeki mumsu tabakanın dokunma ve dış etkiler ile silinmemesine dikkat ederek 0.0001 hassasiyete sahip terazide tartılmıştır. Aynı taneler erlen içine konularak üzerine kloroform eklenip çalkanarak üzerindeki mumsu tabaka çözündürülmüştür. Kloroformu yıkanan taneler kuruduktan sonra tekrar tartılmıştır ve başlangıç ile aradaki fark mg/tane olarak kaydedilerek hesaplanmıştır (Aydın, 2009). Tüm süreçte alınan meyveler teker teker incelenerek oluşan mantarsal ve fizyolojik nedenli bozulmalar toplam çürük meyve miktarı % olarak saptanmıştır. Tüm süreçte meyvelerin görünimleri 1-5 hedonik skala (1: Çok Kötü, 2: Kötü, 3: Orta, 4: İyi ve 5: Çok İyi) yardımıyla değerlendirilmiştir. Meyve kabuk rengi (h°) Minolta CR-400 renk ölçer ile her maviyemişin ekvator bölgesinden bir okuma şeklinde L*, a*, b* değerleri saptanmış ve renk tonunda oluşan değişimler açısı değeri olan h° cinsinden ifade edilmiştir. Meyve eti sertliği her bir maviyemişin ekvatorial bölgesinde bir noktada penetrometre (3 mm) ile ölçülmüş ve Newton olarak değerlendirilmiştir. Meyve suyunda suda çözünabilir kuru madde (SÇKM, %) miktarı dijital el refraktometresi ile saptanmıştır. Meyve suyunda titre edilebilir asit (TEA, %) miktarı sitrik asit cinsinden (mg/100 g) ifade edilmiştir. Elde edilen meyve suyu pH'sı dijital bir pH metre ile belirlenmiştir. Toplam fenolik bileşik (mg gallik asit/L), spektrofotometrede Folin-Ciocalteu yöntemiyle belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2013). Antioksidan madde aktivitesi (%), spektrofotometrede DPPH yöntemiyle saptanmıştır (Klimczak ve ark., 2007).

Çalışma faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede her uygulama 3 yinelemeli ve her yinelemede 1 kutu (250 g) meyve olarak kurulmuş ve alınan sonuçların istatistik analizi JMP (13.2.0) paket

programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine ($P<0.05$) göre gruplandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Ağırlık Kaybı

Maviyemiş çeşitlerinde muhafaza süresine bağlı olarak süre arttıkça ağırlık kaybında artış gözlemlenmiştir. Alınan sonuçlar incelendiğinde muhafaza süresi boyunca en az ağırlık kaybı, %3.23 'Legacy' maviyemiş çeşidinde, bunu sırasıyla %3.53 ile 'Topshelf' maviyemiş çeşidi ve %4.32 ile 'Duke' maviyemiş çeşidi takip etmiştir. Muhafaza süresi boyunca en az ağırlık kaybı sırasıyla 10. gün (%1.64) ve 20. günde (%3.48) olarak belirlenmiştir. En fazla ağırlık kaybı 30. günde (%5.96) belirlenmiştir. Muhafaza sonrası devam eden süreçte (Taşıma, Dağıtım ve Raf ömrü) de artmıştır. En fazla ağırlık kaybı 'Duke' maviyemiş çeşidinde bunu sırasıyla 'Topshelf' ve 'Legacy' maviyemiş çeşitleri izlemiştir. Muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü sürecinde analiz sonuçlarına göre çeşitler, zaman ve çeşit*zaman etkileşimini arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 1). 'Austin', 'Brightwell' ve 'Premier' maviyemiş çeşitlerinde muhafaza ($0\pm 1^{\circ}\text{C}$, 90 ± 5 ON'de 14 gün) süresince meyvelerde ağırlık kaybının arttığı ve 1-metilsiklopropan uygulamalarında daha düşük olduğu belirlenmiştir (MacLean ve NeSmith, 2011). Maviyemişlerde derim sonrası yıkama işlemi (klor dioksit ve elektrolize su) sonrası muhafaza (15 gün) süresince ağırlık kaybının azaltılmasında etkili olduğu (Chiabrando ve ark., 2017); maviyemiş (cv. Britewell) meyvesinde muhafaza süresince ağırlık kaybının artmış olduğu (Chu ve ark., 2018); 'Blueray', 'Bluecrop' ve 'Patriot' maviyemiş çeşitlerinde Aljinat uygulamasının ağırlık kaybını önleyici yönde etkili olduğu (Bilgin, 2020); hasat öncesi farklı rejimlerde biyofilm (Parka™) püskürtülen 'Bluecrop' maviyemiş meyvelerinde muhafaza süresince (28 gün) ağırlık kaybı arttığı ve kontrol meyvelerinde diğer uygulamalardan daha fazla olduğu (Ateş, 2023) bulunmuştur. $5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 'de $85-90$ ON'de 3 hafta muhafaza edilen 'Berkley' maviyemiş çeşidinde muhafaza süresince ağırlık kaybı artmıştır (Magri ve Petriccion, 2022). Çalışmanın dağıtım süresince

(5°C) elde edilen sonuçlarıyla bu çalışma benzerlik göstermiştir.

Çizelge 1. Maviyemiş çeşitlerinde muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince ağırlık kaybındaki değişimler (%)

Çeşitler	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama
	10	20	30	
‘Duke’	1.90 f	4.12 d	6.94 a	4.32 a
‘Topshelf’	1.53 fg	3.19 e	5.88 b	3.53 b
‘Legacy’	1.50 g	3.14 e	5.06 c	3.23 c
Ortalama	1.64 c	3.48 b	5.96 a	
LSD _(0.05) Çeşit:0.23, LSD _(0.05) MS: 0.23, LSD _(0.05) Çeşit*MS:0.39				
Çeşitler	Taşıma Süresi (gün)			Ortalama
	10+7	20+7	30+7	
‘Duke’	3.65 e	6.21 c	9.28 a	6.38 a
‘Topshelf’	2.80 f	5.15 d	8.24 b	5.40 b
‘Legacy’	2.81 f	4.60 d	6.37 c	4.59 c
Ortalama	3.09 c	5.32 b	7.96 a	
LSD _(0.05) Çeşit:0.33, LSD _(0.05) TS: 0.33, LSD _(0.05) Çeşit*TS:0.57				
Çeşitler	Dağıtım Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3	20+7+3	30+7+3	
‘Duke’	4.43 f	7.37 c	10.36 a	7.39 a
‘Topshelf’	3.65 g	6.32 de	9.31 b	6.43 b
‘Legacy’	3.56 g	5.64 e	6.93 cd	5.38 c
Ortalama	3.88 c	6.44 b	8.87 a	
LSD _(0.05) Çeşit:0.40, LSD _(0.05) DS: 0.40, LSD _(0.05) Çeşit*DS:0.69				
Çeşitler	Raf Ömrü Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3+2	20+7+3+2	30+7+3+2	
‘Duke’	4.76 f	7.67 c	10.80 a	7.74 a
‘Topshelf’	4.55 f	6.65 de	9.78 b	6.99 b
‘Legacy’	4.28 f	5.97 e	7.25 cd	5.83 c
Ortalama	4.53 c	6.76 b	9.28 a	
LSD _(0.05) Çeşit:0.42, LSD _(0.05) RÖ: 0.42, LSD _(0.05) Çeşit*RÖ:0.73				

(MS: Muhafaza süresi, TS: Taşıma süresi, DS: Dağıtım süresi, RÖ: Raf ömrü)

Görünüm ve Çürüme

Maviyemişlerde çürük meyve miktarı muhafaza süresince artmış olduğu bulunmuştur. En yüksek çürük meyve miktarı ‘Topshelf’ (%2.86) maviyemiş çeşidinde belirlenirken bunu ‘Duke’ (%1.07) ve ‘Legacy’ (%0.36) maviyemiş çeşitleri takip etmiştir (Çizelge 2). Muhafaza sonrası devam eden süreçlerde de tüm çeşitlerde çürük meyve miktarı artmıştır. Genel olarak en fazla çürük meyve miktarı ‘Topshelf’ maviyemiş çeşidinde olduğu belirlenirken bunu sırasıyla ‘Duke’ ve ‘Legacy’ maviyemiş çeşitleri izlemiştir. Muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü

sürecinde analiz sonuçlarına göre çeşitler, zaman ve çeşit*zaman interaksyonu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 3). Maviyemiş (cv. Britewell) meyvesinde muhafaza süresince çürüme oranı artmış olduğu belirlenmiştir (Chu ve ark., 2018). Maviyemiş yıkama işlemi (klor dioksit ve elektrolize su) sonrası muhafaza (15 gün) süresince çürümenin az olduğu saptanmıştır (Chiabrando ve ark., 2017). Hasat öncesi farklı rejimlerde biyofilm (Parka™) püskürtülen maviyemiş (cv. Bluecrop) meyvelerinde muhafaza süresince (28 gün) çürük meyve oranı artmıştır (Ateş, 2023).

Çizelge 2. Maviyemiş çeşitlerinde muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince çürük meyve miktarındaki değişimler (%)

Çeşitler	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama
	10	20	30	
‘Duke’	0.00 c	1.43 bc	2.86 b	1.43 b
‘Topshelf’	0.00 c	2.86 b	8.57 a	3.81 a
‘Legacy’	0.00 c	0.00 c	1.43 bc	0.48 b
Ortalama	0.00 c	1.43 b	4.29 a	
LSD _(0.05) Çeşit:1.16, LSD _(0.05) MS: 1.33, LSD _(0.05) Çeşit*MS:2.31				
Çeşitler	Taşıma Süresi (gün)			Ortalama
	10+7	20+7	30+7	
‘Duke’	7.14 d	4.29 e	11.43 c	7.62 b
‘Topshelf’	0.00 f	14.29 b	21.43 a	11.90 a
‘Legacy’	0.00 f	0.00 f	1.43 f	0.48 c
Ortalama	2.38 c	6.19 b	11.43 a	
LSD _(0.05) Çeşit:1.16, LSD _(0.05) TS: 1.16, LSD _(0.05) Çeşit*TS: 2.00				
Çeşitler	Dağıtım Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3	20+7+3	30+7+3	
‘Duke’	0.00 e	8.57 d	21.43 b	10.00 b
‘Topshelf’	0.00 e	15.71 c	35.71 a	17.14 a
‘Legacy’	0.00 e	0.00 e	0.00 e	0.00 c
Ortalama	0.00 c	8.10 b	19.05 a	
LSD _(0.05) Çeşit:0.94, LSD _(0.05) DS: 0.94, LSD _(0.05) Çeşit*DS: 1.63				
Çeşitler	Raf Ömrü Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3+2	20+7+3+2	30+7+3+2	
‘Duke’	5.71 e	20.00 c	25.71 b	17.14 b
‘Topshelf’	12.86 d	25.71 a	42.86 a	27.14 a
‘Legacy’	0.00 f	0.00 f	11.43 d	3.81 c
Ortalama	6.19 c	15.24 b	26.67 a	
LSD _(0.05) Çeşit:2.06, LSD _(0.05) RÖ: 2.06, LSD _(0.05) Çeşit*RÖ:3.56				

(MS: Muhafaza süresi, TS: Taşıma süresi, DS: Dağıtım süresi, RÖ: Raf ömrü).

Maviyemişlerde meyve görünüm kalitesi (1-5 Skala) muhafaza süresince azaldığı bulunmuştur. Muhafaza süresince ve muhafaza sonrası devam eden süreçlerde zamanla görsel kalite tüm çeşitlerde azalmıştır. Genel olarak tüm süreçlerde en iyi görsel kalitenin ‘Topshelf’ maviyemiş çeşidinde olduğu belirlenirken bunu sırasıyla ‘Legacy’ ve ‘Duke’ maviyemiş çeşitleri izlemiştir (Veriler verilmemiştir). Maviyemiş (cv. Britewell) meyvesinde muhafaza süresince (36 gün) doğal mumsu tabakasının azalmasıyla kalitenin değiştiği bulunmuştur (Chu ve ark., 2018). Maviyemiş çeşitlerinde (‘Blueray’, ‘Bluecrop’ ve ‘Patriot’) Aljinat uygulamasının dış görünüş kaybını önlediğini bulunmuştur (Bilgin, 2020).

Mumsu Tabaka

Maviyemişlerde mumsu tabaka miktarı (mg/tane) muhafaza süresince genel olarak dalgalanma göstererek azaldığı bulunmuştur. Muhafaza

süresince en yüksek mumsu tabaka miktarı sırasıyla ‘Topshelf’ maviyemiş çeşidinde (0.69 mg/tane) ve ‘Duke’ maviyemiş çeşidinde (0.42 mg/tane) olduğu belirlenmiştir. En düşük mumsu tabaka miktarı ise ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde (0.34 mg/tane) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Muhafaza sonrası devam eden süreçlerde tüm çeşitlerde genel olarak dalgalanma göstererek azalmış olduğu saptanmıştır. Genel olarak tüm zamanlarda en yüksek mumsu tabaka miktarı ‘Topshelf’ maviyemiş çeşidinde belirlenirken bunu sırasıyla ‘Duke’ ve ‘Legacy’ maviyemiş çeşitleri izlemiştir (Çizelge 4). Muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü sürecinde analiz sonuçlarına göre çeşitler, zaman ve çeşit*zaman interaksyonu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Maviyemiş (cv. Britewell) meyvesinde doğal mumsu tabakası muhafaza süresince (36 gün) kaybolduğu bulunmuştur (Chu ve ark., 2018).

Hasat öncesi biyofilm (Parka™) püskürtülen maviyemiş (cv. 'Bluecrop') meyvelerinde muhafaza süresince (28 gün) mumsu tabaka

azalmıştır (Ateş, 2023). Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 3. Maviyemiş çeşitlerinde muhafaza süresince mumsu tabaka miktarındaki değişimler (mg/tane, %)

Çeşitler	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	10	20	30	
'Duke'	0.10 h	0.36 e	0.91 b	0.30 f	0.42 b
'Topshelf'	0.20 g	0.76 d	1.02 a	0.80 c	0.69 a
'Legacy'	0.00 i	0.29 f	0.76 d	0.31 f	0.34 c
Ortalama	0.10 c	0.47 b	0.90 a	0.47 b	

LSD_(0.05) Çeşit:0.01, LSD_(0.05) MS: 0.02, LSD_(0.05) Çeşit*MS:0.03. (MS: Muhafaza süresi).

Çizelge 4. Maviyemiş çeşitlerinde taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince mumsu tabaka miktarındaki değişimler (mg/tane, %)

Çeşitler	Taşıma Süresi (gün)			Ortalama
	10+7	20+7	30+7	
'Duke'	0.29 d	0.56 b	0.08 g	0.31 b
'Topshelf'	0.40 c	0.72 a	0.20 f	0.44 a
'Legacy'	0.24 e	0.27 d	0.10 g	0.20 c
Ortalama	0.31 b	0.52 a	0.12 c	

LSD_(0.05) Çeşit:0.02, LSD_(0.05) TS: 0.02, LSD_(0.05) Çeşit*TS:0.03

Çeşitler	Dağıtım Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3	20+7+3	30+7+3	
'Duke'	0.91 b	0.57 d	0.47 ef	0.65 b
'Topshelf'	1.02 a	0.74 c	0.50 de	0.75 a
'Legacy'	0.76 c	0.28 g	0.43 f	0.49 c
Ortalama	0.90 a	0.53 b	0.47 c	

LSD_(0.05) Çeşit:0.04, LSD_(0.05) DS: 0.04, LSD_(0.05) Çeşit*DS: 0.07

Çeşitler	Raf Ömrü Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3+2	20+7+3+2	30+7+3+2	
'Duke'	0.21 e	0.35 c	0.32 c	0.29 b
'Topshelf'	0.33 c	0.46 b	0.51 a	0.43 a
'Legacy'	0.05 f	0.26 d	0.54 a	0.28 b
Ortalama	0.20 c	0.35 b	0.46 a	

LSD_(0.05) Çeşit:0.01, LSD_(0.05) RÖ: 0.01, LSD_(0.05) Çeşit*RÖ: 0.01

(TS: Taşıma süresi, DS: Dağıtım süresi, RÖ: Raf ömrü).

Meyve Kabuk Rengi

Meyve kabuk rengi Hue (h°) değeri tüm çeşitlerde muhafaza süresince artmıştır. Muhafaza süresince en yüksek hue açısı değeri 294,31 h° ile 'Topshelf' maviyemiş çeşidinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 274,92 h° ile 'Duke' maviyemiş çeşidinde ve 270,28 h° ile 'Legacy' maviyemiş çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 5). Muhafaza sonrası devam eden süreçlerde tüm çeşitlerde hue açısı değerinin artmış olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bu süreçlerde

en yüksek hue açısı değeri 'Topshelf' maviyemiş çeşidinde olduğu belirlenirken bunu 'Duke' ve 'Legacy' maviyemiş çeşitleri takip etmiştir (Çizelge 6). Muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü sürecinde analiz sonuçlarına göre çeşitler, zaman ve çeşit*zaman etkileşimi arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. Chiabrando ve ark. (2017) klorin dioksit uygulamasında h° muhafaza süresince artan değerleri göstermiştir. Bilgin (2020) maviyemiş çeşitlerinde Aljinat uygulaması renk kaybını önleyici yönde etki gösterdiği tespit etmiştir. Hasat öncesi biyofilm (Parka™)

püskürtülen maviyemiş (cv. ‘Bluecrop’) olarak renk değerlerinin uygulamalara göre bir meyvelerinde muhafaza süresince (28 gün) genel farklılık oluşturmadığı saptanmıştır (Ateş, 2023).

Çizelge 5. Maviyemiş çeşitlerinde muhafaza süresince renk değişimleri (h°)

Çeşitler	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	10	20	30	
‘Duke’	277.62 c	270.57 c	273.47 c	278.00 c	274.92 b
‘Topshelf’	279.34 c	278.45 c	303.06 b	316.41 a	294.31 a
‘Legacy’	269.71 c	269.96 c	271.90 c	269.56 c	270.28 b
Ortalama	275.56 b	272.99 b	282.81 a	287.99 a	

LSD_(0.05) Çeşit:6.22, LSD_(0.05) MS: 7.18, LSD_(0.05) Çeşit*MS:12.44, (MS: Muhafaza süresi).

Çizelge 6. Maviyemiş çeşitlerinde taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince renk değişimleri (h°)

Çeşitler	Taşıma Süresi (gün)			Ortalama
	10+7	20+7	30+7	
‘Duke’	273.60	287.77	274.25	278.54 b
‘Topshelf’	289.53	308.63	316.72	304.96 a
‘Legacy’	271.00	273.41	271.06	271.83 b
Ortalama	278.05	289.94	287.34	

LSD_(0.05) Çeşit:11.73, LSD_(0.05) TS: 11.73, LSD_(0.05) Çeşit*TS: 20.32.

Çeşitler	Dağıtım Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3	20+7+3	30+7+3	
‘Duke’	273.68	276.49	314.59	288.25b
‘Topshelf’	317.48	296.49	347.13	320.37 a
‘Legacy’	271.81	268.33	270.08	270.07 c
Ortalama	287.66 b	280.44 b	310.60 a	

LSD_(0.05) Çeşit: 15.98, LSD_(0.05) DS: 15.98, LSD_(0.05) Çeşit*DS: 27.68

Çeşitler	Raf Ömrü Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3+2	20+7+3+2	30+7+3+2	
‘Duke’	284.90	273.42	276.26	278.19 b
‘Topshelf’	315.26	321.13	328.54	321.64 a
‘Legacy’	271.36	268.65	284.36	274.79 b
Ortalama	290.51	287.73	296.39	

LSD_(0.05) Çeşit: 13.04, LSD_(0.05) RÖ: 13.04, LSD_(0.05) Çeşit*RÖ: 22.58

(TS: Taşıma süresi, DS: Dağıtım süresi, RÖ: Raf ömrü).

Sertlik

Maviyemişlerde meyve eti sertliğinin (N) muhafaza süresince azaldığı bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek meyve eti sertliği ‘Legacy’ (4.84 N) mavi yemiş çeşidinde olduğu bulunurken bunu sırasıyla ‘Duke’ (4.45 N) ve ‘Topshelf’ (3.90 N) maviyemiş çeşitleri izlemiştir (Çizelge 7). Muhafaza sonrası devam eden süreçlerde tüm çeşitlerde meyve eti sertliği genel olarak azaldığı bulunmuştur. Bu süreçlerde meyve eti sertliği en yüksek ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 8). Muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü sürecinde analiz sonuçlarına göre çeşitler, zaman ve çeşit*zaman interaksyonu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur.

Birçok meyve türünde olduğu gibi maviyemişte de meyve sertliği pazar değeri için önemli bir kalite kriteridir (NeSmith ve ark., 2002). Sertlik, tüketiciler tarafından algılanan kaliteyi ve derim sonrası depolama potansiyelini etkilediği için maviyemiş için en önemli parametredir. Özellikle uzak pazarlara sunulacak ürünlerin daha yüksek meyve eti sertliğine sahip olması arzulanmaktadır (Yu ve ark., 2014; Cappai ve ark., 2018; Gallardo ve ark., 2018). 20 farklı maviyemiş çeşidinde yapılan incelemede çeşitlerin sertliklerinin birbirinden farklı olduğunu kaydedilmiştir (Marshall ve ark., 2008). Maviyemiş çeşitlerinde meyve sertliğinin muhafazanın 1. haftası ve oda koşullarının 4. günün de en düşük seviyede olduğu saptanmıştır

(MacLean ve NeSmith, 2011). Hasat öncesi biyofilm (Parka™) püskürtülen maviyemiş (cv. 'Bluecrop') meyvelerinde muhafaza süresince (28 gün) sertliğin azaldığı saptanmıştır (Ateş,

2023). Muhafaza süresince, olgunlaşmaya bağlı olarak meyve sertliğinin azalması beklenen bir olgudur. Bu çalışmada her üç çeşitte tüm süreçlerde sertliğin azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 7. Maviyemiş çeşitlerinde muhafaza süresince meyve eti sertlik değerindeki değişimler (N)

Çeşitler	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	10	20	30	
'Duke'	4.50 cd	4.13 d	5.05 b	4.11 d	4.45 b
'Topshelf'	6.69 a	2.79f	3.35e	2.79 f	3.90 c
'Legacy'	5.19 b	4.99 bc	4.19 d	4.99 bc	4.84 a
Ortalama	5.46 a	3.97 b	4.20 b	3.96 b	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.27, LSD_(0.05) MS: 0.31, LSD_(0.05) Çeşit*MS: 0.54, (MS: Muhafaza süresi).

Çizelge 8. Maviyemiş çeşitlerinde taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince meyve eti sertlik değerindeki değişimler (N)

Çeşitler	Taşıma Süresi (gün)			Ortalama
	10+7	20+7	30+7	
'Duke'	4.61 ab	4.48 b	3.39 d	4.16 b
'Topshelf'	4.09 c	2.64 e	2.34 e	3.02 c
'Legacy'	4.36 bc	4.85 a	4.44 b	4.55 a
Ortalama	4.35 a	3.99 b	3.39 c	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.18, LSD_(0.05) TS: 0.18, LSD_(0.05) Çeşit*TS: 0.31

Çeşitler	Dağıtım Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3	20+7+3	30+7+3	
'Duke'	4.74 a	4.14 b	3.04 c	3.97 b
'Topshelf'	3.33 c	3.54 c	2.25 d	3.04 c
'Legacy'	4.61 ab	4.43 ab	4.46 ab	4.50 a
Ortalama	4.23 a	4.03 a	3.25 b	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.31, LSD_(0.05) DS: 0.31, LSD_(0.05) Çeşit*DS: 0.54

Çeşitler	Raf Ömrü Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3+2	20+7+3+2	30+7+3+2	
'Duke'	5.08 a	4.00 b	3.78 b	4.28 b
'Topshelf'	3.13 c	2.78 c	1.85 d	2.58 c
'Legacy'	5.05 a	4.56 a	4.99 a	4.87 a
Ortalama	4.42 a	3.78 b	3.54 b	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.31, LSD_(0.05) RÖ: 0.31, LSD_(0.05) Çeşit*RÖ: 0.54

(TS: Taşıma süresi, DS: Dağıtım süresi, RÖ: Raf ömrü).

pH

Meyve suyu pH'sı muhafaza süresince 'Duke' ve 'Topshelf' maviyemiş çeşitlerinde artarken 'Legacy' maviyemiş çeşidinde azaldığı bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek meyve suyu pH'sı 'Duke' (3.53) mavi yemiş çeşidinde olduğu bulunurken bunu sırasıyla 'Legacy' (3.34) ve 'Topshelf' (3.19) maviyemiş çeşitleri izlemiştir (Çizelge 9). Muhafaza sonrası devam eden süreçlerde tüm çeşitlerde meyve suyu pH'sı genel olarak arttığı bulunmuştur. Bu süreçlerde meyve suyu pH'sı en yüksek 'Duke'

maviyemiş çeşidinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 10). Muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü sürecinde analiz sonuçlarına göre çeşitler, zaman ve çeşit*zaman etkileşimi arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Maviyemiş çeşitlerinde ('Bluecrop' ve 'Coville') düşük sıcaklıkta depolamanın, meyve pH değerinin artmasını engellediği belirlenmiş ve iyi tat kalitesini koruduğu saptanmıştır (Chiabrande ve ark., 2009). 5 ± 0.5 °C'de %85-90 ON'de 3 hafta muhafaza edilen 'Berkley' maviyemiş çeşidinde

muhafaza süresince pH değeri artmıştır (Magri ve Petriccion, 2022). Çalışmanın dağıtım süresince (5 °C) pH değerinin arttığı belirlenmiştir.

Çizelge 9. Maviyemiş çeşitlerinde muhafaza süresince pH değişimleri (%)

Çeşitler	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	10	20	30	
‘Duke’	3.50 c	3.36 e	3.37 e	3.87 a	3.53 a
‘Topshelf’	3.04 h	3.07 gh	3.08 gh	3.59 b	3.19 c
‘Legacy’	3.45 d	3.09 g	3.24 f	3.58 b	3.34 b
Ortalama	3.33 b	3.17 d	3.23 c	3.68 a	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.03, LSD_(0.05) MS: 0.03, LSD_(0.05) Çeşit*MS: 0.05. (MS: Muhafaza süresi).

Çizelge 10. Maviyemiş çeşitlerinde taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince pH değişimleri

Çeşitler	Taşıma Süresi (gün)			Ortalama
	10+7	20+7	30+7	
‘Duke’	3.34 d	3.57 b	3.72 a	3.54 a
‘Topshelf’	3.04 ef	3.27 d	3.03 f	3.11 c
‘Legacy’	3.08 ef	3.47 c	3.13e	3.22 b
Ortalama	3.15 c	3.44 a	3.29 b	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.05, LSD_(0.05) TS: 0.05, LSD_(0.05) Çeşit*TS: 0.09

Çeşitler	Dağıtım Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3	20+7+3	30+7+3	
‘Duke’	3.40 d	3.74 b	4.04 a	3.73 a
‘Topshelf’	3.09 e	3.42 d	3.73 b	3.41 c
‘Legacy’	3.04 e	3.59 c	3.77 b	3.47 b
Ortalama	3.18 c	3.58 b	3.85 a	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.05, LSD_(0.05) DS: 0.05, LSD_(0.05) Çeşit*DS: 0.09

Çeşitler	Raf Ömrü Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3+2	20+7+3+2	30+7+3+2	
‘Duke’	3.46 b	3.21 d	3.83 a	3.50 a
‘Topshelf’	3.11 e	2.98 f	3.37 c	3.15 c
‘Legacy’	3.25 d	3.03 f	3.42 bc	3.23 b
Ortalama	3.27 b	3.07 c	3.54 a	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.04, LSD_(0.05) RÖ: 0.04, LSD_(0.05) Çeşit*RÖ: 0.07

(TS: Taşıma süresi, DS: Dağıtım süresi, RÖ: Raf ömrü).

Titre Edilebilir Asitlik Miktarı

Meyve suyunda TEA miktarı ‘Duke’ ve ‘Topshelf’ maviyemiş çeşitlerinde sadece 10. günde bir artış meydana gelmiş ancak ilerleyen sürede azaldığı ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde azaldığı bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek meyve suyunda TEA miktarı ‘Legacy’ (%1,01) maviyemiş çeşidinde olduğu bulunurken bunu sırasıyla ‘Topshelf’ (%1,00) ve ‘Duke’ (%0,75) maviyemiş çeşitleri izlemiştir (Çizelge 11). Muhafaza sonrası devam eden süreçlerde tüm çeşitlerde meyve suyunda TEA miktarı genel olarak dalgalanma göstererek arttığı bulunmuştur. Bu süreçlerde meyve

suyunda TEA miktarı en yüksek ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 12). Muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü sürecinde analiz sonuçlarına göre çeşitler, zaman ve çeşit*zaman interaksyonu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Maviyemiş çeşitlerinde (‘Bluecrop’ ve ‘Coville’) düşük sıcaklıkta depolama, toplam TEA değerinin artmasını engellediği belirtilmiştir (Chiabrando ve ark., 2009). Chu ve ark. (2018), maviyemiş (cv. ‘Britewell’) meyvelerde muhafaza süresince TEA miktarı artmış olduğunu belirlemiştir. Bilgin (2020), maviyemiş çeşitlerinde Aljinat uygulamasının TEA miktarı kaybını önlediği

belirlemiştir. *Aleo vera* jel uygulanmamış maviyemiş meyvelerinin depolama sonunda daha yüksek asitlik içeriğine sahip olduğu kaydedilmiştir (Ates ve ark., 2022). Hasat öncesi biyofilm (Parka™) püskürtülen maviyemiş (cv. ‘Bluecrop’) meyvelerinde muhafaza süresince (28 gün) TEA miktarının tüm uygulamalarda azaldığı bulunmuştur (Ateş, 2023). $5\pm0.5^{\circ}\text{C}$ ’de

%85-90 ON’de 3 hafta muhafaza edilen ‘Berkley’ maviyemiş çeşidinde muhafaza süresince TEA miktarı azalmıştır (Magri ve Petriccion, 2022). Çalışmanın dağıtım süresince (5°C) TEA miktarı ‘Duke’ ve ‘Topshelf’ maviyemiş çeşitlerinde artarken ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde azalmıştır.

Çizelge 11. Maviyemiş çeşitlerinde muhafaza süresince TEA miktarındaki değişimler (%)

Çeşitler	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	10	20	30	
‘Duke’	0.74 h	0.84 f	0.76 gh	0.66 i	0.75 c
‘Topshelf’	1.21 b	1.00 c	1.00 c	0.78 g	1.00 b
‘Legacy’	1.00 c	1.26 a	0.91 d	0.87 e	1.01 a
Ortalama	0.98 b	1.03 a	0.89 c	0.77 d	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.01, LSD_(0.05) MS: 0.01, LSD_(0.05) Çeşit*MS: 0.02. (MS: Muhafaza süresi).

Çizelge 12. Maviyemiş çeşitlerinde taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince TEA miktarındaki değişimler (%)

Çeşitler	Taşıma Süresi (gün)			Ortalama
	10+7	20+7	30+7	
‘Duke’	0.78 e	1.00 b	0.58 f	0.79 b
‘Topshelf’	0.95 c	1.16 a	0.91 d	1.00 a
‘Legacy’	0.97 c	0.90 d	1.15 a	1.00 a
Ortalama	0.90 b	1.02 a	0.88 c	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.02. LSD_(0.05) TS: 0.02 LSD_(0.05) Çeşit*TS: 0.03

Çeşitler	Dağıtım Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3	20+7+3	30+7+3	
‘Duke’	0.64 h	0.67 g	0.67 g	0.66 c
‘Topshelf’	0.86 e	0.92 d	1.04 c	0.94 b
‘Legacy’	1.38 a	0.81 f	1.25 b	1.15 a
Ortalama	0.96 b	0.80 c	0.99 a	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.01 LSD_(0.05) DS: 0.01 LSD_(0.05) Çeşit*DS: 0.02

Çeşitler	Raf Ömrü Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3+2	20+7+3+2	30+7+3+2	
‘Duke’	0.73 f	0.61 h	0.63 g	0.66 c
‘Topshelf’	1.01 d	1.06 c	1.10 b	1.06 b
‘Legacy’	0.98 e	1.10 b	1.31 a	1.13 a
Ortalama	0.91 b	0.92 b	1.02 a	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.01 LSD_(0.05) RÖ: 0.01 LSD_(0.05) Çeşit*RÖ: 0.02

(TS: Taşıma süresi, DS: Dağıtım süresi, RÖ: Raf ömrü).

Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Meyve suyunda SÇKM miktarı muhafaza süresince ‘Legacy’ ve ‘Topshelf’ maviyemiş çeşitlerinde dalgalanma göstermekle birlikte arttığı bulunurken ‘Duke’ maviyemiş çeşidinde azaldığı bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek meyve suyunda SÇKM miktarı ‘Legacy’ (%10,61) maviyemiş çeşidinde olduğu

bulunurken bunu sırasıyla ‘Duke’ (%8,69) ve ‘Topshelf’ (%3,38) maviyemiş çeşitleri izlemiştir (Çizelge 13). Muhafaza sonrası devam eden süreçlerde tüm çeşitlerde meyve suyunda SÇKM miktarı genel olarak dalgalanma göstererek azaldığı bulunmuştur. Bu süreçlerde meyve suyunda SÇKM miktarı en yüksek ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde olduğu belirlenmiştir

(Çizelge 14). Muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince analiz sonuçlarına göre çeşitler, zaman ve çeşit*zaman interaksyonu arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Özellikle meyvelerde SÇKM arttıkça, meyve tadı artmaktadır. Chiabrando ve ark. (2009), maviyemiş çeşitlerinde ('Bluecrop' ve 'Coville') düşük sıcaklıkta depolamanın, toplam SÇKM azalmasını engellediğini belirtmişlerdir. Maviyemiste muhafaza süresince SÇKM içeriğinin arttığı (Parka uygulaması) bildirilmiştir (Vance ve Strik, 2018). *Aleo vera* jel uygulanmamış maviyemiş meyvelerinin depolama sonunda daha düşük SÇKM içeriğine

sahip olduğu bildirilmiştir (Ateş ve ark., 2022). Hasat öncesi biyofilm (Parka™) püskürtülen maviyemiş (cv. 'Bluecrop') meyvelerinde muhafaza süresince (28 gün) tüm uygulamalarda SÇKM içeriğinin azaldığı bulunmuştur (Ateş, 2023). $5\pm0.5^{\circ}\text{C}$ 'de %85-90 ON'de 3 hafta muhafaza edilen 'Berkley' maviyemiş çeşidinde muhafaza süresince SÇKM miktarı artmıştır (Magri ve Petriccion, 2022). Çalışmanın dağıtım süresince (5°C) SÇKM miktarı 'Duke' ve 'Legacy' maviyemiş çeşitlerinde dalgalanma göstererek artarken 'Topshelf' maviyemiş çeşidinde de azalmıştır.

Çizelge 13. Maviyemiş çeşitlerinde muhafaza süresince SÇKM miktarındaki değişimler (%)

Çeşitler	Muhafaza Süresi (gün)				Ortalama
	0	10	20	30	
'Duke'	9.50 d	8.40 gh	8.60 fg	8.27 hi	8.69 b
'Topshelf'	8.03 i	9.17 e	7.60 j	8.70 f	8.38 c
'Legacy'	10.40 c	11.70 a	9.03 e	11.30 b	10.61 a
Ortalama	9.31 b	9.76 a	8.41 c	9.42 b	

LSD_(0.05) Çeşit:0.14, LSD_(0.05) MS: 0.17, LSD_(0.05) Çeşit*MS: 0.29 (MS: Muhafaza süresi).

Çizelge 14. Maviyemiş çeşitlerinde taşıma, dağıtım ve raf ömrü süresince SÇKM miktarındaki değişimler (%)

Çeşitler	Taşıma Süresi (gün)			Ortalama
	10+7	20+7	30+7	
'Duke'	9.70 c	8.80 e	9.13 d	9.21 b
'Topshelf'	9.03 de	8.33 f	9.20 d	8.86 c
'Legacy'	11.47 a	11.50 a	10.40 b	11.12 a
Ortalama	10.07 a	9.54 b	9.58 b	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.18, LSD_(0.05) TS: 0.18, LSD_(0.05) Çeşit*TS: 0.32

Çeşitler	Dağıtım Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3	20+7+3	30+7+3	
'Duke'	9.10 c	9.30 c	9.13 c	9.18 a
'Topshelf'	9.23 c	8.73 d	8.60 d	8.86 c
'Legacy'	7.90 e	11.40 a	10.20 b	9.83 b
Ortalama	8.74 c	9.81 a	9.31 b	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.16, LSD_(0.05) DS: 0.16, LSD_(0.05) Çeşit*DS: 0.28

Çeşitler	Raf Ömrü Süresi (gün)			Ortalama
	10+7+3+2	20+7+3+2	30+7+3+2	
'Duke'	8.50 cd	8.30 d	8.87 b	8.56 c
'Topshelf'	9.03 b	8.47 cd	9.05 b	8.85 b
'Legacy'	8.80 bc	11.50 a	11.27 a	10.52 a
Ortalama	8.78 c	9.42 b	9.73 a	

LSD_(0.05) Çeşit: 0.20, LSD_(0.05) RÖ: 0.20, LSD_(0.05) Çeşit*RÖ: 0.34

(TS: Taşıma süresi, DS: Dağıtım süresi, RÖ: Raf ömrü).

Antioksidan Aktivitesi ve Toplam Fenolik Madde

Antioksidan aktivitesi (%) muhafaza süresince tüm maviyemiş çeşitlerinde dalgalanma göstermekle birlikte azaldığı bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek antioksidan aktivitesi ‘Topshelf’ (%80.51) maviyemiş çeşidinde olduğu bulunurken bunu sırasıyla ‘Legacy’ (%73.10) ve ‘Duke’ (%65.18) maviyemiş çeşitleri izlemiştir. Muhafaza sonrası devam eden süreçlerde tüm çeşitlerde antioksidan aktivitesi genel olarak dalgalanma göstererek azaldığı bulunmuştur. Bu süreçlerde antioksidan aktivitesi en yüksek ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde olduğu belirlenmiştir (veriler verilmemiştir). Toplam fenolik madde miktarı (mg gallik asit/L) muhafaza süresince tüm maviyemiş çeşitlerinde dalgalanma göstermekle birlikte arttığı bulunmuştur. Muhafaza süresince en yüksek toplam fenolik madde miktarı ‘Legacy’ (363.28 mg gallik asit/L) maviyemiş çeşidinde olduğu bulunurken bunu sırasıyla ‘Topshelf’ (214.53 mg gallik asit/L) ve ‘Duke’ (117.28 mg gallik/L) maviyemiş çeşitleri izlemiştir. Muhafaza sonrası devam eden süreçlerde tüm çeşitlerde toplam fenolik madde miktarı genel olarak dalgalanma göstererek azaldığı bulunmuştur. Bu süreçlerde toplam fenolik madde miktarı en yüksek ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde olduğu belirlenmiştir (veriler verilmemiştir). Dokuz maviyemiş (*Vaccinium* L. sp.) çeşidinde derimde ve 5°C’de depolandıktan sonra antioksidan aktivite ve toplam fenolik içerik artışların meydana gelebileceği ve bunun çeşide bağlı olduğu gösterilmiştir (Connor ve ark., 2002). Bazı uygulama yapılmış (kitosan, aljinat, kitosan+aljinat, Arap zamkı ve gül özü) maviyemiş meyvelerinin muhafaza süresince toplam fenol ve antioksidan aktivitelerinde düzensiz artış veya azalmaların olduğu belirtilmiştir (Chiabrande ve Giacalone, 2015; Yang ve ark., 2019).

Sonuç

Maviyemiş çeşitlerinde incelenen parametrelerde muhafaza süresince meydana gelen değişimler genel olarak muhafaza sonrası tüm süreçlerde devam ettiği belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen veriler sonucunda muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömrü koşullarında ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde ‘Topshelf’ ve ‘Duke’

maviyemiş çeşitlerine göre meyve kalitesini daha iyi korunduğu belirlenmiştir. ‘Legacy’ maviyemiş çeşidinde 1±1°C sıcaklık ve %90-95 ON’de 30 gün muhafaza, 2°C sıcaklıkta 7 gün taşıma, 5°C sıcaklıkta 3 gün dağıtım ve 12°C’de 2 gün raf ömründe diğer iki çeşide göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. ‘Topshelf’ ve ‘Duke’ maviyemiş çeşitleri için muhafaza, taşıma, dağıtım ve raf ömründe tutulma sıcaklık derecelerinin ve bu sıcaklıklarda kalma süresinin yeniden ayarlanması önerilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Prof. Dr. Okan ÖZKAYA danışmanlığında yürütülen yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Desteklerinden dolayı Prof. Dr. Okan ÖZKAYA’ya teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Ateş, U., 2023. Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum*) Meyvesinin Hasat ve Depolama Süresince Kalite Özellikleri Üzerine Biyofilm Uygulama Rejimlerinin Etkisi.
- Aydın S, 2009. Bazı Sofralık Üzüm Çeşitlerinde Tane Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Tekirdağ 30s.
- Bilgin, J., 2020. Aljinat Uygulamasının Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) Çeşitlerinin Muhafaza Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi.
- Cappai, F., Benevenuto, J., Ferrão, LFV., Munoz, P., 2018. Molecular and genetic bases of fruit firmness variation in blueberry-a review. *Agronomy*, 8(9), 174.
- Catherine, T., 2004. Antioxidant Activity, Protective Effects and Absorption of Polyphenolic Compounds. University of Glasgow, Doctoral dissertation
- Cemeroğlu, B.S. Gıda Analizleri Kitabı, 2013, 102-108.
- Chiabrande, V., Giacalone G., Rolle L., 2009. “Mechanical Behaviour and Quality Traits of Highbush Blueberry during Postharvest Storage.” *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89 (6): 989–92.
- Chiabrande, V., Giacalone, G., 2015. Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity after fresh storage of blueberry treated with edible coatings. *International*

- Journal of Food Sciences and Nutrition, 66(3), 248- 253.
- Chiabrando, V., Peano, C., Giacalone, G., 2017. "The Efficacy of Different Postharvest Treatments on Physico-Chemical Characteristics, Bioactive Components and Microbiological Quality of Fresh Blueberries during Storage Period." Food Research 1 (6): 240–48.
- Chu, W., Gao, H., Chen, H., Fang, X., Zheng, Y., 2018. Effects of cuticular wax on the postharvest quality of blueberry fruit. Food Chemistry, 239, 68-74.
- Chu, W., Gao, H., Chen, H., Fang, X., Zheng, Y., 2018. Effects of cuticular wax on the postharvest quality of blueberry fruit. Food Chemistry, 239, 68-74
- Connor, A.M., Luby, J.J., Hancock, J.F., Berkheimer, S., Hanson, E.J., 2002. "Changes in Fruit Antioxidant Activity among Blueberry Cultivars during Cold-Temperature Storage." Journal of Agricultural and Food Chemistry 50 (4): 893–98.
- Çelik, H., 2005. Yaban Mersini (Lıkapa) Yetiştiriciliği, HASAD Yay. 128p.
- Çelik, H., 2012a. Maviyemiş Yetiştiriciliği. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Eğitim Yayın ve Yayınlar Dairesi Başkanlığı. Çiftçi Eğitim Serisi Yayın No: 2012/73, 66s. (Düzeltilmiş Yeni Baskı)
- Çelik, H., 2012b. Türkiye'deki yabanmersini terim karmaşasının çözümü, kültürü yapılan ve yapılmayan *Vaccinium* türleri. IV. Ulusal Üzümsü Meyveler Semp. 3-5 Ekim, Akdeniz Üniv., Antalya. Çağrılı Bildiri, Bildiriler Kitabı 137-149.
- Çelik, H., 2012c. Yüksek Boylu Maviyemiş (Highbush Blueberry) Yetiştiriciliği. Gifimey Mesleki Yayınlar Serisi-III, ISBN: 978-605-88510-9-2, 152p.
- Çelik, H., 2024. Maviyemiş Üretim ve Ekonomisi. Harman Time Nisan 2024 sayı 134.
- Çelik, H., Ateş, S., 2009. Kültürü yapılan *Vaccinium* türleri ve sağlık açısından yararları. III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 10-12 Haziran, Kahramanmaraş. 314-325.
- Gallardo, R.K., Stafne, E.T., DeVetter, L.W., Zhang, Q., Li, C., Takeda, F., Williamson, J., Qiang Yang, W., O. Cline, W., Beaudry, R., Allen, R., 2018. Blueberry producers' attitudes toward harvest mechanization for fresh market. Horticulture Technology, 28(1), 10-16.
- Giacomo C., 2010. Characterization of bioactive compounds and quality attributes in *Vaccinium* spp. during development ripening and storage. Università Degli Studi Di Milano, Doctoral dissertation, Italy
- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., Gliszczynska-Świgło, A., 2007. Effect of Storage on the Content of Polyphenols, Vitamin C and the Antioxidant Activity of Orange Juices. Journal of Food Composition and Analysis, 20: 313-322.
- MacLean, D.D., NeSmith, D.S., 2011. Rabbiteye blueberry postharvest fruit quality and stimulation of ethylene production by 1-methylcyclopropene. HortScience, 46 (9), 1278-1281.
- Magri, A., Petriccione, M., 2022. Melatonin treatment reduces qualitative decay and improves antioxidant system in highbush blueberry fruit during cold storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 102(10), 4229-4237.
- Marshall, D.A., Spiers, J.M. Stringer, S.J., 2008. Blueberry splitting tendencies as predicted by fruit firmness. HortScience, 43(2), 567-570.
- NeSmith, D.S., Prussia, S., Tetteh, M., Krewer, G., 2002. Firmness losses of rabbiteye blueberries (*Vaccinium ashei* Reade) during harvesting and handling. Acta Horticulture, 574, 287-293
- Özelkök, S., Kaynaş, K., 1991. Taze Meyve ve Sebzelerde Derim ve Derim Sonrasında Oluşan Kayıplar ve Alınacak Önlemler. T.O.K. Dergisi, No: 59: 9, Ankara.
- Riihien, K., 2005. Phenolic Compounds of Berries. Kuopio University, Doctoral dissertation, Finland
- Rivera, S., Kerckhoffs, H., Sofkova-Bobcheva, S., Hutchins D., East A., 2021. "Influence of Water Loss on Mechanical Properties of Stored Blueberries." Postharvest Biology and Technology 176 (July 2020): 111498.
- Rodrigues, E., Naira, P., Ismael, I.R., Luciano, V.G., Camila, R.M., Roseane, F., 2011. "Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Blueberry Cultivars Grown in Brazil." Food Science and Technology (Campinas) 31 (4): 911–17.

- Sanford, K.A., Lidster, P.D., McRae, K.B., Jackson, E.D., Lawrence, R.A., Stark, R., Prange, R.K., 1991. Lowbush Blueberry Quality Changes in Response to Mechanical Damage and Storage Temperature. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116 (1): 47–51.
- Tural, S., Sarıcaoğlu, F.T., Turhan, S., 2017. Yenilebilir film ve kaplamalar: üretimleri uygulama yöntemleri fonksiyonları ve kaslı gıdalarda kullanımları. *Akademik Gıda* 15(1), 84-94.
- Vance, A.J., Strik, B.C., 2018. New foliar-applied biofilm had no impact on splitting or fruit quality in ‘Elliott’ and ‘Legacy’ Blueberry in Oregon. *HortTechnology*, 28(6), 836-842.
- Yang, Z., Zou, X., Li, Z., Huang, X., Zhai, X., Zhang, W., Shi J., Tahir, H.E., 2019. Improved postharvest quality of cold stored blueberry by edible coating based on composite gum Arabic/roselle extract. *Food and Bioprocess Technology*, 12(9), 1537-1547.
- Yu, P., Li, C., Takeda, F., Krewer, G., 2014. Visual bruise assessment and analysis of mechanical impact measurement in southern highbush blueberries. *Applied Engineering in Agriculture*, 30(1), 29-37.

Farklı Hasat Zamanlarında Hasat Edilen 'Bluecrop' Maviyemiş Çeşidi Meyvelerinde Budamanın Bazı Pomolojik ve Biyokimyasal Özelliklere Etkisi

Mustafa AKBULUT¹ 

Mehmet Zahit AYDIN¹ 

Songül YILDIZ² 

Şefik Tunahan ÇENGEL¹ 

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Rize Pazar Türkiye

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Pazar Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Rize Türkiye

Öz

Bu çalışma, 'Bluecrop' maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşidinde budamanın meyve kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Budama, bitki gelişimini kontrol altına almak ve meyve kalitesini artırmak amacıyla yaygın olarak kullanılan bir kültürel işlemdir. Maviyemiş genellikle şekil budaması ve gençleştirme budaması tercih edilmektedir. Şekil budaması, bitkinin dengeli bir yapıya sahip olması için dalların düzenlenmesini sağlarken, gençleştirme budaması eski ve verimsiz dalların kesilerek yeni sürgünlerin teşvik edilmesine yöneliktir. Bu uygulamalar, meyve kalitesini ve verimini olumlu yönde etkiler. Araştırmada, budanan ve budanmayan bitkilerden elde edilen meyveler; ağırlık, eni, boyu, renk ve suda çözünür kuru madde (SÇKM) açısından karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, budamanın genellikle daha iri ve ağır meyvelerin oluşumuna yol açtığını göstermiştir. Budanan bitkilerden elde edilen meyveler daha koyu renkli ve daha yüksek SÇKM değerine sahip olmuştur. Özetle, şekil ve gençleştirme budaması, 'Bluecrop' maviyemiş meyve kalitesini artırmak için etkili yöntemler olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Renk ölçümü, Meyve iriliği, verimlilik analizi, meyve gelişimi.

Effects of Pruning on Some Pomological and Chemical Characteristics in 'Bluecrop' Blueberry Cultivar

Abstract

This study was conducted to determine the effects of pruning on fruit quality in the 'Bluecrop' blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivar. Pruning is a widely used cultural practice aimed at controlling vegetative growth and improving fruit quality. In blueberries, structural pruning and rejuvenation pruning are commonly applied. Structural pruning involves the regulation of branches to achieve a balanced canopy architecture, whereas rejuvenation pruning entails the removal of old and unproductive wood to stimulate new shoot growth. These practices positively influence fruit quality and yield. In this study, fruits obtained from pruned and unpruned plants were compared in terms of fruit weight, width, length, color, and soluble solids content (SSC). The results indicated that pruning generally promoted the development of larger and heavier fruits. Fruits from pruned plants exhibited deeper coloration and higher SSC values. In summary, structural and rejuvenation pruning are effective methods to enhance fruit quality in the 'Bluecrop' blueberry cultivar.

Keywords: Colorimetric analysis, fruit size, yield performance Analysis, fruit development.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: M. Akbulut; mustafa.akbulut@erdogan.edu.tr

Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Mustafa AKBULUT  <https://orcid.org/0000-0003-1028-162X>

Songül YILDIZ  <https://orcid.org/0000-0003-4748-6661>

Mehmet Zahit AYDIN  <https://orcid.org/0000-0002-7833-521X>

Şefik Tunahan ÇENGEL  <https://orcid.org/0009-0003-0336-6825>

Giriş

Maviyemiş (*Vaccinium* spp.), Ericaceae familyasına ait, genellikle serin iklimlerde yetişen, küçük meyveli ve çalı formundaki bitkidir. Özellikle Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'nın bazı bölgelerinde doğal olarak bulunmakta ve ticari olarak yetiştirilmektedir. Türkiye'de özellikle Karadeniz Bölgesinde Rize ve Artvin illeri, maviyemiş yetiştiriciliği için uygun ekolojik koşullara sahiptir (Kafkas ve Doğan, 2010). TÜİK verilerine göre 2023 yılı Türkiye maviyemiş üretiminde 2.132 ton ile

Bursa ilk sırada, 2.032 ton ile Antalya 2. sırada, 413 ton ile Kırklareli 3. sırada yer almaktadır. Karadeniz bölgesinin coğrafik yapısı nedeni ile maviyemiş yetiştiriciliği sınırlı kalmış olmakla birlikte Rize ili 288 ton ile 4. sırada yer almaktadır (TÜİK, 2023).

Maviyemiş, yüksek antioksidan içeriğine sahiptir ve özellikle antosiyaninler açısından zengindir. Bu bileşikler, serbest radikallerin zararlarını azaltarak kardiyovasküler hastalıklar, kanser ve diyabet gibi kronik hastalıkların önlenmesine yardımcı olabilmektedir (Prior ve ark.,1998).

FAO istatistiklerine göre 2022 yılı dünya maviyemiş üretiminde 317.000 ton ile ABD ilk sırada, 292.000 ton ile Peru 2. sırada, 180.000 ton ile Kanada üçüncü sırada yer almaktadır. Dünya maviyemiş üretimi 1961 yılında 26.091 ton iken, son 60 yılda 32 kata yakın üretim artışı gerçekleşmiştir (FAO, 2022).

Meyve ağaçlarında budama, bitkilerin sağlıklı gelişimini desteklemek, verimi artırmak, meyve kalitesini iyileştirmek amacıyla yapılan önemli bir kültürel uygulamadır. (Jackson, 2020). Meyve ağaçlarında budama işlemi, üç ana hedef doğrultusunda yapılır: sağlıklı büyüme sağlamak, verimliliği artırmak ve estetik olarak daha düzgün bir görünüm elde etmek. Bu işlemler, bitkinin yaşına, türüne ve çevresel koşullara göre farklılık göstermektedir. (Ferguson ve Pritts, 2019). Ayrıca, meyve ağaçlarında budamanın zamanı da büyük önem taşır; Zamanında yapılan budama, bitkinin doğal büyüme döngüsüne uyum sağlar ve gelişimini olumlu yönde etkiler ve en yüksek verimliliği elde etmeyi sağlamaktadır (Thompson ve ark., 2018).

Maviyemiş, yetiştirme koşullarına bağlı olarak yüksek kaliteli meyveler üretmesi ve besin değerinin yüksek olması ile bilinen bir meyve türüdür. Bu bitkinin verimliliği ve meyve kalitesi, çevresel faktörlerin yanı sıra budama başta olmak üzere uygulanan tarım tekniklerine de bağlıdır. Budama, verim artışının sağlanması amacıyla uygulanan bir yöntemdir (Fazio ve ark., 2019). Maviyemiş'te budama işlemi en önemli kültürel uygulama olup zayıf gelişen, hastalıklı, zarar görmüş ve ürün vermiş olan yaşlı dalların çıkarılarak, bitkilerin büyüme şekillerini ve taç yapısını iyileştirmek için yapılır. Bu süreç, gençleştirme budaması, şekil budaması ve hasat sonrası budama gibi farklı türlere ayrılabilir. (Ferguson ve Pritts., 2020).

'Bluecrop', dünyada en yaygın olarak yetiştirilen maviyemiş çeşitlerinden biridir. Bu çeşidin üstün özellikleri, yüksek verimliliği, hastalık ve zararlılara dayanıklılığı ve meyve kalitesi ile dikkat çekmektedir. Özellikle kuzey yarımkürede, soğuk iklimlerde başarılı sonuçlar elde edilmektedir. Bluecrop meyveleri, iri, yuvarlak ve tatlı olduğu için gerek taze tüketim gerekse işleme ve dondurma sanayii için uygundur (Berman ve ark., 2018). Karadeniz Bölgemiz, sahip olduğu uygun ekolojik koşullar sayesinde bahçe ortamında Maviyemiş

(*Vaccinium* spp.) yetiştiriciliğe elverişli bölgeler arasında yer almaktadır.

Bu araştırmanın amacı, 'Bluecrop' maviyemiş çeşidi bitkilerinde budama uygulamasının bazı pomolojik ve biyokimyasal özellikler üzerindeki etkilerini incelemektir.

Materyal ve Metot

Materyal

Budama, bitkilerde fotosentez verimliliğini, meyve kalitesini ve patojen direncini artırmak amacıyla yapılan agronomik bir düzenlemedir. (Strik ve ark., 2003) Maviyemiş gibi çok yıllık çalı formundaki bitkilerde, zayıf gelişen, hastalıklı, zarar görmüş ve ürün vermiş olan yaşlı dalların çıkarılarak fizyolojik dengeyi korumak için stratejik dal çıkarma işlemi yapılmıştır. Araştırma; 2024 yılı vejetasyon döneminde Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Rize ilinin Pazar ilçesinde 140 m rakımda bulunan Maviyemiş Uygulama ve Araştırma Merkezi Uygulama parselinde bulunan 2 m x 3 m aralıklarla dikili 10 yaşındaki 'Bluecrop' maviyemiş için çeşidine ait her uygulama için 12 adet bitkide yürütülmüştür. 'Bluecrop' çeşidi; farklı iklim koşullarına uyum sağlayabilir, kuvvetli gelişerek dik büyüme gösterir. Yüksek verimli, salkımı seyrek, taneleri çok iri, açık mavi renkte, sert, çatlamaya karşı dayanıklı, tadı iyi ve hafif aromatik bir çeşittir. (Çelik 2008)

Metod

Budanan ve budanmayan bitkilerde yürütülmüştür. Budama işlemleri Mart 2024 döneminde gözler açılmadan önce uygulanmıştır. Budama işlemi yapılan bitkilerde zayıf gelişen, hastalıklı, zarar görmüş ve ürün vermiş olan yaşlı dalların çıkarılma işlemleri her bitkide detaylı olarak yapılırken, budama uygulaması yapılmayanlar kontrol olarak alınmıştır. Tam çiçeklenmeden itibaren 120 gün sonra yeme olumunda belirli meyve renk ve iriliğine ulaşan maviyemiş meyvelerine ait örnekler 3 farklı tarihte (1. hafta - 28.06.2024, 2. hafta - 05.07.2024, 3. hafta -12.07.2024) 1 haftalık aralıklarla kademeli hasat yapılacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Hasatların farklı tarihlerde uygulanmasının bitkide farklı fizyolojik gelişime sebep olabileceğinden yapılmıştır. 12 adet maviyemiş bitkilerinin her yönünden tesadüfen

seçilen meyve örnekleri alınarak pomolojik özelliklere yönelik ölçüm ve analizlerde kullanılmıştır.

Pomolojik Özellikler

Meyve ağırlığı (g), hasat edilen meyvelerin ağırlıklarının 0.01 g 'a duyarlı hassas terazi ile belirlenerek, meyve eni (mm) meyvenin yatay eksenindeki orta noktasından 0.01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas ile ölçülmesi, meyve boyu (mm) sap çukuru ile çiçek çukuru arasındaki mesafenin 0.01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas ile ölçülmesi yolu ile belirlenmiştir. Suda çözünür Toplam kuru madde (SÇKM %) meyvelerin sıkılması ile elde olunan meyve suyunda el refraktometresi (Achen 340.32B-ATC) ile belirlenmiştir. Meyve kabuk rengi, renk ölçer (Minolta CR-400, Osaka, Japan) ile saptanmıştır. (Acar, 2007; Özrenk, 2011; Şenyurt ve ark., 2015).

Deneme Tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 3 meyve olacak şekilde düzenelnip. Elde edilen veriler

JMP 13 paket programında F testine tabi tutulmuş, önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklar, LSD testine göre %1 ve % 5 düzeyinde farklı olanlar ayrı harfler yardımıyla ifade edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

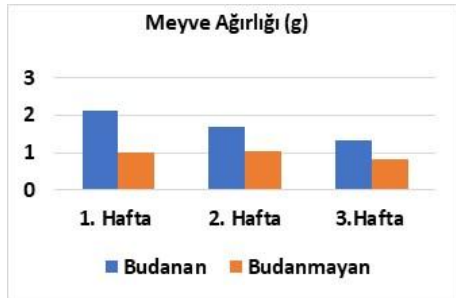
Meyve Ağırlığı

Denemede farklı hasat tarihleri ve budama uygulamasının maviyemiş meyvelerinde hasat zamanı ilerledikçe meyve ağırlığında belirgin bir azalma gözlenmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre hasat zamanları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek meyve ağırlığı budanan bitkilerde 1. hafta hasat yapılan meyvelerde 2.12 g olarak bulunurken, budanmayan bitkilerde ise 3. hafta hasat yapılan meyvelerde 0.82 g olarak tespit edilmiştir. Budanan bitkilerde ortalama meyve ağırlığı 1.72 g iken, budanmayanlarda bu değer 0.96 g olarak ölçülmüştür. Hasat süresince meyve iriliği giderek azalmıştır. (Çizelge 1, Şekil 1).

Çizelge 1. Farklı hasat dönemleri ve budamaların 'bluecrop' maviyemiş çeşidinin meyve ağırlığı üzerine etkileri

Hasat Zamanı	Uygulama		Toplam
	Budanan Bitki	Budanmayan Bitki	
1. Hafta	2.12	1.01	1. Hafta
2. Hafta	1.70	1.05	2. Hafta
3. Hafta	1.33	0.82	3. Hafta
Toplam	1.72 a*	0.96 b	Toplam

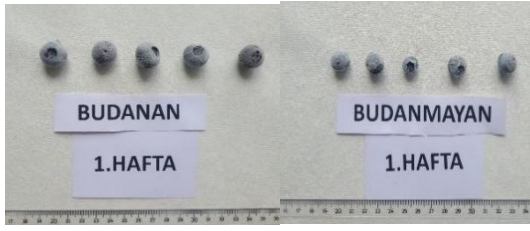
*Aynı Sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($P<0.01$)



Şekil 1. Budanan ve budanmayan bitkilerde hasat dönemlerine göre meyve ağırlığı (g)



Şekil 2. Budanan ve Budanmayan Bitkiler



Şekil 3. 1. hafta budanan ve budanmayan 'Bluecrop' maviyemiş çeşidi meyveleri



Şekil 4. 2. hafta üstte budanan ve altta budanmayan 'Bluecrop' maviyemiş çeşidi meyveleri

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre budanan ve budanmayan bitkiler arasındaki fark çok önemli bulunmuştur. Budamanın meyve ağırlığını artırdığı ve daha iri meyve oluşumunu teşvik ettiği görülmektedir. Siefkeri ve Hancock (1987) tarafından yapılan çalışmada, 'Jersey' maviyemiş çeşidinde budamanın bireysel meyve ağırlığını anlamlı şekilde artırdığı belirlenmiştir. Akbulut ve ark. (2013) yaptıkları çalışma da 'Bluecrop'

maviyemiş çeşidinin meyvelerinin 1,7 g ağırlıkta olduğunu bulmuşlardır. Deneme sonuçları da, diğer çalışmalara benzer şekilde budama sonucunda meyve iriliğinin artarak, pazarlanabilir meyve miktarının arttığını göstermiştir. Bu durumda budama uygulamasının maviyemiş pazarlamasına doğrudan etki yaptığını göstermektedir (Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5).



Şekil 5. 3. hafta budanan ve budanmayan 'Bluecrop' maviyemiş çeşidi meyveleri

Meyve Eni

Budanan bitkilerde ortalama meyve eni 15.22 mm olurken, budanmayan bitkilerde 12.09 mm olarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda budama uygulamasının

meyve eni üzerine çok önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Yine hasat dönemlerine göre 1. hasat döneminde 14.09 mm olan meyve eni, 3. hasat döneminde 12.88 mm'ye kadar düşmüştür. Hasat süresince meyve iriliği giderek azalmıştır. (Çizelge 2, Şekil 6).

Çizelge 2. Farklı hasat tarihleri ve budama Uygulamalarının 'Bluecrop' maviyemiş çeşidinin meyve eni (mm) üzerine etkileri

Hasat Zamanı	Uygulama		Toplam
	Budanan Bitki	Budanmayan Bitki	
1. Hafta	16.38 a	11.79 cd	14.09
2. Hafta	14.79 ab	13.19 bc	13.99
3. Hafta	14.48 b	11.29 d	12.88
Toplam	15.22 a*	12.09 b	

*Aynı Sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($P < 0.01$)

Budama yapılan bitkilerde genel olarak daha büyük çaplı meyveler elde edilmiştir. Hasat tarihi ilerledikçe meyve eninde bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler

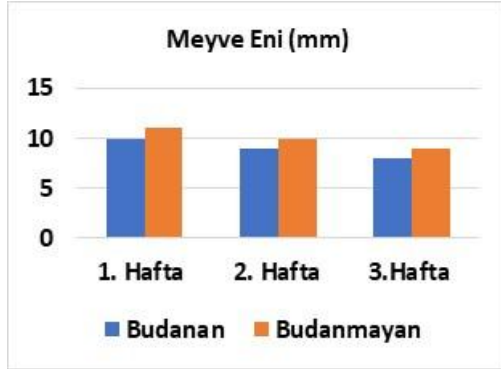
sonucunda budama uygulamasının meyve eni üzerine önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Kumar ve ark., (2010) tarafından yapılan çalışmada, şeftali çeşitlerinde budamanın meyve

eni üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir. Akbulut ve ark. (2013) yaptıkları fenolojik, pomolojik ve agronomik özelliklerinin incelendiği çalışmada ‘Bluecrop’ maviyemiş çeşidinin meyvelerinin eninin 15.24 mm olduğunu bulmuşlardır. Deneme sonucunda benzer şekilde budanan bitkilerde meyve eninin arttığını göstermektedir (Şekil 5).

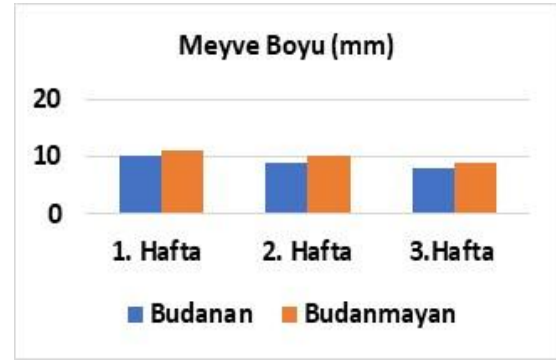
Meyve Boyu

Budanan bitkilerde ortalama meyve boyu 11.20 mm olurken, budanmayan bitkilerde 10.22 mm

olarak belirlenmiştir. Yine hasat dönemlerine göre 1. hasat döneminde 11.29 mm olan meyve eni, 3. hasat döneminde 10.01 mm’ye kadar düşmüştür (Çizelge 3, Şekil 7). İstatistiksel analize göre budama uygulamasının ve farklı hasat zamanlarının meyve boyu arasındaki fark önemli bulunmuştur. Akbulut ve ark. (2013) yaptıkları çalışma da Bluecrop maviyemiş çeşidinin meyvelerinin boyunun 11.50 mm olduğunu bulmuşlardır. Elde edilen verilere göre hasat süresince meyve eninde olduğu gibi meyvenin boyu da giderek azalmıştır.



Şekil 6. Budanan ve budanmayan bitkilerde hasat dönemlerine göre meyve eni (mm)



Şekil 7. Budanan ve budanmayan bitkilerde hasat dönemlerine göre meyve boyu (mm)

Çizelge 3. Farklı Hasat Tarihleri ve Budama Uygulamalarının ‘Bluecrop’ maviyemiş çeşidinde meyve boyu (mm) üzerine etkileri

Hasat Zamanı	Uygulama		Toplam
	Budanan Bitki	Budanmayan Bitki	
1. Hafta	12.10	10.48	11.29 a*
2. Hafta	11.06	10.61	10.84 ab*
3. Hafta	10.44	9.58	10.01 b
Toplam	11.20 a*	10.22 b	

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ($P < 0.05$)

Suda Çözünür Toplam Kuru Madde (SÇKM) Miktarı

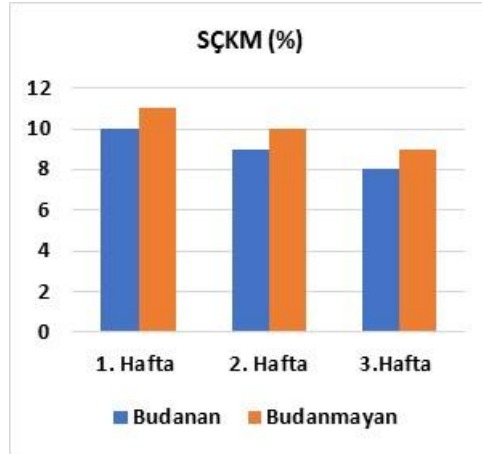
Budama yapılan ve yapılmayan bitkilerden elde edilen meyvelerde SÇKM miktarı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bununla birlikte, hasat tarihi ilerledikçe SÇKM miktarının azaldığı belirlenmiştir. En yüksek SÇKM miktarı 1. hafta hasat edilen meyvelerde %14.68 olarak ölçülmüştür. Hasat tarihi ilerledikçe bu değer düşerek 3. hafta %11.78’e gerilemiştir. İstatistiksel analizler sonucunda farklı hasat tarihleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 4, Şekil 9). Bu sonuçlar, meyvelerin

olgunluk aşamalarına bağlı olarak şeker içeriğinin değiştiğini ve erken hasat edilen meyvelerin daha yüksek SÇKM değerlerine sahip olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, literatürde erken hasat edilen meyvelerin daha yüksek SÇKM değerlerine sahip olduğu rapor edilmiştir (Demirtaş ve Kara, 2021). Akbulut ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada ‘Bluecrop’ maviyemiş çeşidinin meyvelerinin SÇKM değerinin %8.50 olduğunu bulmuşlardır. Araştırmada elde edilen veriler SÇKM miktarı açısından budama işleminin fark oluşturmadığı ve hasat dönemi boyunca da SÇKM değerlerinin azaldığını göstermiştir.

Çizelge 4. Farklı hasat tarihleri ve budama uygulamalarının ‘Bluecrop’ maviyemiş çeşidinde SÇKM miktarı (%) üzerine etkileri

Hasat Zamanı	Uygulama		Toplam
	Budanan Bitki	Budanmayan Bitki	
1. Hafta	14.40	14.96	14.68 a*
2. Hafta	14.00	13.36	13.68 b
3. Hafta	11.73	11.83	11.78 c
Toplam	13.37	13.38	

* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P<0.05)



Şekil 9. Budanan ve budanmayan bitkilerde hasat dönemlerine göre SÇKM (%) içerikleri

Renk Ölçüm Değerleri

Budama yapılan ve yapılmayan bitkilerin meyveleri arasında meyve kabuk rengi L*, a* ve b* değerleri yönünden incelendiğinde, renk değişimlerinin budama durumuna göre sınırlı düzeyde kaldığı tespit edilmiştir. Meyve kabuk rengi L* değerini veren parlaklık tam verim döneminde (2 hasat) azalmıştır (Çizelge 5, Şekil 4). Meyve kabuk rengi a* değeri ilk hasatta daha

çok kırmızı renge yakinken, son hasat döneminde renk açılmıştır. (Çizelge 6, Şekil 5). Meyve kabuk rengi b* ile tanımlanan mavi renk tonlarında olup, ilk iki hasatta renk değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 7, Şekil 3, Şekil 4). Renk değerler ile ilgili daha fazla çeşit ile kıyaslanarak doğru hasat zamanının tespitinde kullanılabileceği yapılan gözlemlerden anlaşılmıştır. (Şekil 3, Şekil 4, Şekil 5).

Çizelge 5. Farklı hasat tarihleri ve budama uygulamalarının ‘Bluecrop’ maviyemiş çeşidinde L* değeri üzerine etkileri

Hasat Zamanı	Uygulama		Toplam
	Budanan Bitki	Budanmayan Bitki	
1. Hafta	30.152	32.216	62.368
2. Hafta	28.425	27.624	56.049
3. Hafta	32.330	30.315	62.645
Toplam	30.302	30.052	

Çizelge 6. Farklı hasat tarihleri ve budama uygulamalarının ‘Bluecrop’ maviyemiş çeşidinde meyve kabuk rengi a* değeri üzerine etkileri

Hasat Zamanı	Uygulama		Toplam
	Budanan Bitki	Budanmayan Bitki	
1. Hafta	-5.534	-6.691	-12.225
2. Hafta	-4.316	-7.863	-12.179
3. Hafta	-3.881	-5.069	-8.950
Toplam	-4.577	-6.541	

Çizelge 7. Farklı hasat tarihleri ve budama uygulamalarının ‘Bluecrop’ maviyemiş çeşidinde meyve kabuk rengi b* değeri üzerine etkileri

Hasat Zamanı	Uygulama		Toplam
	Budanan Bitki	Budanmayan Bitki	
1. Hafta	3.572	3.443	7.015
2. Hafta	5.129	3.215	8.344
3. Hafta	-1.006	-1.903	-2.909
Toplam	2.565	1.585	

Verim Değerleri

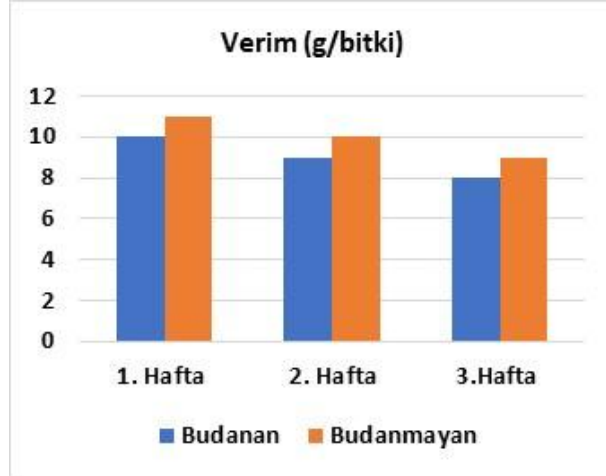
En yüksek verim değeri budanmayan bitkilerde 1. hafta yapılan hasatta 54.12 g/bitki olarak bulunurken, budanan bitkilerde ise en düşük 3. hafta yapılan hasatta 3.44 g/bitki olarak tespit edilmiştir. Yine hasat dönemlerine göre 1. hasat döneminde 68.78 g/bitki olan verim, 3. hasat döneminde 9.01 g/bitki kadar düşmüştür. Hasat süresince verim değerleri giderek azalmıştır.

Budanan bitkilerde ortalama verim 27.07 g/bitki olarak bulunurken, budanmayan bitkilerde 97.99 g/bitki olarak belirlenmiştir. (Çizelge 8, Şekil 9). İstatistiksel analize göre budama uygulamasının ve farklı hasat zamanlarının verim üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Budama sonucunda verim azalması görülmekle birlikte, verim düzeyinin budama açısından etkisinin birkaç yıllık çalışmalar ile daha detaylı olarak ortaya konulması gerektiği tespit edilmiştir.

Çizelge 8. Farklı hasat tarihleri ve budama uygulamalarının ‘Bluecrop’ maviyemiş çeşidinde verim (g/bitki) üzerine etkiler

Hasat Zamanı	Uygulama		Toplam
	Budanan Bitki	Budanmayan Bitki	
1. Hafta	14.40	14.96	14.68 a*
2. Hafta	14.00	13.36	13.68 b
3. Hafta	11.73	11.83	11.78 c
Toplam	13.37	13.38	

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir(P<0.05)



Şekil 11. Budanan ve budanmayan bitkilerde hasat dönemlerine göre verim değerleri (g/bitki)

Sonuç

Elde edilen bulgular, budamanın meyve ağırlığı, meyve eni ve boyu gibi kalite parametrelerini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Budanan bitkilerde meyve ağırlığının, eninin ve boyunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Hasat tarihinin ilerlemesiyle birlikte meyve büyüklüğünde azalma ve SÇKM miktarında düşüş gözlenmiştir. Bu sonuçlar, hasat zamanının ve budama uygulamalarının maviyemiş yetiştiriciliğinde kaliteyi doğrudan etkileyen faktörler olduğunu göstermektedir. Budama işleminin daha iri ve kaliteli meyveler elde

edilmesine katkı sağladığı, erken hasadın ise daha yüksek SÇKM değerleri sunduğu belirlenmiştir. Renk değerleri açısından budamanın ve hasadın etkisi sınırlı olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, maviyemiş üretiminde budama tekniklerinin uygulanması ve hasat zamanlarının doğru belirlenmesi, verim ve kaliteyi artıran faktörler olarak değerlendirilmiştir.

Kaynaklar

- Acar, Ş., 2007. Ünye (Ordu) ve Çevresinde Yetiştirilen Mahalli Elma ve Armut Çeşitlerinin Morfolojik ve Pomolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. ODÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akbulut, M., Baykal, H., Şavşatlı, Y., 2013. Rize ili Sıtlüce Köyü Ekolojik Koşullarında Farklı Maviyemiş Çeşitleri (*Vaccinium corymbosum* L.) ve Yöreden Selekte Edilen Çay Üzümü (*Vaccinium arctostaphylos* L.) Tiplerinin Fenolojik, Pomolojik ve Agronomik Özelliklerinin İncelenmesi.-*Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 6, (2); 49-54.
- Berman, S.E., Robinson, S.A., Alwin, C.J., 2018. Bluecrop blueberry production: Best practices for commercial growers. *Horticultural Reviews*, 12(3); 85-98.
- Çelik, H., 2008. Maviyemiş (Yabanmersini-Likapa) Yetiştiriciliği El Kitabı. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi "Artvin'de Yabanmersini (Likapa) Yetiştiriciliği Eğitim Projesi". 63 s.
- Demirtaş, G., Kara, E., 2021. Meyve şeker içeriği ve suda çözünür kuru madde miktarının hasat zamanı ile ilişkisi. *Gıda ve Teknoloji Dergisi*, 19(2), 88-94.
- Fazio, G., McKinney, S., McFerson, J., 2019. Blueberry production: Integrated management practices for commercial growers. *Fruit Crops Journal*, 10(2); 156-165.
- Ferguson, L., Pritts, M., 2019. Pruning and training systems for fruit trees: A guide for commercial growers. *University of New Hampshire Cooperative Extension*.
- Ferguson, L., Pritts, M., 2020. Pruning and training systems for blueberry production. *University of New Hampshire Cooperative Extension*.
- FAO, 2022. *Global blueberry production statistics*.<https://www.fao.org/publications> ((Access date:28/02/2025))
- Jackson, J. E., 2020. Fruit tree pruning for better yield and quality. *Fruit Production Journal*, 18(2); 98-106.
- Kafkas, S., Doğan, Y., 2010. Türkiye'de Maviyemiş Üretimi ve Potansiyeli. *Bahçe Bilimleri Dergisi*, 19(2); 98-105.
- Kumar, M., Rawat, V., Rawat, J.M.S., Tomar, Y. K., 2010. Effect of pruning intensity on peach yield and fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 125(3); 218-221.
- Özrenk, K., Gündoğdu, M., Kaya, T., Kan, T., 2011. Çatak ve Tatvan Yörelerinde Yetiştirilen Yerel Elma Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri. *Yüzüncü yıl University Journal of Agriculture Sciences*, 21(1):57-63.
- Prior, R.L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEwan, J., O'Brien, C., Lischner, N., 1998. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10); 3686-3693.
- Siefkeri, J.A., Hancock, J.F., 1987. Pruning Effects on Productivity and Vegetative Growth in the Highbush Blueberry, *HortScience*, 22(2); 210-211.
- Şenyurt, M., Kalkışım, Ö., Karadeniz., T., 2015. Gümüşhane yöresinde yetiştirilen bazı standart ve mahalli elma (*Malus communis* L.) çeşitlerinin pomolojik özellikleri, *Akademik Ziraat Dergisi*, 4(2):59-64.
- Strik, B., Buller, G., Hellman, E., 2003. Pruning Severity Affects Yield, Berry Weight, and Hand Harvest Efficiency of Highbush Blueberry, *Hortscience*, 38(2):196-199.
- Thompson, H.E., McFerson, J., Smith, R., 2018. The importance of timing in fruit tree pruning. *Agricultural Horticulture Review*, 21(1); 45-58.
- TÜİK, 2023. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri, 2023. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2023-49535>. (Erişim Tarihi: 28/02/2025).

Farklı Çilek Çeşitlerinde Yapraktan Kalsiyum ve Bor Uygulamalarının Raf Ömrü Süresine ve Meyve Kalite Değişimleri Üzerine Etkileri

Okan ÖZKAYA¹ 
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA² 
Nihal YAVUZ¹ 

Ömür DÜNDAR¹ 
Ebru KURT¹ 
Mehmet Ali SARIDAŞ¹ 

Hatice DEMİRCİOĞLU¹ 
Nurcan DÖLEK¹ 
Sevgi PAYDAŞ KARGI¹ 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi Pozantı Meslek Yüksekokulu, Adana, Türkiye

Öz

Bu çalışmada ‘Kabarla’ ve ‘Sweet Ann’ çeşitlerinde yetiştirme periyodu süresince Kalsiyum, Bor, Kalsiyum+Bor ve Kontrol (su) yaprak uygulamalarının hasat ve bunu izleyen 1 ile 3 gün sonrasında 22 °C, %55-65 oransal nem raf ömrü koşullarında bazı kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Farklı uygulamaların raf ömrü süresince ağırlık kaybı (%), meyve eti sertliği (N), suda çözünabilir kuru madde miktarı (% SÇKM), titre edilebilir asit miktarı (% TEA), meyve eti rengi (h°), meyve şeker içeriği (%), organik asit içeriği (ppm), toplam fenolik madde içeriği (mg galik asit/L) ve antioksidan kapasitesi (%) incelenmiştir. Bu çalışmada yapılan değerlendirmeler sonucunda ‘Kabarla’ ve ‘Sweet Ann’ çeşitlerinde yapraktan Kalsiyum ve Bor uygulamalarının meyve eti sertliği, renk, fitokimyasal, bireysel şekerler ve organik asitlerin değişimleri üzerine olumlu etkisi olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çilek, raf ömrü, kalite, kalsiyum, bor.

Effects of Foliar Calcium and Boron Applications on Shelf Life and Fruit Quality Changes in Different Strawberry Varieties

Abstract

In this study, the effects of Calcium, Boron, Calcium+Boron and Control (water) foliar applications on the varieties ‘Kabarla’ and ‘Sweet Ann’ during the growing period were investigated at 22 °C, 55-65% relative humidity shelf life conditions after harvest and 1 to 3 days thereafter on some quality parameters. Weight loss (%), fruit flesh firmness (N), total soluble solids (%), titratable acidity (%), fruit flesh color (h°), fruit sugar content (%), organic acid content (ppm), total phenolic substance content (mg gallic acid/L) and antioxidant capacity (%) were investigated during the shelf life of different applications. As a result of the evaluations made in this study, it was found that foliar Calcium and Boron applications on the varieties ‘Kabarla’ and ‘Sweet Ann’ had a positive effect on the changes in fruit flesh firmness, color, phytochemicals, individual sugars and organic acids.

Keywords: Strawberry, shelf life, quality, calcium, boron.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: O. Özkaya; okanozkaya@yahoo.com
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Okan ÖZKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9448-5576>
Hatice DEMİRCİOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2469-5030>
Ebru KURT  <https://orcid.org/0000-0003-0072-0879>
Nihal YAVUZ  <https://orcid.org/0009-0009-8846-1402>

Ömür DÜNDAR  <https://orcid.org/0000-0002-2388-0333>
Aslıhan AĞAR ÖZKAYA  <https://orcid.org/0009-0004-0874-1636>
Nurcan DÖLEK  <https://orcid.org/0009-0002-7831-984X>
Mehmet Ali SARIDAŞ  <https://orcid.org/0000-0002-5180-1874>

Sevgi PAYDAŞ KARGI  <https://orcid.org/0000-0001-5781-8581>

Giriş

Üzümsü meyveler içerisinde en önemli yeri tutan çilek (*Fragaria* sp.) dünyanın birçok yerinde yetiştirilmektedir. Çok yıllık, otsu, herdem yeşil lezzeti, vitamin ve mineral madde kapsamı ile insanlar tarafından tercih edilmektedir. Kültürü yapılan çilekler çevre koşullarına uyumda geniş bir varyasyon gösterirler. Bir yörede çok iyi gelişen verimli bir çeşit, farklı çevre şartlarına sahip başka bir yerde tatminkâr olmayabilmektedir. Çilek, pazarda taze

meyvenin az olduğu dönemlerde olgunlaşması nedeniyle iyi gelir getiren bir üründür. Bu nedenle diğer meyveler pazara gelinceye kadar yüksek fiyatla alıcı bulabilmektedir (Anonim, 2024). Çilek meyve türleri içerisinde meyvesi en hassas olanlardan biridir. Bu nedenle kısa zamanda bozulabilen ve hızlı tüketilmesi gereken bir meyvedir. Bu nedenle çileğin hasadı, ambalajı ve taşınmasında çok titiz davranmak gerekmektedir. Çileğin hasadının geç yapılması meyvenin yumuşaması normal rengini kaybederek daha koyu renk almasına çileğin

kalite kaybına neden olmakta aynı zamanda muhafaza süresini kısaltmaktadır. Bu nedenle uzak pazarlar için hasat meyvenin dörtte üçü kızardığı zaman yapılır. Dondurma ve gıda sanayi için çilekler tipik rengini aldıktan sonra hasat edilmelidir. Çilek hasadı için günün serin saatleri tercih edilmelidir. Genellikle sabah 8-10 arası en uygun saatlerdir. Hasat edilen meyveler en kısa zamanda serin, gölge bir yere taşınmalı, mümkünse hemen soğuk depoya konulmalıdır. Çilek zedelenmeye duyarlı olduğu için hasat ve sınıflandırma aynı anda yapılmalıdır. Çileklerin ambalajında yarım kilodan daha büyük ambalaj kabı kullanılmamalıdır. Ambalaj kaplarının altı ezilen meyve suyunun akabilmesi için mutlaka delikli olmalıdır. Aksi halde alt taraftaki meyveler hemen çürürler. Çilek 0 °C ve %90-95 nem olan depolama şartlarında 5-7 gün depolanabilmektedir (Anonim, 2024).

Gübreleme, çilek yetiştiriciliğinde, verim artışını sağlayan önemli faktörlerin başında yer almaktadır. Bundan dolayı da çilekte verimi ve meyve kalitesini arttırmak için düzenli ve uygun zamanlarda yeterli miktarlarda yapılacak gübreleme ile sağlanabilir. Uygulanan gübreler içerisinde çilek yetiştiriciliğinde mikro element noksanlığı verim ve kaliteyi sınırlandıran en önemli sorunlardan birisidir. Mikro elementler içerisinde bor çilek beslenmesinde öne çıkmaktadır. Bor elementi karbonhidrat, fenolik bileşiklerin ve nükleik asit sentezinde rol alması nedeniyle bitki gelişimi için zorunlu elementler arasında yer almaktadır. Çilekte meyve tutumunun sağlıklı gelişebilmesi için gereklidir. Bor uygulama miktarı toprakta bulunan içeriğine göre değişmekle birlikte ülkemiz topraklarında B eksikliğinin olduğu bilinmektedir (Esringü ve ark., 2011). Son yıllarda yapılan araştırmalar bazı meyve türlerinde yapraktan Bor püskürtülmesinin meyve verimini önemli derecede arttırdığını göstermektedir. Bor uygulaması sonucu elde edilen verim artışı; özellikle çiçeklenme döneminde, geçici bir süre için gerek duyulan yüksek miktarda borun dışsal takviye ile karşılanmasından kaynaklanmaktadır. Camarosa çilek çeşidinde yapraktan farklı seviyelerde uygulanan potasyum nitrat, borik asit ve çinko sülfat'ın verim ve kaliteyi artırdığı bulunmuştur (Çakıcı ve Arslan, 2012). Bitkide kalsiyumun büyük bir bölümü hücre duvarlarında yer almaktadır. Pektatlar şeklinde bulunan kalsiyumun, hücre duvarlarının ve bitki

dokularının güçlenmesinde temel görev üstlendiği, kalsiyum noksanlığında bitki dokularında biriken poligalakturonazın kalsiyum pektatların parçalanmalarına neden olduğu ve bunun sonucu olarak hücre duvarlarının parçalandığı bildirilmiştir (Kaçar ve Katkat, 2007). Bitkide birçok metabolik ve fizyolojik işlevi olan kalsiyumla yeterince beslenen bitkilerin dokuları daha sağlam olmakta ve buna bağlı hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı, saklama ve depolama ömrü, hasat sonrası dayanıklılık süresi ve çeşitli stres koşullarına dayanıklılığı artmaktadır (Kaçar ve Katkat, 2007). Bu bilgilere dayanarak, kalsiyum gübrelemesinin birçok bitkide olduğu gibi, çileğin de hasattan sonraki dayanıklılığı üzerine olumlu etki yapacağını düşünmek olasıdır. Yapraktan hasat öncesinde bitki besleme programlarında Ca ve B+Ca uygulamalarının Rubygem çilek çeşidinde raf ömrü süresince meyve eti sertliği, renk ve fitokimyasal değişimler üzerine pozitif katkılar sağladığı belirlenmiştir (Özkaya ve ark., 2017). Çilekte uçucu madde içeriği genetik faktöre bağlı olarak belirlenmesine rağmen, kalsiyum nitrat uygulaması özellikle çilek meyvesinin uçucu madde kompozisyonunu, özellikle ester profilini etkilemektedir (Sarıdaş ve ark., 2016).

Bu çalışmada yetiştirme döneminde yapraktan Kalsiyum, Bor, Kalsiyum+Bor ve Kontrol (su) uygulamalarının 'Kabarla' ve 'Sweet Ann' çilek çeşitlerinde hasat sonrası raf ömrü süresince kalite değişimi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Derim sonrası fizyolojisi laboratuvarı ve soğuk hava deposunda yürütülmüştür. Bu çalışmada Adana koşullarında yetiştirilen 'Kabarla' ve 'Sweet Ann' çilek çeşitlerinin meyveleri kullanılmıştır. Kabarla çeşidi Avustralya'da ıslah edilmiştir. Serada ve açıkta yetiştiricilik için uygun, yüksek verimli, erkenci, nötr-gün özelliğe sahip bir çeşittir. Diğer nötr-gün çeşitlerinden çok az bir gecikme ile meyve vermekte ve verim dönemi uzun süre devam etmektedir. Konik şekilli, orta irilikte meyvelere sahip, meyve sertliği iyi ve taşımaya dayanıklıdır. Yüksek platolarda, yaylalarda yaz boyunca meyve veren çeşit Ege ve Akdeniz Bölgeleri için önerilmektedir (Oğuz ve Pırlak, 2019). Sweet Ann nötr-gün çeşitleri arasında yer

alan yayla ve geçit bölgelerinde yaz boyunca meyve veren yeni bir çeşittir. Meyveleri yuvarlak konik şekilli, iri, parlak kırmızı renkli ve sert olup taşımaya dayanıklıdır (Oğuz ve Pırlak, 2019). ‘Kabarla’ ve ‘Sweet Ann’ çilek çeşitlerinde yetiştirme periyodu süresince Kalsiyum, Bor, Kalsiyum+Bor ve Kontrol (su) yaprak uygulamaları yapılmıştır. Yaprak uygulamaları Kalsiyum için taç yaprak dökümünde başlayarak (19 Şubat) 20 günde bir ara ile 100 ml/10 L dozda, Bor uygulaması ise çiçeklenme başlangıcında (10 Şubat) 30 günde bir ara ile 20 ml/10 L dozda uygulanmıştır. Kalsiyum+Bor uygulaması ile kombine uygulama şeklinde verilmeye devam etmiştir. Aynı dönemde kontrol bitki grubuna yapraktan su uygulanmıştır. Meyveler Nisan ayı içerisinde hasat edilip bunu izleyen 1 ile 3 gün raf ömrü sonrasında 20°C, %55-65 oransal nem koşullarında çilek örneklerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler yapılan periyodik analizler ile belirlenmiştir.

Raf ömrü başlangıcında çilek kutuları (250 g) etiketlenip ağırlıkları alınmış ve ağırlık kaybı periyodik alınan ağırlıkların başlangıç ağırlığına oranlaması ile yüzde olarak hesaplanmıştır. Meyve eti sertliği her bir çilekte ekvatorial bölgesinde bir noktada penetrometre ile ölçülmüş ve Newton (N) olarak değerlendirilmiştir. Meyve suyunda suda çözünebilir kuru madde (SÇKM, %) miktarı el refraktometresi ile saptanmıştır. Meyve suyunda titre edilebilir asit (TEA, %) miktarı sitrik asit cinsinden (mg/100 g) ifade edilmiştir. Meyve et rengi (h°) Minolta CR-400 renk ölçer ile her meyvenin ekvator bölgesinden bir okuma şeklinde L*, a*, b* değerleri saptanmış ve renk tonunda oluşan değişimler açığı değeri olan h° cinsinden ifade edilmiştir. Toplam fenolik bileşik (mg gallik asit/L), spektrofotometrede Folin-Ciocalteu yöntemiyle belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2013). Antioksidan madde aktivitesi (%), spektrofotometrede DPPH yöntemiyle saptanmıştır (Klimczak ve ark., 2007). Meyve sularında raf ömrü süresince şeker (%), glikoz, früktoz ve mannoz) ve organik asit (ppm, oksalik asit, sitrik asit ve malik asit) miktarındaki değişimler yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile belirlenmiştir (Chinnici ve ark., 2005; Kaplan ve Dündar, 2018).

Çalışma faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Denemede

her uygulama 3 tekerürlü ve her tekerrürde 1 kutu (250 g) meyve olarak kurulmuş ve alınan sonuçların istatistik analizi JMP (5.0.1) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student’s t-test çoklu karşılaştırma testine ($P<0.05$) göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Raf ömrü süresince çileklerde belirlenen ağırlık kaybı ortalaması Çizelge 1’de verilmiştir. Raf ömrü süresinin uzaması ile ağırlık kaybı ortalamasının istatistiksel olarak önemli derecede arttığı belirlenmiştir. Kabarla çilek çeşidinde raf ömrünün ilk gününde %2.33 olan ağırlık kaybı ortalaması 3. günde %5.19 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar incelendiğinde %2.97 ile %5.94 oranlarında değişen ağırlık kaybı ortalaması olduğu belirlenmiştir. En yüksek ağırlık kaybı ortalaması kontrol meyvelerinde en düşük ağırlık kaybı ortalaması Ca uygulamasında belirlenmiştir. Sweet Ann çilek çeşidinde ise raf ömrünün ilk gününde %1.65 olan ağırlık kaybı ortalaması 3. günde %3.53 olarak belirlenmiştir. Uygulamalar incelendiğinde %2.33 ile %2.99 oranlarında değişen ağırlık kaybı ortalaması olduğu belirlenmiştir. Her iki çeşitte en yüksek ağırlık kaybı ortalaması kontrol meyvelerinde en düşük ağırlık kaybı ortalaması Ca uygulamasında belirlenmiştir. Çeşitler değerlendirildiğinde ağırlık kaybı oranı değerleri genel olarak Kabarla çilek çeşidinde Sweet Ann çilek çeşidinden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Hasat sonrasında farklı uygulamaların meyve rengindeki h° değişimleri üzerine etkisi Çizelge 2’de verilmiştir. Raf ömrü süresini uzaması ile meyve eti renginde koyulaşmalar meydana geldiği 1 ve 3. günlerde meyve etinin başlangıcı göre daha koyu bir renk aldığı elde edilen veriler sonucunda belirlenmiştir. Her iki çeşit çilekte uygulama ortalamaları incelendiğinde Ca uygulamasından alınan meyve örneklerinin hasat ve raf ömrü sonrasında daha düşük h° değerini sahip olduğu belirlenmiştir. Özellikle çilek gibi hassas çabuk bozulabilen bahçe ürünlerinde hızlı solunum ve buna bağlı olarak meydana gelen yaşlanma prosesinde optimum hasat döneminde toplanan çileklerde raf ömrümü süresince renk koyulaşmaları görülebilmektedir (Özkaya ve ark., 2009).

Çizelge 1. Çileklerde yapraktan Ca ve B uygulamalarının raf ömrü süresince ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

Uygulama	Kabarla			Sweet Ann		
	Raf Ömrü (gün)		Ortalama	Raf Ömrü (gün)		Ortalama
	1	3		1	3	
Kontrol	3.53 bc	8.35 a	5.94 a	1.83 d	4.14 a	2.99 a
Ca	1.82 d	4.12 b	2.97 b	1.58 d	3.08 c	2.33 c
B	2.04 cd	4.26 b	3.15 b	1.66 d	3.70 b	2.68 b
Ca+B	1.92 d	4.04 b	2.98 b	1.52 d	3.19 c	2.36 c
Ortalama	2.33 b	5.19 a		1.65 b	3.53 a	
LSD_(0,05)	*1.07	**0.75	***1.51	*0.29	**0.20	***0.41

*LSD_(0,05) Uygulama, **LSD_(0,05) Raf Ömrü, ***LSD_(0,05) UygulamaXRaf Ömrü

Çizelge 2. Çileklerde yapraktan kalsiyum ve bor uygulamalarının raf ömrü süresince meyve rengine (h°) etkileri

Uygulama	Kabarla				Sweet Ann			
	Raf Ömrü (gün)			Ortalama	Raf Ömrü (gün)			Ortalama
	0	1	3		0	1	3	
Kontrol	15.69	12.99	12.14	13.61	21.86	19.88	18.76	20.17 b
Ca	14.94	13.20	12.42	13.52	18.78	17.88	17.14	17.93 c
B	16.00	13.73	11.94	13.89	20.42	16.85	16.94	18.07 c
Ca+B	15.35	13.83	12.30	13.83	24.12	22.85	20.34	22.43 a
Ortalama	15.49 a	13.44 b	12.20 c		21.30 a	19.36 b	18.29 c	
LSD_(0,05)	*Ö.D.	**0.57	***Ö.D.		*0.97	**0.84	***Ö.D.	

*LSD_(0,05) Uygulama, **LSD_(0,05) Raf Ömrü, ***LSD_(0,05) UygulamaXRaf Ömrü, Ö.D.: Önemli değil

Farklı gübreleme uygulamalarının hasat ve raf ömrü süresince meyve eti sertliği üzerine etkisi Çizelge 3'te verilmiştir. Çilek gibi hızlı bozulabilen yapıya sahip bahçe ürünlerinde meyve eti sertliği raf ömrü süresince pazarlama sürecini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Çileklerde (Kabarla-Sweet Ann) hasattan hemen sonra ortalama 4.32-4.63 N olan meyve eti sertliği raf ömrünün ilk günü 5.45-4.76 N ve 3. gününde 6.39-5.62 N olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılıklar incelendiğinde en yüksek meyve eti sertliğinin Ca (Kabarla) ve Ca+B (Sweet Ann) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Her iki çeşitte sertliğin arttığı belirlenmiştir. Rubygem çilek çeşidinde Ca ve B uygulamalarında meyve eti sertliğinin raf ömrü süresince azaldığı bulunmuştur (Özkaya ve ark., 2017). Ca hücre duvarı temel yapı taşlarından biri olup meyve eti yumuşaması üzerine etkileri birçok araştırmada incelenmiştir. Bu yumuşamanın temel nedeni hücre duvarlarında meydana gelen enzimatik yıkımlardır (Majeed ve Jawandha 2016). Pektatlar şeklinde bulunan kalsiyumun hücre duvarlarının ve bitki dokularının güçlenmesinde temel görev üstlendiği kalsiyum noksanlığında

bitki dokularında birikenlerin parçalanmasına neden olduğu ve bunun sonucu olarak hücre duvarlarının parçalandığı bildirilmiştir (Özkaya ve ark., 2015; Waliszewski ve ark., 2009). Camarosa çilek çeşidinde yapraktan Potasyum ve Bor uygulamalarının meyve eti sertliğini arttırdığı bulunmuştur (Çakıcı ve Arslan, 2012).

Derim öncesinde yapılan farklı gübreleme uygulamalarının hasat ve raf ömrü süresince SÇKM ve TEA üzerine etkileri Çizelge 4 ve Çizelge 5'te verilmiştir. SÇKM miktarı raf ömrümü süresince her iki çeşitte genel olarak azalırken en yüksek SÇKM miktarı Ca uygulamasında belirlenmiştir. Bunu sırasıyla B, kontrol ve Ca+B izlemiştir. TEA miktarı raf ömrü süresince Kabarla çilek çeşidinde çok düşük miktarda dalgalanmalar göstermiş olmakla beraber uygulamalar arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek TEA ortalama değeri kontrol meyvelerinde belirlenmiş olup bunu sırası ile Ca, B ve Ca+B uygulamaları izlemiştir. Derim sonrasında en önemli kriterlerden biri olan tat, SÇKM ve TEA değerlerinin oranlaması ile tatlı, mayhoş veya ekşi parametreleri oluşturur. Her iki

çeşitte de istatistiksel olarak SÇKM ve TEA miktarlarında görülen değişimler bu miktarların oranları göz önüne alındığında benzerlik göstermektedir. Bu değerler arasındaki farklılıklar her ne kadar istatistiksel olarak

önemli olsa da pratikte kabul edilebilir sınırları içerisinde yer almaktadır. Rubygem çilek çeşidinde Ca ve B uygulamalarının SÇKM ve TEA miktarına etkileri benzer bulunmuştur (Özkaya ve ark., 2017).

Çizelge 3. Çileklerde yapraktan kalsiyum ve bor uygulamalarının raf ömrü süresince meyve eti sertliğine (N) etkileri

Uygulama	Kabarla				Sweet Ann			
	Raf Ömrü (gün)			Ortalama	Raf Ömrü (gün)			Ortalama
	0	1	3		0	1	3	
Kontrol	3.63	4.81	6.01	4.82 b	4.45 de	4.73 c-e	4.75 c-de	4.64 c
Ca	4.69	5.86	6.65	5.73 a	5.05 c	4.78 c-e	5.63 b	5.15 ab
B	4.45	5.51	6.32	5.43 a	4.37 e	4.78 cd	5.68 b	4.95 b
Ca+B	4.52	5.63	6.56	5.57 a	4.65 c-e	4.74 c-e	6.44 a	5.28 a
Ortalama	4.32 c	5.45 b	6.39 a		4.63 b	4.76 b	5.62 a	
LSD_(0.05)	*0.41 **0.36. *** Ö.D.				*0.24 **0.20 ***0.41			

*LSD_(0.05) Uygulama, **LSD_(0.05) Raf Ömrü, ***LSD_(0.05) UygulamaXRaf Ömrü, Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4. Çileklerde yapraktan kalsiyum ve bor uygulamalarının raf ömrü süresince SÇKM miktarına (%) etkileri

Uygulama	Kabarla				Sweet Ann			
	Raf Ömrü (gün)			Ortalama	Raf Ömrü (gün)			Ortalama
	0	1	3		0	1	3	
Kontrol	8.10 e	7.50 g	8.50 c	8.03 c	9.10 b	8.90 b	8.50 c	8.83 b
Ca	8.73 b	8.33 d	8.80 ab	8.62 a	9.70 a	9.10 b	9.70 a	9.50 a
B	8.10 e	8.10 e	8.90 a	8.37 b	7.70 ef	8.10 d	8.50 c	8.10 c
Ca+B	7.70 f	6.90 h	8.10 e	7.57 d	7.90 de	7.50 f	7.50 f	7.63 d
Ortalama	8.16 b	7.71 c	8.58 a		8.60 a	8.40 b	8.55 a	
LSD_(0.05)	*0.10 **0.08 ***0.17				*0.17 **0.15 ***0.29			

*LSD_(0.05) Uygulama, **LSD_(0.05) Raf Ömrü, ***LSD_(0.05) UygulamaXRaf Ömrü, Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 5. Çileklerde yapraktan kalsiyum ve bor uygulamalarının raf ömrü süresince TEA miktarına (% sitrik asit mg/100 g) etkileri

Uygulama	Kabarla				Sweet Ann			
	Raf Ömrü (gün)			Ortalama	Raf Ömrü (gün)			Ortalama
	0	1	3		0	1	3	
Kontrol	0.23 b-d	0.25 a	0.23 bc	0.24 a	0.24 a	0.24 a	0.22 b-c	0.23 a
Ca	0.21 c-e	0.24 ab	0.19 fg	0.21 b	0.23 a	0.23 ab	0.22 a-c	0.23 a
B	0.21 d-g	0.22 cd	0.21 c-f	0.21 b	0.20 cd	0.22 a-c	0.19 d	0.21 b
Ca+B	0.19 g	0.19 e-g	0.21c-f	0.20 c	0.21 b-d	0.20 cd	0.23 ab	0.21 b
Ortalama	0.21 b	0.23 a	0.21 b		0.22	0.22	0.21	
LSD_(0.05)	*0.01 **0.01 ***0.02				*0.01 ** Ö.D. ***0.02			

*LSD_(0.05) Uygulama, **LSD_(0.05) Raf Ömrü, ***LSD_(0.05) UygulamaXRaf Ömrü, Ö.D.: Önemli değil

Çileğin içerdiği fitokimyasal maddeler ve yüksek antioksidan aktivitesi ile son yıllarda üretimi önem kazanmış üzüm sü meyve türleri arasında yer almaktadır (Kadivec ve ark., 2013). Çizelge 6 ve Çizelge 7'de raf ömrü süresince farklı uygulamaların antioksidan aktivitesi (%) ve toplam fenolik madde miktarı (mg gallik asit/L) değişimleri üzerine etkileri verilmiştir. Her iki

çeşit çilekte raf ömrü süresince meydana gelen antioksidan aktivite değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar incelendiğinde en düşük antioksidan aktivite ortalaması Kabarla çilek çeşidinde Ca ve Sweet Ann çilek çeşidinde Ca+B uygulamasında olduğu belirlenirken en yüksek aktivite değeri ise Kabarla çilek çeşidinde Ca+B ve Sweet Ann

çilek çeşidinde kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içerikleri incelendiğinde başlangıcı göre raf ömrü sonunda bir miktar artmalar (Kabarla) ve azalmalar (Sweet Ann) meydana geldiği belirlenmiştir. Uygulamalar arasındaki değerlerin değişim incelendiğinde her iki çeşitte en yüksek ortalama değer Ca en düşük ortalama değerin ise Ca+B (Kabarla) ve B (Sweet Ann) meyvelerinde olduğu belirlenmiştir. Farklı uygulamaların antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çilek hasat sonrasında hızlı

bozulabilen muhafaza ve raf ömrü süresi kısa olan meyve türleri arasında yer almaktadır. Dolayısıyla fitokimyasal değişimlerden özellikle toplam fenoliklerde antioksidan özellik gösteren bileşiklerdir. Çilek meyvelerinin antosiyanin ve fenolik bileşikler ile bağlantılı olarak yüksek antioksidan içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir (Panico ve ark., 2009). Özellikle fenolik asitlerde sıcaklık ve raf ömrü süresine bağlı olarak azalmalar olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada Rubygem çilek çeşidinde yapılan Ca ve B uygulamalarının fitokimyasallara etkileriyle benzer bulunmuştur (Özkaya ve ark., 2017).

Çizelge 6. Çileklerde yapraktan kalsiyum ve bor uygulamalarının raf ömrü süresince antioksidan madde aktivitesine (%) etkileri

Uygulama	Kabarla				Sweet Ann			
	Raf Ömrü (gün)			Ortalama	Raf Ömrü (gün)			Ortalama
	0	1	3		0	1	3	
Kontrol	90.66	88.26	92.61	90.51 bc	90.99 e	90.99 e	97.73 a	93.24
Ca	91.24 bc	87.19 fg	88.23 e-g	88.89 c	91.40 de	90.99 e	96.27 b	92.89
B	91.07 b-d	86.45 g	98.21 a	91.91 ab	91.90c-e	91.24 e	96.35 b	93.16
Ca+B	90.91 b-e	89.50 c-f	97.24 a	92.55 a	92.64 c	92.48 cd	92.86 c	92.66
Ortalama	90.97 b	87.85 b	94.07 a		91.74 b	91.43 b	95.80 a	
LSD_(0.05)	*1.63 **1.41 ***2.82				* Ö.D. **0.59 ***1.18			

*LSD_(0.05) Uygulama, **LSD_(0.05) Raf Ömrü, ***LSD_(0.05) UygulamaXRaf Ömrü, Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 7. Çileklerde yapraktan kalsiyum ve bor uygulamalarının raf ömrü süresince toplam fenolik bileşiklere (mg gallik asit/L) etkileri

Uygulama	Kabarla				Sweet Ann			
	Raf Ömrü (gün)			Ortalama	Raf Ömrü (gün)			Ortalama
	0	1	3		0	1	3	
Kontrol	432.57 de	475.11 a-c	406.62 de	438.10 ab	322.47 bc	240.21 d	392.38 a	318.35
Ca	447.38 bc	495.96 a	427.57 de	456.97 a	328.51 b	313.13 bc	321.72 bc	321.12
B	392.00 e	443.04b-d	482.09 ab	439.04 ab	297.28 bd	294.74 bd	267.57 cd	286.53
Ca+B	394.83	415.49	437.28	415.87 b	288.79 bd	299.17 bd	322.38 bc	303.45
Ortalama	416.69 b	457.40 a	438.39 a		309.26 ab	286.81 b	326.01 a	
LSD_(0.05)	*24.43 **21.16 ***42.31				* Ö.D. **30.40 ***60.81			

*LSD_(0.05) Uygulama, **LSD_(0.05) Raf Ömrü, ***LSD_(0.05) UygulamaXRaf Ömrü, Ö.D.: Önemli değil

Çileklerde bireysel şekerlerden glikoz, früktoz ve mannoz % olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada bireysel şeker glikoz ve früktoz değerleri mannozdaki yüksek bulunmuştur. Bireysel şeker glikoz değerleri Çizelge 8’de verilmiştir (Früktoz ve mannoz verileri verilmemiştir). Her iki çeşit çilekte raf ömrü süresince meydana gelen bireysel şeker glikoz değişimleri istatistiksel

olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar incelendiğinde en düşük bireysel şeker glikoz ortalaması her iki çilek çeşidinde kontrol uygulamasında olduğu belirlenirken en yüksek bireysel şeker glikoz değeri ise Kabarla çilek çeşidinde B ve Sweet Ann çilek çeşidinde Ca uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 8. Çileklerde yapraktan kalsiyum ve bor uygulamalarının raf ömrü süresince bireysel şeker glikoza (%) etkileri

Uygulama	Kabarla				Sweet Ann			
	Raf Ömrü (gün)			Ortalama	Raf Ömrü (gün)			Ortalama
	0	1	3		0	1	3	
Kontrol	3.34	1.61	2.93	2.63	3.87 ab	1.71 d	3.33 a-c	2.97 b
Ca	3.22	1.95	3.36	2.84	4.07 a	3.89 ab	3.23 a-c	3.73 a
B	3.52	3.02	3.48	3.34	3.26 bc	2.74 c	3.34 a-c	3.12 b
Ca+B	3.16	2.92	3.25	3.11	3.46 a-c	2.76 c	2.98 c	3.07 b
Ortalama	3.31 a	2.38 b	3.25 a		3.66 a	2.78 c	3.22 b	
LSD_(0.05)	*Ö.D. **0.55 ***Ö.D.				*0.46 **0.40 ***0.79			

*LSD_(0.05) Uygulama, **LSD_(0.05) Raf Ömrü, ***LSD_(0.05) UygulamaXRaf Ömrü, Ö.D.: Önemli değil

Çileklerde organik asit içeriğinde oksalik asit, sitrik asit ve malik asit miktarı ppm olarak belirlenmiştir. Organik asitlerden sitrik asit ve malik asit değerleri oksalik asit değerinden yüksek bulunmuştur. Bu çalışmada sitrik asit değerleri Çizelge 9'da verilmiştir (oksalik asit ve malik asit verileri verilmemiştir). Her iki çeşit

çilekte raf ömrü süresince meydana gelen sitrik asit değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Uygulamalar incelendiğinde en düşük sitrik asit ortalaması her iki çilek çeşidinde Ca+B uygulamasında olduğu belirlenirken en yüksek sitrik asit değeri ise kontrol uygulamasında belirlenmiştir.

Çizelge 9. Çileklerde yapraktan kalsiyum ve bor uygulamalarının raf ömrü süresince organik asit sitrik aside (ppm,) etkileri

Uygulama	Kabarla				Sweet Ann			
	Raf Ömrü (gün)			Ortalama	Raf Ömrü (gün)			Ortalama
	0	1	3		0	1	3	
Kontrol	7781.89 e	8826.10 a	7413.49 f	8007.16 a	7317.36 f	7334.82 e	7860.49 a	7504.23 a
Ca	8168.64 b	8096.30 c	7007.93 j	7757.62 b	7452.00 b	7344.69 d	5930.67 l	6909.12 b
B	7163.39 h	7987.68 d	7293.62 g	7481.56 c	6076.96 k	7385.62 c	6802.47 h	6755.01 c
Ca+B	5747.33 k	5621.08 l	7048.08 i	6138.83 d	6477.27 j	6855.59 g	6753.45 i	6695.43 d
Ort.	7215.31 b	7632.79 a	7190.78 c		6830.90 c	7230.18 a	6836.77 b	
LSD_(0.05)	*0.00 ** 0.00 ***0.00				*0.00 **0.00 ***0.00			

*LSD_(0.05) Uygulama, **LSD_(0.05) Raf Ömrü, ***LSD_(0.05) UygulamaXRaf Ömrü, Ö.D.: Önemli değil

Camarosa çilek çeşidine yapraktan farklı seviyelerde uygulanan potasyum nitrat, borik asit ve çinko sülfat'ın verim ve kalite üzerine etkisini belirlemek amacıyla potasyum nitrat %1-1.5 (K1, K2), borik asit 150-300 mg/L (B1, B2) ve çinko sülfat 200-400 mg/L (Zn1, Zn2) çözeltiler halinde yapraktan 3 kez uyguladıkları bir çalışmada en yüksek verim ve kuru madde miktarı K2 Zn2 B1 uygulamalarında elde etmişlerdir (Çakıcı ve Arslan, 2012). Rubygem çilek çeşidinde yapraktan hasat öncesinde Ca ve B+Ca uygulamalarının raf ömrü süresince meyve eti sertliği, renk ve fitokimyasal değişimler üzerine pozitif katkılar sağladığı belirtmişlerdir (Özkaya ve ark., 2017).

Sonuç

Bu araştırmanın sonucunda Kabarla ve Sweet Ann çilek çeşitlerinde yapılan Ca, B ve Ca+B uygulamalarının kontrol ile karşılaştırılmasında

raf ömrü süresince uygulamaların incelenen kalite parametrenin değişim üzerine farklı etkileri olduğu belirlenmiştir. Elde edilen değerler ışığında Ca+B ve Ca uygulamalarının raf ömrü süresince ağırlık kaybının azaltılması, meyve eti rengi ve meyve eti sertliğinin korunması üzerine olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Ayrıca raf ömrü süresince Ca+B uygulamaları uygulamasının toplam antioksidan aktivitesi ve fenolik madde miktarının korunması üzerine etkili olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak hasat öncesinde bitki besleme programlarında deneme koşullarında belirtilen Ca+B ve Ca uygulamalarının yapılması durumunda her iki çilek çeşitlerinde raf ömrü süresince meyve eti sertliği, renk, fitokimyasal, bireysel şekerler ve organik asitlerin değişimleri üzerine pozitif katkılar sağlayacağı belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2024. <https://www.tarimorman.gov.tr/cilek.pdf>, Erişim Tarihi:01.12.2024.
- Cemeroğlu, B.S., 2013. Gıda Analizleri Kitabı, 102-108.
- Chinnici, F., Spinabelli, U., Riponi, C., Amati, A., 2005. Optimization of the Determination of Organic Acids and Sugars in Fruit Juices by İon-exclusion Liquid Chromatography. *Journal of Food Composition and Analysis* 18: 121–130.
- Çakıcı, H., Arslan, H., 2012. Yapraktan Potasyum, Bor ve Çinko Uygulamalarının Camarosa Çilek Çeşidinde Verim ve Kaliteye Etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 49 (3): 293-298.
- Esringü, A., Turan, M., Gunes, A., Eşitken, A., Sambo, P., 2011. Boron application improves on yield and chemical composition of strawberry. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 61(3), 245-252.
- Kaçar, B., Katkat, V., 2007. Bitki Besleme. Nobel Yayın No: 849, Fen ve Biyoloji Yayınları: 29, Ankara. 657s.
- Kadivec, M., Bornsek, Polak, T., Demsar, L., Hribar, J., Pozrl, T., 2013. Phenolic Content of Strawberry Spreads During Processing and Storage. *J. Agric. Food Chem.* 61: 9220-9229.
- Kaplan, A., Dündar, Ö., 2018. Niğde ilinde farklı yükseklikte yetiştirilen Scarlet Spur elma çeşidinin muhafaza süresi ve kalite değişimlerinin belirlenmesi. *Alatarım*, 17(2), 80-88.
- Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M., Gliszczynska-Świgło, A., 2007. Effect of Storage on the Content of Polyphenols, Vitamin C and the Antioxidant Activity of Orange Juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 313-322.
- Majeed, R., Jawandha, S.K., 2016. Enzymatic changes in plum (*Prunussalicina* Lindl.) subjected to some chemical treatments and cold storage. *J Food Sci Technol* 53(5):2372–2379.
- Özkaya, O., Dündar, O., Camerata Scovazzo, G., Volpe, G., 2009. Evaluation of quality parameters of strawberry fruits in modified atmosphere packaging during storage. *Afr. J. Biotechnol.* 8, 789–793.
- Özkaya, O., Dündar, Ö., Demircioğlu, H., Yavuz, N., Özkaya, A., Sarıdaş, M.A., Kargı S.P. 2017. Çilekte yapraktan kalsiyum ve bor uygulamalarının raf ömrü süresince meyve kalite ve biyokimyasal değişimleri üzerine etkileri. *Bahçe*, Vol. 46, No. 1, 297-302.
- Özkaya, O., Şener, A., Sarıdaş, M.A., Ünal, Ü., Valizadeh, A., Dündar, Ö., 2015. Early Season-Harvested Sweet Cherries in MAP. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39: 2119-2128.
- Panico, A.M., Garufi, F., Nitto, S., Di Mauro, R., Longhitano, R.C., Magri, G., Catalfo, A., Serrentino, M.E., De Guidi, G., 2009. Antioxidant activity and phenolic content of strawberry genotypes from *Fragaria x ananassa*. *Pharmaceutical Biology* 47(3): 203-208.
- Sarıdaş, M.A., Kargı, S.P., Zarifikhosroshahi, M., Kurt, E., Kafkas, N.E., 2016. Effects of various calcium nitrate application on ester profiles of some strawberry cultivars. In *VIII International Strawberry Symposium* 1156 (pp. 349-354).
- Waliszewski, N.K., Márquez, O., Pardio, V.T., 2009. Quantifiication and Characterisation of Polyphenol Oxidase from Vanilla Bean. *Food Chemistry* 117:196-203.

Hasat Sonrası Melatonin ve Kitosan Uygulamalarının Soğukta Muhafaza Süresince Albion Çilek Çeşidinde Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri

Sümeyye YAMAN¹ 

Sevil ÜNAL² 

Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR² 

¹Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Konya, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye

Öz

Çilek klimakterik özellik göstermeyen ve hasat sonrası zararlanmalar ile patojenlere oldukça hassas bir meyve türüdür. Meyve etinin yumuşak dokulu olması hasat sonrası kayıpların artmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmada kitosan ve melatoninin tekli ve kombine uygulamalarının 'Albion' çilek çeşidinde soğukta depolama süresince meyve kalite özellikleri üzerine etkiler incelenmiştir. Hasat edilen meyveler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir. Zararlanmış meyveler ayrılarak, büyüklük ve renk bakımından bir örnek meyveler seçilmiş ve uygulama yapılmak üzere 4 gruba ayrılarak (1) uygulama yapılmayan meyveler kontrol grubu (2) kitosan (%1), (3) melatonin (0.1 mM) ve (4) kitosan+melatonin uygulamaları yapılmıştır. Çilek meyveleri 4 °C ve %90-95 oransal nemde 15 gün muhafaza edilmiştir. Bu meyvelerden 4 gün aralıklarla örnekler alınarak ağırlık kaybı, meyve rengi, meyve sertliği, suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asit miktarı, (TEA) poligalakturonaz (PG) enzim aktivitesi, toplam fenolik madde (TFM), toplam antioksidan aktivite (TAA) ve askorbik asit (AsA) miktarı belirlenmiştir. Ayrıca panelistler tarafından görsel kalite değerlendirmesi de yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda kalite kayıplarını geciktirmede, kombine uygulamanın tekli uygulamalara nazaran daha etkili olduğu saptanmıştır. Ağırlık kaybındaki artışın azaltılması, meyve sertliği, TEA, TAA ve AsA içeriğindeki azalışın geciktirilmesinde uygulamaların birlikte kullanımının etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca meyve rengi, SÇKM ve TFM miktarındaki değişimlerin bu uygulamada daha yavaş gerçekleştiği belirlenmiştir. Meyvelerde görsel kalitede de önemli değişimler gerçekleşmeden muhafaza edilebileceği görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre 'Albion' çilek çeşidinde 15 günlük soğukta depolama süresince hasat sonrası raf ömrünü artırma ve kalite özelliklerini korumada kitosan+melatonin uygulamasının önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çilek, muhafaza, melatonin, yenilebilir film kaplama.

Effects of Postharvest Melatonin and Chitosan Treatments on Quality Properties in Strawberry cv. Albion during Cold Storage

Abstract

Strawberry is a non-climacteric fruit and highly susceptible to postharvest damage and pathogens. The soft texture of fruit flesh causes increased postharvest losses. In this study, the effects of alone or combined chitosan and melatonin treatments on postharvest quality of strawberry cv. 'Albion' during cold storage were investigated. Harvested fruits were brought to the laboratory of Selçuk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. Damaged fruits were separated, a sample of fruits was selected in terms of size and color and sorted into four equal groups for treatments: (1) untreated fruits as a control, (2) 0.1 mM melatonin, (3) coating with 1% chitosan, and (4) melatonin + chitosan. Strawberry fruits were stored at 4 °C and 90-95% relative humidity for 15 days. Strawberry fruits were sampled at 4 day intervals to determine weight loss, fruit color, firmness, soluble solid content (SSC), titratable acidity (TEA) polygalacturonase (PG) enzyme activity, total phenolic (TFM), total antioxidant activity (TAA) and ascorbic acid (AsA) contents and visual quality assessment was also performed by the panellists. As a result of the assessments, it was determined that the combined use of the treatments was more effective in preserving quality characteristics than their single use. It was determined that the combined use of the treatments was effective in reducing the increase in weight loss and delaying the decrease in firmness, TEA, TAA and AsA content. It was also determined that changes in fruit colour, SSC and TFM occurred more slowly in this treatment. It was observed that the fruits could be stored without significant changes in visual quality. According to the results obtained, it was concluded that chitosan + melatonin treatment could be recommended for increasing the postharvest shelf life and preserving quality characteristics during 15 day cold storage in the strawberry cv. 'Albion'.

Keywords: Strawberry, storage, melatonin, edible film coating.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: F. Küçükbasmacı Sabır; fkbasmaci@selcuk.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Sümeyye YAMAN  <https://orcid.org/0009-0008-1344-8628>

Sevil ÜNAL  <https://orcid.org/0000-0002-7399-4523>

Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABIR  <https://orcid.org/0000-0002-4307-964X>

Giriş

Çilek *Rosaceae* familyası içerisinde yer alan ve ülkemizde üretim değerleri gün geçtikçe artan üzümzü meyve türlerinden birisidir (Türemiş ve Ağaoğlu, 2013). Kendine özgü aroması ve parlak kırmızı rengi ile tüketiciler tarafından oldukça fazla tercih edilen çilek aynı zamanda içerdği C vitamini ve polifenol, flavonoid, antosiyanin ve tanenler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler açısından zengin olması nedeniyle de insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Parvez ve Wani, 2018).

Çileklerde hasat sonrası kayıpların %20-50 arasında değişim gösterdiği ve bu nedenle de hem iç pazarda hem ihracatta ürünün pazarlanmasında istenilen seviyelerin elde edilemediği görülmektedir (Doğan ve Erkan, 2021). Hasattan sonra meydana gelen ağırlık kaybı, sertlikte azalma, mekaniksel zararlanmalar ile fizyolojik ve patolojik bozukluklar meyve kalitesinin hızla düşmesine neden olmakta ve ürünün raf ömrünü kısıtlayıcı faktörler olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca *Botrytis cinerea* kaynaklı patolojik bozulmalar çileklerde hasat sonrası kayıpların en önemli sebepleri arasında gösterilmektedir (Vu ve ark., 2011).

Çileklerde raf ömrünün uzatılmasında kullanılan temel yöntem düşük depolama sıcaklığında ürün muhafaza edilmesidir. Bununla birlikte modifiye atmosferde depolama (Caner ve Aday, 2009), sıcak uygulaması (Civello ve ark., 1997), UV-C (Erkan ve ark., 2008; Sabır ve ark., 2018) ile *Aloe vera* (Sogvar ve ark., 2016), kitosan (Badawy ve ark., 2017) ve aljinat (de S. Jorge ve ark., 2013) gibi yenilebilir film kaplama uygulamalarının çileklerde hasat sonrası kalite özelliklerini korumada etkili uygulamalar olduğu belirtilmektedir.

Hasat sonrası yüzey kaplama uygulamaları yaş meyve ve sebzelerde kalitenin korunması ve biyolojik olarak parçalanmayan ambalaj malzemelerinin kullanımın azaltılması amacıyla son yıllarda önem kazanmış uygulamalardan birisidir (Amarante ve ark., 2001). Yenilebilir film kaplama uygulanan ürün yüzeyinde koruyucu ince bir tabaka meydana gelmekte ve üründe modifiye atmosfer oluşturarak solunum hızı ve su kaybını azaltmakta, mikrobiyal gelişimi yavaşlatarak bozulmayı geciktirmektedir. Ayrıca çeşitli antioksidan, antimikrobiyal ve diğer koruyucu bileşiklerin

birlikte kullanılmasında da taşıyıcı bariyer görevi almaktadır (Parvez ve Wani, 2018).

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin) tüm bitki türlerinde içsel olarak üretilen bir indolamin olarak tanımlanır. İnsan beslenmesinde sağlıklı bir bileşen olarak değerlendirilen melatoninin domates, elma, kiraz, muz ve çilek gibi birçok meyve ve sebze türünde doğal olarak bulunduğu bilinmektedir. Ayrıca bitkilerde biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı direncini arttırmak amacıyla bir sinyal molekülü olarak hareket etmekle birlikte, aynı zamanda güçlü bir serbest radikal temizleyici özelliği ile doğrudan antioksidan aktiviteye sahiptir. Yaş meyve ve sebzelerde dışsal olarak uygulanan melatonin uygulamasının hasat sonrası olgunlaşma ve yaşlanmayı geciktirdiği, üşüme zararına dayanıklılığı arttırdığı, fizyolojik ve patolojik bozulmaları azaltarak ürünlerde besin kalitesini koruduğu belirtilmektedir (Liu ve ark., 2018).

Bu çalışmada hasat sonrası melatonin ve kitosan uygulamalarının tek başına ve birlikte kullanımının ‘Albion’ çilek çeşidinde soğukta muhafazasında meyve kalitesine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada Albion çilek çeşidi kullanılmıştır. Konya’nın Beyşehir ilçesinde ticari bir bahçeden meyve yüzeyinin $\frac{3}{4}$ ’ü kırmızı rengi aldığıında hasat edilen meyveler uygun koşullarda çalışmanın yürütüleceği Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir. Hasarlanmış ve bir örnek renk ve büyüklükte olmayan meyveler ayrılarak hasat sonrası uygulamalar yapılmak üzere 4 eşit gruba ayrılmıştır.

İlk grup meyvelere hiçbir uygulama yapılmadan kaselere yerleştirilerek plastik kasalar içerisinde depolanmış ve kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. İkinci grup meyveler ön çalışmalar sonucu belirlenen uygun doz olan 0.1 mM melatonin çözeltisine, üçüncü grup meyveler %1 kitosan çözeltisine, son grup meyveler melatonin ve kitosanın karıştırılması ile hazırlanan çözeltiye 5 dk süreyle batırılmıştır. Çözeltilere yayıcı yapıştırıcı olarak %0.1 Tween 20 eklenmiştir. Uygulama yapılan meyveler üzerindeki suyun uzaklaşması için bir süre oda koşullarında bekletilmiş ve daha sonra kapaklı polietilen teraflat (PET) kaplara konularak 4

°C’de ve %90-95 oransal nemde 15 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresinin başlangıcı ile 4, 8, 12 ve 15. günlerde meyveler depodan çıkartılarak kalite analizleri gerçekleştirilmiştir.

Ağırlık kaybı muhafaza başlangıcında tartılan meyvelerin muhafaza süresince tekrar tartılması ile oluşan farklılıklar hesaplanmış ve yüzde ağırlık kaybı (%) olarak belirlenmiştir. Meyve rengi meyvelerin orta kısmından karşılıklı yüzeylerinde renk ölçüm cihazı kullanılarak (CR 400, Minolta Co, Japonya) L^* , a^* ve b^* değerleri okunmuş ve renk değişimlerini belirlemede hue açısı (h°) değerleri hesaplanmıştır (McGuire, 1992). Meyve sertliği her meyvenin orta kısmından konik uç kullanılarak dijital penetrometre ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Newton (N) olarak verilmiştir. Suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM) meyvelerin sıkılması ile elde edilen meyve sularında el refraktometresi (Atago, Japonya) ile belirlenmiş ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir. Titre edilebilir asit miktarı (TEA), 5 mL meyve suyu 0.1 N NaOH ile pH’sı 8.1 oluncaya kadar titre edilmiş ve sonuçlar sitrik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007). Poligalakturonaz (PG) enzim aktivitesi, Pathak ve Sanwal (1998) ve Miller (1959) tarafından geliştirilen Dinitro salisilik asit (DNS) yönteminde bazı modifikasyonlar gerçekleştirilerek spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (Canan, 2012).

Muhafaza edilen çilekler blender ile püre haline getirildikten sonra 25 ml metanol ile homojenize edilerek 16 s 4 °C’de tutulduktan sonra santrifüj edilmiştir. Elde edilen bu çözelti toplam fenolik madde miktarı (TFM) ile toplam antioksidan aktivitenin (TAA) belirlenmesinde kullanılmıştır (Thaipong ve ark. 2006). TFM Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiş ve sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir (Singleton, 1999). TAA belirlenmesinde Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metodu uygulanmıştır $\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Benzie ve Strain, 1996). Askorbik asit (C vitamini) miktarı, Pearson ve ark. (1970)’e göre boya çözeltisi kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (Küçükbasmacı Sabır, 2008). Görsel kalite panelistler tarafından analiz dönemlerinde çileklerde renk, sertlik, kaliks ve genel görünüm 1-5 skalası kullanılarak

değerlendirilmiştir. Skalada; 5= Mükemmel (kaliks yeşil ve dik, buruşma yok, meyve sert; çürüme %0); 4= İyi (kaliks yeşil ancak hasattan daha az dik, hafif buruşma var, çürüme %0); 3= Kabul edilebilir sınır (kaliks kuru ve solgun; çürüme %0); 2= Kötü (meyvelerde kuruma başlangıcı ve kalikte aşırı solgunluk; çürüme %1-5); 1= Çok kötü (kaliks aşırı kuru ve sarımsı ve kahverengimsi yeşil renkte; çürüme %10’dan fazla) (Nguyen ve ark., 2020).

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 12 adet meyveden oluşmuştur. Denemeden elde edilen veriler JMP (versiyon 5.0.1) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamalar arasındaki farklılıklar Student’s t-test çoklu karşılaştırma testine ($p<0.05$) göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyvelerin ağırlık kayıplarında artış gözlemlenirken, muhafaza süresince uygulamaların meydana gelen bu artışı yavaşlatmada etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur. Soğukta muhafazanın 4. gününden itibaren artan ağırlık kaybında bu muhafaza süresinde en fazla kayıp kontrol grubu (%2.98) meyvelerde görülürken, kitosan+melatonin (%2.06) uygulanan meyvelerde daha düşük bir kayıp oranı tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda tüm muhafaza süresince meydana gelen değişime benzer şekilde ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada kitosan+melatonin uygulamasının en etkili uygulama olduğu ve %3.25 oranında bir kayıp meydana geldiği tespit edilmiştir. En yüksek ağırlık kaybı kontrol grubu (%4.89) meyvelerinde meydana gelirken, melatonin (%3.72) ve kitosan (%3.75) uygulamaları istatistiksel olarak birbirleri ile aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 1). Liu ve ark. (2018) kontrol ve melatonin uygulanmış çileklerde ağırlık kaybının depolama sırasında arttığını belirtmişlerdir. Kontrol ve 0.01 mmol/L melatonin uygulamasıyla karşılaştırıldığında, 0.1 ve 1 mmol/L melatonin uygulamalarının meyvelerde ağırlık kaybını 9. günden 12. güne kadar önemli ölçüde azalttığını saptamışlardır. Bu durumun çilek meyvesinin ağırlık kaybını azaltmak için çok önemli olan daha iyi kabuk mukavemeti özellikleri ile ilişkili olabileceği vurgulanmıştır. Benzer şekilde hasat sonrası

melatonin uygulamalarının üzüm (Nasser ve ark., 2022), kiraz (Wang ve ark., 2019) ve şeftali (Gao ve ark., 2016) meyvelerinde soğukta muhafaza süresince ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu belirtilmiştir.

15 günlük soğukta depolama süresince muhafaza edilen çilek meyvelerinde 7.82 N olan başlangıç sertlik değerinde depolama süresinin ilerlemesi ile birlikte azalma belirlenmiştir. Tüm muhafaza süresince uygulamaların birlikte kullanımının sertlikteki azalışı yavaşlatmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en az sertlik kaybı kitosan+melatonin uygulanan (5.20 N) meyvelerde meydana gelirken, bunu sırasıyla kitosan (4.62 N), melatonin (4.30 N) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 1). En fazla sertlik kaybı ise kontrol grubu meyvelerinde gerçekleşmiştir (2.90 N). Meyve sertliğinde meydana gelen bu değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur. 15 günlük muhafaza süresi sonunda kontrol meyvelerinde başlangıçtaki meyve sertliği değerinde yaklaşık %63 oranında bir azalma meydana gelirken, kitosan+melatonin uygulamasında bu azalış yaklaşık %33 oranında gerçekleşmiştir. Elde ettiğimiz bulgulara göre hasat sonrası uygulamaların kontrol ile karşılaştırıldığında sertliği korumada etkili olduğu, uygulamaların birlikte kullanımının etkisinin tek başına kullanımdan önemli ölçüde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Benzer bulgular Hernández-Muñoz ve ark. (2006) tarafından çilekte yapılan çalışmada da belirtilmiştir. Araştırmacılar kalsiyum glukonat eklenmiş kitosanın meyve sertliğini koruduğunu, 4 günlük muhafaza süresi sonunda kontrol meyvelerinde %40, kalsiyum glukonat uygulanmış meyvelerde %20 oranında sertlik kaybı meydana geldiğini belirtmişlerdir. Liu ve ark. (2018) 4 °C'de muhafaza edilen çileklerde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte sertliğin azaldığını ve melatonin uygulamasının kontrol ile karşılaştırıldığında sertlik değerini korumada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde kivi (Luo ve ark., 2022), nektarin (Bal, 2021), erik (Bal, 2019) ve kiraz (Wang ve ark., 2019)

meyve türlerinde de hasat sonrası melatonin uygulamasının sertlik değerini korumada etkili olduğu vurgulanmıştır.

15 günlük muhafaza süresi sonunda hue açısı değeri tüm uygulamalarda ve kontrol grubu meyvelerinde azalış göstermiştir. Hue açısı değerinin korunmasında kitosan+melatonin uygulamasının (30.37°) en etkili uygulama olduğu saptanmıştır. Kontrol grubu meyvelerinde (28.43°) ise daha fazla bir azalış belirlenmiştir. Ancak bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 1). Hasat sonrası melatonin uygulamasının çileklerde hue açısı değerindeki azalışı yavaşlattığı belirtilmiştir (Liu ve ark., 2018). Melatonin uygulamasının kiraz meyvelerinde 63 gün depolama süresince L*, C* ve h° değerlerinin korunduğu vurgulanmıştır (Wang ve ark., 2019). Melatoninin rengi değerlerini korumadaki en önemli etkisinin ürünün yaşlanmasını yavaşlatması olarak açıklanabilir.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyvelerin görsel kalite değerlerinde azalma gerçekleşmiştir. Hasat sonrası yapılan uygulamaların tamamının muhafaza süresi sonunda kabul edilebilir sınır değerin üzerinde puan aldığı belirlenirken, en yüksek görsel kalite değeri kitosan+melatonin uygulanan (4.00 puan) meyvelerde saptanmıştır. Melatonin (3.33 puan) ve kitosan (3.33 puan) uygulanan meyveler ise istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Kontrol meyveleri 12. günde kabul edilebilir sınır değerde (3.00 puan) bir görünüm puanı alırken, 15. günde 2.00 değeri ile kötü bir görsel kaliteye sahip olduğu belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte kullanımında ilk 8 gün başlangıç kalite özelliklerini koruduğu ifade edilirken, tüm muhafaza süresince uygulamaların tek kullanımına oranla daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür (Çizelge 1). Nguyen ve ark. (2020) çilekte kitosan ile birlikte %3 kalsiyum klorür uygulamasının görsel kaliteyi korumada etkili olduğu, Hernandez-Munoz ve ark. (2008) kalsiyum glukonat eklenmiş kitosan ile kaplanan meyvelerin panelistler tarafından daha fazla kabul edilebilir bir değer aldığı belirtilmiştir.

Çizelge 1. Melatonin ve kitosan uygulamalarının Albion çilek çeşidinde muhafaza süresince ağırlık kaybı, meyve sertliği, hue açısı, görsel kalite ve SÇKM üzerine etkileri

Uygulama		Depolama Süresi (gün)				
		0	4	8	12	15
Ağırlık Kaybı (%)	Kontrol	0.00 k	2.98 fg	3.67 cd	4.33 b	4.89 a
	Melatonin		2.37 ij	3.00 fg	3.31 ef	3.72 c
	Kitosan		2.64 hi	3.15 efg	3.36 de	3.75 c
	Kitosan+Melatonin		2.06 j	2.19 j	2.95 gh	3.25 efg
Meyve Sertliği (N)	Kontrol	7.82 a	5.52 d	4.49 e	4.16 e	2.90 f
	Melatonin		7.08 b	6.36 c	5.63 d	4.30 e
	Kitosan		7.34 ab	6.86 b	5.39 d	4.62 e
	Kitosan+Melatonin		7.75 a	6.92 b	5.47 d	5.20 d
Hue Açısı	Kontrol	33.11	30.63	30.08	28.90	28.43
	Melatonin		33.42	31.53	30.72	30.24
	Kitosan		32.85	31.19	30.49	29.99
	Kitosan+Melatonin		32.39	32.34	31.55	30.37
Görsel Kalite (1-5)	Kontrol	5.00 a	4.66 ab	3.66 de	3.00 f	2.00 g
	Melatonin		5.00 a	4.66 ab	4.00 cd	3.33 ef
	Kitosan		5.00 a	4.33 bc	3.33 ef	3.33 ef
	Kitosan+Melatonin		5.00 a	5.00 a	4.66 ab	4.00 cd
SÇKM (%)	Kontrol	10.13 d	10.46 bc	10.93 a	10.93 a	11.00 a
	Melatonin		10.13 d	10.06 d	10.20 cd	10.93 a
	Kitosan		10.00 d	10.13 d	10.06 d	10.86 a
	Kitosan+Melatonin		9.93 d	10.13 d	10.06 d	10.53 b

LSD_{0.05}: Ağırlık kaybı:0.32, meyve sertliği:0.49, hue açısı:Ö.D., görsel kalite:0.60, SÇKM:0.29

15 günlük soğukta depolama süresince muhafaza edilen çilek meyvelerinde %10.13 olan başlangıç SÇKM değerinde depolama süresinin ilerlemesi ile birlikte artış gözlemlenmiştir. Tüm muhafaza süresince uygulamaların birlikte kullanımının SÇKM'deki artışı yavaşlatmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en fazla SÇKM değeri kontrol (%11.00) grubunda belirlenirken, bu uygulama ile aynı istatistik grupta yer alan melatonin ve kitosan uygulamalarında sırasıyla %10.93 ve %10.86 değerleri ölçülmüştür (Çizelge 1). En düşük SÇKM değeri ise kitosan+melatonin (%10.53) uygulanan meyvelerde belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bulgular çilekte kitosan (Hernández-Muñoz ve ark., 2006) ve melatonin (Liu ve ark., 2018) ile yapılan çalışmalarda da muhafaza süresince SÇKM'de meydana gelen değişimin daha yavaş gerçekleştiğinin belirtildiği sonuçlarla desteklenmektedir.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyvelerin TEA değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek TEA değeri melatonin uygulanan (%0.757) meyvelerde belirlenirken, bu uygulamayı sırasıyla kitosan+melatonin

(%0.745) ve kitosan (%0.728) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 2). En düşük değer kontrol grubu (%0.635) meyvelerde saptanmıştır. Melatonin uygulamasının tek başına ve kitosan ile birlikte kullanıldığında muhafaza süresince azalan TEA değerinin korunmasında etkili uygulamalar olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar çilekte melatonin (Liu ve ark., 2018) ve kitosan (Zhang ve Quantick, 1998) uygulamalarının asitlik değerindeki azalışı yavaşlatmada etkili olduğu belirtilen araştırmalarla da uyumlu bulunmuştur.

0. günde 1.42 mmol/kg/s olarak belirlenen PG enzim aktivitesinde ilerleyen muhafaza süresi ile birlikte artış tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek değer kontrol grubunda (1.72 mmol/kg/s) belirlenirken, en düşük değer kitosan+melatonin uygulamasında (1.56 mmol/kg/s) ölçülmüş olup bu değişim istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Kitosan ile melatoninin birlikte kullanımının yaşlanmayı geciktirerek enzim aktivitesindeki artışı yavaşlattığı düşünülmektedir. Nitekim elde ettiğimiz sonuçlar erikte kitosan+salisilik asit (Çavdarıcı, 2022) ve armutta nişasta bazlı yenilebilir film kaplama ile UV-C

uygulamalarının (Çil, 2022) birlikte kullanımının enzim aktivitesindeki artışı yavaşlattığı araştırmalarla da desteklenmektedir.

15 günlük muhafaza süresince TFM miktarında kontrol grubu ve tüm uygulama yapılan meyvelerde artış gerçekleşmiştir. Tüm muhafaza süresi değerlendirildiğinde hasat sonrası uygulamaların kontrol ile karşılaştırıldığında TFM

miktarındaki artışı yavaşlattığı ancak bu artışı geciktirmede uygulamalar arasında önemli farklılıklar olmadığı saptanmıştır. Muhafaza süresi sonunda en yüksek değer kontrol grubu meyvelerinde (299.44 mg/100g) ölçülmüştür. Kitosan (260.00 mg/100g), melatonin (257.22 mg/100g) ve kitosan+melatonin (252.22 mg/100g) uygulanan meyveler istatistik olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Melatonin ve kitosan uygulamalarının Albion çilek çeşidinde muhafaza süresince TEA, TFM, TAA, PG ve AsA üzerine etkileri

Uygulama		Depolama Süresi (gün)				
		0	4	8	12	15
TEA (%)	Kontrol	0.942 a	0.880 c	0.738 e	0.699 f	0.635 g
	Melatonin		0.937 a	0.834 d	0.815 d	0.757 e
	Kitosan		0.925 ab	0.824 d	0.821 d	0.728 ef
	Kitosan+Melatonin		0.922 ab	0.899 bc	0.826 d	0.745 e
TFM (mg/100g)	Kontrol	208.05 de	210.83 de	250.00 b	258.33 b	299.44 a
	Melatonin		204.72 e	214.16 de	221.11 cd	257.22 b
	Kitosan		203.33 e	219.44 cd	231.94 c	260.00 b
	Kitosan+Melatonin		202.77 e	212.50 de	229.72 c	252.22 b
TAA (μmol/g)	Kontrol	6.86 a	5.19 cd	4.58 efg	4.15 gh	2.74 j
	Melatonin		5.74 b	5.66 b	4.32 fgh	3.87 hı
	Kitosan		5.47 bc	4.98 de	4.44 fg	3.58 ı
	Kitosan+Melatonin		6.68 a	5.73 b	5.03 cde	4.76 def
PG (mmol/kg/s)	Kontrol	1.42	1.54	1.62	1.68	1.72
	Melatonin		1.51	1.53	1.56	1.60
	Kitosan		1.44	1.47	1.55	1.63.
	Kitosan+Melatonin		1.43	1.44	1.49	1.56
AsA (mg/100g)	Kontrol	38.25 a	31.14 ef	21.63 ı	19.18 j	14.80 k
	Melatonin		34.29 cd	25.24 gh	19.33 j	18.16 j
	Kitosan		35.64 bc	26.49 g	22.16 ı	20.16 ij
	Kitosan+Melatonin		37.16 ab	32.68 de	29.55 f	24.40 h

LSD_{0.05}: TEA:0.036, TFM:14.36, TAA:0.47, PG:Ö.D., AsA:2.05

Hasat sonrası uygulamaların kontrol ile karşılaştırıldığında TAA'daki azalışı yavaşlatmada etkili olduğu, bu etkinin uygulamaların birlikte kullanımında daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır. Muhafaza süresi sonunda TAA değerleri sırasıyla 4.76 μmol/g (kitosan+melatonin), 3.87 μmol/g (melatonin), 3.58 μmol/g (kitosan) ve 2.74 μmol/g (kontrol) olarak saptanmıştır. Muhafaza süresi sonunda kitosan+melatonin uygulanmış meyvelerde kontrol meyvelerine kıyasla 1.74 kat daha fazla TAA değeri belirlenmiştir (Çizelge 2). Elde ettiğimiz bulgulara göre kitosan+melatonin uygulanan çileklerde kontrol ile uygulamaların tek başına kullanımına kıyasla antioksidant içeriğinin daha yüksek tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular Aghdam ve Fard (2017)

melatonin uygulanan çilek meyvelerinde uygulama yapılmamışlara oranla daha yüksek oranda antioksidant miktarına sahip olduğunu belirttiği çalışma ile de desteklenmektedir.

Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte AsA miktarında azalma görülürken, en etkili koruma kitosan+melatonin uygulamasında gerçekleşmiştir. Başlangıçta 38.25 mg/100 g olarak ölçülen AsA miktarında 15. günün sonunda en az kayıp kitosan+melatonin uygulanan (24.40 mg/100 g) meyvelerde belirlenmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla kitosan (20.16 mg/100 g) ve melatonin (18.16 mg/100 g) uygulamaları izlemiştir. En yüksek kayıp ise kontrol grubu (14.80 mg/100 g) meyvelerinde tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi

sonunda başlangıç değerine göre AsA miktarında azalma kontrol meyvelerinde yaklaşık %61 oranında gerçekleşirken, kitosan + meletonin uygulamasında bu oran yaklaşık %36 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2). Bal (2019) erikte farklı dozlarda melatonin uygulamasının askorbik asitteki azalış üzerine etkili olduğu ve daha yüksek dozlu melatonin uygulamasının askorbik asit içeriğini koruduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde şeftalide Gao ve ark. (2016) ve nektarinde de Bal (2021) yürüttükleri çalışmalarda da meyve askorbik asit içeriğinin depolama süresince melatonin uygulaması ile önemli ölçüde korunduğu bildirilmiştir. Hasat sonrası melatonin uygulamasının askorbat oksidaz aktivitesinin azaltması veya geciktirmesine bağlı olarak askorbik asit içeriğini koruyabildiği düşünülmektedir.

Sonuç

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, soğukta depolama süresince yapılan hasat sonrası uygulamalar meyve kalitesini ve raf ömrünü korumada etkili yöntem olarak belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte kullanımının tek başına kullanımlarından kalite özelliklerini korumada daha etkili olduğu saptanmıştır. Ağırlık kaybındaki artışın azaltılması, meyve sertliği, TEA, TAA ve AsA içeriğindeki azalışın geciktirilmesinde uygulamaların birlikte kullanımının etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca meyve rengi, SÇKM ve TFM miktarındaki değişimlerin bu uygulamada daha yavaş gerçekleştiği belirlenmiştir. Meyvelerde görsel kalitede de önemli değişimler gerçekleşmeden muhafaza edilebileceği görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre 'Albion' çilek çeşidinde 15 günlük soğukta depolama süresince hasat sonrası raf ömrünü artırma ve kalite özelliklerini korumada kitosan+melatonin uygulamasının önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma SümeYYe YAMAN'ın yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır. Çalışmayı destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğüne (Proje No: 23201002) teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Aghdam, M.S., Fard, J.R., 2017. Melatonin Treatment Attenuates Postharvest Decay and Maintains Nutritional Quality of

Strawberry Fruits (*Fragaria* × *anannasa* cv. Selva) by Enhancing GABA Shunt Activity. Food Chemistry, 221: 1650-1657.

Amarante, C., Banks, N.H., Ganesh, S., 2001. Effects of Coating Concentration, Ripening Stage, Water Status and Fruit Temperature on Pear Susceptibility to Friction Discolouration. Postharvest Biology and Technology, 21 (3): 283-290.

Badawy, M.E., Rabea, E.I., AM El-Nouby, M., Ismail, R. I., Taktak, N. E., 2017. Strawberry Shelf Life, Composition, and Enzymes Activity in Response to Edible Chitosan Coatings. International Journal of Fruit Science, 17 (2): 117-136.

Bal, E., 2019. Physicochemical Changes in 'Santa Rosa' Plum Fruit Treated with Melatonin during Cold Storage. Journal of Food Measurement and Characterization. 13:1713-1720.

Bal, E., 2021. Effect of Melatonin Treatments on Biochemical Quality and Postharvest Life of Nectarines. Journal of Food Measurement and Characterization. 15 (1):288-295.

Benzie, I.F., Strain, J.J., 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": the FRAP Assay. Analytical Biochemistry. 239 (1):70-76.

Canan, İ., 2012. Anamur Yöresinde Yetişen Muzların Muhafazasında Değişik Derim Sonrası Uygulamaların Raf Ömrü, Meyve Kalitesi ve Fizyolojisi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

Caner, C., Aday, M.S., 2009. Maintaining Quality of Fresh Strawberries through Various Modified Atmosphere Packaging. Packaging Technology and Science: An International Journal. 22 (2):115-122.

Çavdarıcı, M., 2022. Black Diamond' ve 'Angeleno' Erik Çeşitlerinde Hasat Sonrası Kitosan ve Salisilik Asit Uygulamalarının Muhafaza Süresince Kalite Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 109 s.

Cemeroğlu, B., 2007. Gıda analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 34:168171.

- Çil, F.Z., 2022. 'Ankara' ve 'Margarite' Armut Çeşitlerinde Hasat Sonrası Yenilebilir Film Kaplama ve UV-C Uygulamalarının Muhafaza Süresince Kalite Özelliklerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi, 89 s.
- Civello, P.M., Martínez, G.A., Chaves, A.R., Añón, M.C., 1997. Heat treatments Delay Ripening and Postharvest Decay of Strawberry Fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45 (12):4589-4594.
- de S. Jorge, T., Soares, A.G., de O. Fonseca, M.J., Barboza, H.T.G., Junior, M.F., Oliveira, A.H., do C. Motta, L.C., da C. Brito, G.F., Silva, M.H.G.E., Barbosa, W.J., 2013. Evaluation of Packaging and Edible Coating on Postharvest Strawberry. *Acta Horticulturae*. 1012:533-538.
- Doğan, A., Erkan, M., 2021. Çilekte Hasat ve Hasat Sonrası İşlemler. Çilek Çalıştayı (Antalya), 139-148.
- Erkan, M., Wang, S.Y. ve Wang, C.Y., 2008. Effect of UV Treatment on Antioxidant Capacity, Antioxidant Enzyme Activity and Decay in Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 48 (2):163-171.
- Gao, H., Zhang, Z.K., Chai, H.K., Cheng, N., Yang, Y., Wang, D.N., Yang, T., Cao, W., 2016. Melatonin Treatment Delays Postharvest Senescence and Regulates Reactive Oxygen Species Metabolism in Peach Fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 118: 103-110.
- Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D., Gavara, R., 2008. Effect of Chitosan Coating Combined with Postharvest Calcium Treatment on Strawberry (*Fragaria x ananassa*) Quality During Refrigerated Storage. *Food Chemistry*, 110 (2): 428-435.
- Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Ocio, M.J., Gavara, R., 2006. Effect of Calcium Dips and Chitosan Coatings on Postharvest Life of Strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Postharvest Biology and Technology*. 39 (3):247-253.
- Küçükbaşmacı Sabır, F., 2008. Bütün ve Taze Doğranmış Domateslerde Farklı Derim Sonrası Uygulamaların Muhafaza Süresi ve Kalite Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W., Zheng, L., 2018. Effects of Melatonin Treatment on the Postharvest Quality of Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 139:47-55.
- Luo, Z., Zhang, J., Xiang, M., Zeng, J., Chen, J., Chen, M., 2022. Exogenous Melatonin Treatment Affects Ascorbic Acid Metabolism in Postharvest 'Jinyan' Kiwifruit. *Frontiers in Nutrition*. 9:1081476.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *HortScience*. 27 (12):1254-1255.
- Miller, G.L., 1959. Use of Dinitro Salicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*. 31 (3):426-428.
- Nasser, M.A., El-Mogy, M.M., Samaan, M.S., Hassan, K.M., El-Sayed, S.M., Alsubeie, M.S., Darwish, D.B.E., Mahmoud, S.F., Al-Harbi, N.A., Al-Qahtani, S.M., 2022. Postharvest Exogenous Melatonin Treatment of Table Grape Berry Enhances Quality and Maintains Bioactive Compounds during Refrigerated Storage. *Horticulturae*. 8 (10):860.
- Nguyen, V.T., Nguyen, D.H., Nguyen, H.V., 2020. Combination Effects of Calcium Chloride and Nano-Chitosan on the Postharvest Quality of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Postharvest Biology and Technology*. 162:111103.
- Parvez, S., Wani, I.A., 2018. *Postharvest Biology And Technology of Strawberry*. (S.A. MIR, M.A. SHAH, M.M. MIR, eds) *Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits*, Springer, 331-348.
- Pathak, N., Sanwal, G., 1998. Multiple Forms of Polygalacturonase From Banana Fruits. *Phytochemistry*. 48 (2):249-255.
- Pearson, D., Surry, J., Churchill, A., 1970. *The Chemical Analysis of Food*. National College of Food Technology, University of Reading, Weybridge Surry T and A Churchill.
- Sabır, F.K., Genç, F., Çavdarıcı, M., 2018. Hasat Sonrası UV-C Uygulamalarının Çilekte Muhafaza Süresi ve Kalite Üzerine Etkileri. *Yüzuncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*. 28 (4):458-465.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., LamuelaRaventos, R.M., 1999. Analysis of Total Phenols and

- Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin Ciocalteu Reagent. *Enzymology*. 299:152-178.
- Sogvar, O.B., Saba, M.K., Emamifar, A., 2016. *Aloe vera* and Ascorbic Acid Coatings Maintain Postharvest Quality and Reduce Microbial Load of Strawberry Fruit. *Postharvest Biology and Technology*. 114:29-35.
- 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 (6-7):669-675.
- Türemiş, N., Ağaoğlu, Y., 2013, Çilek. (Y.S. Ağaoğlu, R. Gerçekcioğlu, eds), Üzümsü Meyveler. Ankara, Tomurcuk Bağ Limited Şirketi Eğitim Yayınları, 57-120.
- Vu, K., Hollingsworth, R., Leroux, E., Salmieri, S., Lacroix, M., 2011. Development of Edible Bioactive Coating Based on Modified Chitosan for Increasing the Shelf Life of Strawberries. *Food Research International*. 44 (1):198-203.
- Wang, F., Zhang, X., Yang, Q., Zhao, Q., 2019. Exogenous Melatonin Delays Postharvest Fruit Senescence and Maintains the Quality of Sweet Cherries. *Food Chemistry*. 301:125311.
- Zhang, D., Quantick, P.C., 1998. Antifungal Effects of Chitosan Coating on Fresh Strawberries and Raspberries During Storage. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 73 (6):763-767.

‘Dwarf Cavendish’ Muz Klonunda Modifiye Atmosferde Paketleme (RipeLock) ve 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Uygulamalarının Raf Ömrü Üzerine Etkileri

Halil Mert DİKEL 

Hatice DEMİRCİOĞLU 

Ebru KURT 

Okan ÖZKAYA 

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

Öz

Bu çalışmada, ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaştırma sonrası taşıma ve raf ömrü süresince, meyve kalite kriterlerinin korunması için modifiye atmosferde paketleme (MAP, RipeLock) ve 1-methylcyclopropene (1-MCP; 0 ppb (kontrol), 100 ppb, 200 ppb, 800 ppb; $13\pm1^{\circ}\text{C}$ ’de 48 saat) uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Birinci grup meyvelerde 1-MCP uygulaması sonrasında, ikinci grup meyvelerde ise 1-MCP uygulanmış ve MAP (RipeLock) içinde $13\pm1^{\circ}\text{C}$ ’de %85-90 oransal nem (ON) koşullarında 10 gün olgunlaşma sonrasında $20\pm2^{\circ}\text{C}$ ’de %65 ON koşullarında 7 gün raf ömrü süresince günlük değişimler incelenmiştir. Meyvelerde olgunlaşma öncesi ve sonrası raf ömründe ağırlık kaybı (%), çürük meyve miktarı (%), meyve rengi (h°), görünüm, solunum hızı, etilen üretim miktarı, meyve kabuk ve eti sertliği (N), suda çözünbilir kuru madde miktarı (SÇKM, %), titre edilebilir asit miktarı (TEA, %), meyve şeker içeriği gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda MAP (RipeLock) içinde 10 gün olgunlaşma sonrası raf ömründe incelenen kalite kriterlerinin 1-MCP uygulamalarında (800 ppb) kontrole göre daha iyi olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: ‘Dwarf Cavendish’ muz, RipeLock MAP, olgunlaşma, raf ömrü, kalite.

Effects of Modified Atmosphere Packaging (RipeLock) and 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Applications on Shelf Life of ‘Dwarf Cavendish’ Banana Clone

Abstract

In this study, the effects of modified atmosphere packaging (MAP, RipeLock) and 1-methylcyclopropene (1-MCP; 0 ppb (control), 100 ppb, 200 ppb, 800 ppb; 48 hours at $13\pm1^{\circ}\text{C}$) applications were investigated in the ‘Dwarf Cavendish’ banana clone to maintain fruit quality criteria during post-ripening, transportation and shelf life. Daily changes were investigated in the first group of fruits after 1-MCP application and in the second group of fruits after 1-MCP application and 10 days of ripening at $13\pm1^{\circ}\text{C}$ and 85-90% relative humidity (RH) conditions in MAP (RipeLock) and during a 7-day shelf life at $20\pm2^{\circ}\text{C}$ and 65% RH conditions. Physical and chemical analyses such as weight loss (%), decay (%), fruit color (h°), appearance, respiration rate, ethylene production, fruit peel and flesh firmness (N), water soluble solids (%), titratable acid (%), fruit sugar content were performed on fruits before and after ripening during shelf life. In the ‘Dwarf Cavendish’ banana clone, it was determined that the quality criteria examined in the shelf life after 10 days of ripening in MAP (RipeLock) were better in 1-MCP applications (800 ppb) than in the control.

Keywords: ‘Dwarf Cavendish’ banana, RipeLock MAP, ripening, shelf life, quality.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: O. Özkaya; okanozkaya@yahoo.com
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Halil Mert DİKEL  <https://orcid.org/0009-0005-9381-1658>

Ebru KURT  <https://orcid.org/0000-0003-0072-0879>

Hatice DEMİRCİOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2469-5030>

Okan ÖZKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9448-5576>

Giriş

Muzgiller (*Musaceae*) familyasından tropik iklim meyvesi olan muz, subtropik koşullarda bazı mikroklimalarda da yetiştirilebilmektedir. Muz yetiştiriciliği, dünyada yaklaşık 130 ülkede yapılmaktadır. Dünya muz üretimi 2024 yılında 113,9 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. En çok muz üreten ülke Hindistan (30.52 milyon ton) olup bunu an’dır. Bu ülkeyi 12.13 milyon ton ile Çin (12.13 milyon ton) ve Endonezya (7.24 milyon ton) izlemektedir. Ülkemiz muz üretiminde 930.240 ton ile 29. sıradadır

(FAOSTAT, 2024). Ülkemizde son yıllarda muz yetiştirme alanları genişlemiştir. 2013 yılında muz üretimi 46.700 dekar (da) alanda 215.472 ton iken 2024 yılında 136.112 da alanda 930.240 tona ulaşmıştır. Muz yetiştiriciliğinin büyük çoğunluğu Mersin’in Anamur, Silifke ve Erdemli ilçelerinde, Antalya’nın Alanya ve Gazipaşa ilçelerinde, Adana’da ve Aydın’ın bazı ilçelerinde yapılmaktadır (TÜİK, 2024). Muz meyvesi içerdiği yüksek vitamin ve mineraller ile kolay ve zevkli tüketilebilmesi sayesinde insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir yeri vardır (Canan, 2012).

Meyve ve sebzelerde hasat sonrasında; kayıpların azaltılması, muhafaza süresinin uzatılması ve kalitenin korunması amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamaların en önemlilerinden biri Modifiye Atmosferde Paketleme (MAP)'dir. RipeLock, 1-MCP molekülerini geçirgen bir yapıya sahip özel bir modifiye atmosfer paketleme materyalidir. Bu MAP materyali paketin ağzı kapatıldıktan sonra 1-MCP moleküllerini içine almaktadır. Ayrıca poşet içindeki CO₂/O₂ konsantrasyonunu muz meyvesine uygun geçirgenlikte sağlamaktadır. Bu özellikleri ile muzun hasat sonrasında distribütörlere, perakendecilere ve tüketiciye süreklilik ve kalitenin korunmasını sağlar. RipeLock (MAP) ile solunum hızı yavaşlamakta, meyvelerin olgunlaşması gecikmekte, depolama ömrü uzamakta, klorofilin parçalanması gecikmekte ve etilen üretim hızı azalmaktadır (Anonim, 2018). Muz meyvelerinde derim ve derim sonrası uygulamalardaki yetersizlik veya uygulamaların yanlış yapılması nedeniyle meyvelerde tüketiciye ulaşmadan kalite ve kantite kayıpları oluşmaktadır. Kayıplar yıllara ve uygulamalara göre değişmekle birlikte %20 civarındadır. İçsel ve dışsal etilenin her ikisini de bloke edecek biçimde etilen reseptörlerine tutunana 1-Methylcyclopropene (1-MCP), olgunlaşmayı yavaşlatarak geciktirmektedir (Canan, 2012). Meyvelerde etilen üretimi ve olgunlaşma sürecini yavaşlatmak için depolarda ve taşımada kullanılan konteynirlarda uygulanmaktadır. Muz meyvesinde 1-MCP uygulaması, kontrole göre, solunum hızını azaltıp olgunlaştırmayı geciktirerek raf ömrünü uzatmaktadır (Basel ve ark., 2002). Farklı olgunluklardaki Williams muz meyveleri 20 °C'de 1-MCP uygulamalarından (500, 50, 5 ve 0 ppb) sonra, uygulama yapılmamış odada bulunan meyvelerin olgunlaşma süresi 500 ppb 1-MCP uygulanmış meyvelere göre daha kısa sürmüştür (11.2±5.6 gün) (Harris ve ark., 2000). Muz meyvelerine ticari olarak etilen uygulaması yapıldıktan olgunlaşma anında 1-MCP uygulamasının değişik dozlarının olgunlaşmayı geciktirme üzerine etkisinin ticari uygulamalarda değişken olduğu sonucuna varılmıştır (Pelayo ve ark., 2003). 1-MCP uygulaması ile uygun depo sıcaklığı sağlanırsa etilen uygulaması sonrası muzlar için raf ömrü ve kalitenin uzun süre korunabileceği belirtilmiştir (Moradinezhad ve ark., 2010). Muz meyvelerinde 600 ppb 1-MCP uygulaması (25 °C'de 24 saat) sertliğin en çok

korunduğu ve sarı rengine dönüşün en fazla geciktiği ve en düşük solunum hızı ve etilen üretiminin gerçekleştiği uygulamadır (Boonyariththongchai ve ark., 2010). Kombine edilmiş 300 nmol mol⁻¹ 1-MCP + 1200 veya 2400 nmol mol⁻¹ etilen uygulaması, deniz aşırı nakliyyede muzun depolama ömrünü uzatmak için olumlu sonuç vermiştir (Botondi ve ark., 2014). Anamur muzunu çeşidine 20 °C'de 1000 ppm etilen (24 saat) uygulaması sonrası MAP, 1-MCP, KMNO₄, 1-MCP+MAP, uygulamaları yapıldığında en iyi sonuç 1-MCP + MAP'ın kombine uygulamasından elde edilmiştir (Canan ve ark., 2009). Anamur muz çeşidinde 1-MCP uygulaması ile parlak ve yeşil renk tonun korunduğu, meyvelerin kabuklarındaki renk değişimleri ve meyve etindeki yumuşamanın geciktirildiği, CO₂ üretimindeki artışın ve etilen üretiminin en düşük olduğu saptanmıştır. MAP ve 1-MCP uygulaması yapılmış meyvelerde ise polifenol oksidaz (PPO) aktivitesinin değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Ünal ve ark., 2016).

Bu çalışmada, 2-3 nolu olgunluk seviyesindeki (Anonim, 2025) 'Dwarf Cavendish' muz klonunda, yeni bir modifiye atmosfer paketleme ürünü olan RipeLock ve farklı dozlardaki 1-MCP uygulamalarının olgunlaşma öncesi ve sonrasında raf ömrü süresince meyve kalite kriterleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2018-2019 yıllarında Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı ve soğuk hava depolarında yürütülmüştür. Çalışmada Adana'da özel bir seradan temin edilen Anamur muzunu olarak bilinen 'Dwarf Cavendish' muz klonu kullanılmıştır. Muzlar yeşil olum döneminde derildikten sonra oda sıcaklığında (20 °C) 2 gün boyunca bekletilerek 2-3 nolu olgunluk seviyesine ulaşmaya kadar olgunlaştırılmıştır. Daha sonra meyveler 18 kg'lık RipeLock (MAP) içerisine konulmuştur. Özel bir market zincirinin soğuk hava deposunda +13 °C'de 48 saat farklı dozlarda 1-MCP (100 ppb, 200 ppb, 800 ppb) uygulamaları yapılmıştır. Kontrol grubuna herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Uygulamalardan sonra ilk grup meyveler 2 gün bekletilip direkt olarak 20 °C'de %60-65 ON koşullarında 7 gün bekletilerek raf ömrü süresince günlük değişimler incelenmiştir. İkinci grup meyveler olgunlaşma için 13 °C'de

%85-90 ON koşullarında 10 gün muhafaza edilmiştir. Muhafaza sonrası olgunlaşan meyvelerde 20 °C’de %60-65 ON koşullarında 7 günlük raf ömrü süresince günlük değişimler incelenmiştir. Uygulamalar A: kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP şeklinde kodlanmıştır. 1-MCP uygulamaları sonrası olgunlaşma öncesi ve sonrası raf ömrü süresince muz örneklerinde meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler günlük yapılan periyodik analizler ile belirlenmiştir.

1-MCP uygulaması öncesi, olgunlaşma öncesi ve sonrası raf ömrü başlangıcında muzlar etiketlenip ağırlıkları alınmış ve periyodik olarak ağırlıkları alınarak ağırlık kaybı başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır. Muhafaza süresi boyunca ve raf ömrü sonunda alınan meyveler teker teker incelenerek muhafaza sırasında ve raf ömrü sonunda oluşan mantarsal ve fizyolojik bozulmaların neden olduğu toplam çürük meyve miktarı yüzde olarak saptanmıştır. Meyve kabuk rengi (h°) Minolta CR-400 renk ölçer ile her muzun ekvator bölgesinden 2 okuma şeklinde L*, a*, b* değerleri saptanmış ve renk tonunda oluşan değişimler h° cinsinden ifade edilmiştir. Çalışmada meyvelerin görünümleri hedonik skala (1: Çok Kötü, 2: Kötü, 3: Orta, 4: İyi ve 5: Çok İyi) yardımıyla değerlendirilmiştir. Ağırlığı alınan meyvelerin kapalı bir kavanozda bekletilmesi sonrasında meyvelerin solunum hızı miktarı CO₂ ölçüm cihazı ile (ml CO₂kg⁻¹.s⁻¹) ve etilen üretimi (µl C₂H₄/kg.sa) ise etilen ölçüm cihazı ile saptanmıştır (Özkaya ve Dündar 2009 a,b). Meyve kabuk ve et sertliği her bir muzda ekvatorial bölgesinde bir noktada penetrometre (8 mm) ile ölçülmüş ve Newton olarak sunulmuştur. Meyve suyunda suda çözünabilir kuru madde (SÇKM, %) miktarı el refraktometresi ile (Akbaş, 2019), titre edilebilir asit (TEA, %) miktarı malik asit cinsinden (mg/100 g) ifade edilmiştir (Canan, 2012). Meyve sularında şeker (% , glikoz, fruktoz ve mannoz) yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) ile belirlenmiştir (Kaplan ve Dündar, 2018).

Çalışma her tekerrürde 1 tarak ve her tarakta 5 parmak meyve olan kasalarda 3 tekerrürlü olarak ayrılmış tesadüf parseli faktöriyel düzen deneme desenine göre kurulmuştur. Alınan sonuçların istatistik analizi JMP (5.0.1) paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup,

ortalamaları arasındaki farklılıklar Student’s t-test çoklu karşılaştırma testine (P<0.05) göre gruplandırılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda 1-MCP uygulama (48 saat) sonrasında aynı zamanda olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcındaki ağırlık kaybının ortalama %0.45 olduğu bulunmuştur. Ağırlık kaybı raf ömrü süresi sonunda %11.44’e yükselmiştir. En yüksek (%8.08) (A), en düşük (%5.67) 800 ppb 1-MCP uygulamasında (D) belirlenmiştir. Uygulamalar, raf ömrü süresi ve uygulama×raf ömrü etkileşimini istatistiksel olarak önemli olmuştur (P<0.05) (Çizelge 1). Olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında %0.77 olan ağırlık kaybı, raf ömrü sonunda %13.44’e yükselmiştir. En yüksek (%11.06) kontrol (A), en düşük (%5.73) 100 ppb 1-MCP uygulamasında (B) belirlenmiştir. Uygulamalar, raf ömrü ve uygulama×raf ömrü etkileşimini istatistiksel olarak önemli olmuştur (P<0.05) (Çizelge 2). MAP uygulamalarında ağırlık kaybını engelleyici etkisi olduğu ve MAP ile 1-MCP kombine edilerek kontrole göre su kaybını önemli ölçüde önlediği görülmüştür (Canan ve ark., 2009). Bu çalışmada da benzer şekilde 1-MCP uygulamaları MAP uygulaması ile birlikte su kaybını azaltmıştır.

‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda meyve rengi olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcında 94.63° olan açısı değeri zamanla azalarak raf ömrü sonunda 80.07° olduğu bulunmuştur. En yüksek değer (90.72°) D uygulamasında, en düşük değer (85.54°) A uygulamasında belirlenmiştir. Raf ömrü ve uygulamalar, istatistiksel olarak önemli, uygulama×raf ömrü etkileşimini önemsiz olmuştur (P<0.05) (Çizelge 3). Olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında meyve açısı değeri (89.23°) zamanla azalarak raf ömrü sonunda 82.85°’ye düşmüştür. En yüksek değer (86.51°) D, en düşük değer (82.56°) A uygulamalarında belirlenmiştir. Raf ömrü ve uygulamalar istatistiksel olarak önemli, uygulama×raf ömrü etkileşimini önemsiz bulunmuştur (P<0.05) (Çizelge 4). Boonyaritthongchai ve ark. (2010), muzlarda 600 ppb 1-MCP uygulamasının sarı renge dönüşü en fazla geciktiren uygulama olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada yüksek doz 1-MCP uygulamalarında rengin korunduğu söylenebilir.

Çizelge 1. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü süresince ağırlık kaybındaki değişimler (%)

Uygulama	Olgunlaşma Öncesi Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	
A	0.55 q	3.59 op	6.10 kl	7.98 gh	9.47 ef	10.80 cd	12.43 ab	13.71 a	8.08 a
B	0.50 q	3.30 op	4.91l-n	6.40 ı-k	7.54 g-j	8.67 f-h	9.77 d-f	10.93 cd	6.50 b
C	0.35 q	2.63 p	4.50 m-o	6.28 jk	7.59 g-ı	8.82 fg	10.22 c-e	11.44 bc	6.48 b
D	0.37 q	2.95 p	4.26 no	5.57 k-m	6.53 ı-k	7.48 h-j	8.54 f-h	9.66 d-f	5.67 c
Ortalama	0.45 h	3.12 g	4.94 f	6.56 e	7.78 d	8.94 c	10.24b	11.44a	

LSD_(0,05) Uyg.:0.46, LSD_(0,05) RÖ: 0.65, LSD_(0,05) Uyg.×RÖ: 1.31, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Çizelge 2. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü süresince ağırlık kaybındaki değişimler (%)

Uygulama	Olgunlaşma Sonrası Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	10	10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	
A	0.89 l	3.87 h-l	5.36 f-l	11.92b-e	13.68 b-d	15.34 a-c	17.42 ab	20.04 a	11.06 a
B	0.47 l	2.84 kl	3.86 h-l	5.01 g-l	6.23 e-l	7.56 e-k	9.09 d-ı	10.79 c-f	5.73 b
C	0.85 l	3.30 j-l	4.57 g-l	5.81 f-l	7.23 e-k	8.69 d-j	10.24 c-g	11.96 b-e	6.58 b
D	0.87 l	3.70 ı-l	4.94 g-l	5.98 f-l	7.12 e-k	8.31 d-k	9.52 d-h	10.96 c-f	6.43 b
Ortalama	0.77 f	3.43 ef	4.68 de	7.18 cd	8.56 c	9.97 bc	11.57 ab	13.44 a	

LSD_(0,05) Uyg.: 2.06, LSD_(0,05) RÖ: 2.91, LSD_(0,05) Uyg.×RÖ: 4.97, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Çizelge 3. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü süresince meyve rengindeki değişimler (h°)

Uygulama	Olgunlaşma Öncesi Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	
A	91.54	90.10	88.45	85.63	83.66	84.24	82.94	77.73	85.54 b
B	96.12	90.45	89.66	88.84	86.20	82.20	80.24	78.43	86.52 b
C	92.71	90.71	88.28	86.02	82.72	82.30	84.14	81.70	86.07 b
D	98.16	91.43	90.47	89.95	87.59	86.45	99.32	82.41	90.72 a
Ortalama	94.63 a	90.67 ab	89.21 bc	87.61 b-d	85.04 cd	83.80 de	86.66 b-d	80.07 e	

LSD_(0,05) Uyg.: 3.17, LSD_(0,05) R.Ö.: 4.48, LSD_(0,05) Uyg.×R.Ö.: Ö.D., (Ö.D.: Önemli değil, Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Çizelge 4. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü süresince meyve rengindeki değişimler (h°)

Uygulama	Olgunlaşma Sonrası Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	10	10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	
A	89.38	82.26	82.11	86.53	82.21	78.34	79.28	80.39	82.56 b
B	89.31	87.22	85.55	81.59	82.94	79.58	82.20	80.12	83.56 b
C	88.52	85.82	86.90	85.47	84.88	83.93	83.40	84.63	85.44 a
D	89.69	88.65	87.57	86.43	84.55	84.86	84.07	86.28	86.51 a
Ortalama	89.23a	85.99 b	85.53 bc	85.01 b-d	83.65 c-e	81.68 de	82.23 e	82.85 e	

LSD_(0,05) Uyg.: 1.56, LSD_(0,05) R.Ö.: 2.21, LSD_(0,05) Uyg.×R.Ö.: Ö.D., (Ö.D.: Önemli değil, Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi ve sonrası raf ömrü süresince meyvelerde herhangi bir çürüme olmamış fakat meyvelerin dış kabuk renginde kahverengileşme ve kararmalar oluşmuştur. Genel olarak A grubunda 7. günde fizyolojik kararma (%13.3) meydana gelmiştir. Paket içerisinde oluşabilecek su miktarının çürümelerde artışa sebep olabileceğinden risk teşkil etmektedir (Ben Yehousha ve ark., 2009). Bu çalışmada kullanılan RipeLock, nemin çürüme oluşturacak

kadar yükselmesine neden olmamıştır. Muzlarda düşük O₂ ve yüksek CO₂ koşullarının ve 10 µl dozunda 1-MCP uygulamasının fizyolojik bozuklukları meydana getirdiği bildirilmiştir (Klieber ve ark., 2002; Moradinezhad ve ark., 2010).

Olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcında 5 olan görünüm değeri raf ömrü sonunda 3.17’ye düşmüştür (Şekil 1 ve 2). En yüksek değer (4.46) D, en düşük değer (4) A uygulamasında

belirlenmiştir. Olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında 4.50 olan görünüm değeri raf ömrü sonunda 3.58'e düşmüştür. En iyi görünümlü meyveler D, en kötü meyveler A uygulamasında saptanmıştır. En iyi görünüm 10. gün. 10+1.

10+2 ve 10+3. günlerinin B ve D uygulamalarında olmuştur. Görünüm genel olarak incelendiğinde 10+7. günde A uygulamasında en kötü meyvelerin olduğu gözlenmiştir (veriler verilmemiştir).



Şekil 1. 'Dwarf Cavendish' muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömründe uygulamaların günlük görünüşleri (0-7. günler)

Dwarf Cavendish' muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcında $7.66 \text{ ml CO}_2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ olan solunum hızı, raf ömrü sonunda $10.30 \text{ ml CO}_2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 'e yükselmiştir. En yüksek solunum hızı ($10.71 \text{ ml CO}_2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) A, en düşük solunum hızı ($7.63 \text{ ml CO}_2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) D uygulamasında belirlenmiştir. Raf ömrü, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonları istatistiksel olarak önemli olmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 5). 'Dwarf Cavendish' muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında $10.53 \text{ ml CO}_2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ olan solunum hızı, raf ömrü sonunda $15.18 \text{ ml CO}_2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 'a ulaşmıştır. En yüksek solunum ($12.65 \text{ ml CO}_2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) A, en düşük ($9.38 \text{ ml CO}_2\text{kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$) B grubunda bulunmuştur. Raf ömrü

ve uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonları önemli olmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 6). 0.01 ppm 1-MCP'nin meyvelerde solunumu baskılayıp olgunlaşmayı geciktirdiği vurgulanmıştır (Jiang ve ark., 2004). Kader (2002), %2-5 arası CO_2 meyvelerde olgunlaşmayı geciktirdiği için solunum oranını azalttığı ve %7 den fazla CO_2 'e maruz kalan muzlarda kötü koku ve aroma oluştuğunu bildirmiştir. Muzlarda 600 ppb 1-MCP uygulamasında solunum oranının düştüğü bildirilmiştir (Boonyariththongchai ve ark., 2010). Bu çalışmada 1-MCP uygulamalarında solunum hızının raf ömrü süresince düştüğü belirlenmiştir.



Şekil 2. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömründe uygulamaların günlük görünüşleri (10-10+7. günler)

Çizelge 5. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü süresince solunum hızındaki değişimler (ml CO₂kg⁻¹ s⁻¹)

Uygulama	Olgunlaşma Öncesi Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	
A	10.41 a-g	6.82 g-m	11.21 a-e	13.73 a	11.34 a-d	9.15 b-i	10.98 a-f	12.04 abc	10.71 a
B	11.54 a-d	6.96 g-m	6.11 h-m	8.01 d-k	7.13 f-l	4.95 j-m	10.01 a-h	8.69 c-j	7.92 b
C	5.57 i-m	3.49 lm	4.39 k-m	13.53 a	10.00 a-h	7.60 d-k	10.29 a-g	10.12 a-g	8.12 b
D	3.13 m	3.16 m	7.70 d-k	8.29 c-k	8.21 c-k	7.24 e-l	12.96ab	10.37 a-g	7.63 b
Ortalama	7.66 b	5.11 c	7.35 b	10.89 a	9.17 ab	7.23 b	11.06 a	10.30 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 1.42, LSD_(0.05) RÖ: 2.01, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: 4.02, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Çizelge 6. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü süresince solunum hızındaki değişimler (ml CO₂kg⁻¹ s⁻¹)

Uygulama	Olgunlaşma Sonrası Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	10.	10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	
A	8.13 h-l	7.68 i-l	9.07 g-l	10.39 f-k	22.56 a	13.98 e-i	12.20 h-l	19.80 ab	12.65 b
B	12.97 d-g	7.82 h-l	6.32 kl	9.33 f-k	7.12 j-l	12.04 f-k	12.98 d-g	9.84 f-k	9.38 b
C	9.50 f-k	7.45 i-l	7.76 h-l	9.81 f-k	15.07 c-e	15.36 d-g	11.18 e-j	15.46 b-e	11.82 a c
D	11.53 e-j	8.36 h-l	8.34 h-l	11.64 e-i	13.63 def	16.27 b-d	15.57 b-e	15.64 b-e	12.62 a
Ortalama	10.53 c-e	7.08 e	7.87 de	10.29 cd	14.60 a	14.28 b	12.98 c	15.18 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 1.59, LSD_(0.05) RÖ: 2.25, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: 4.49, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcında 2.63 µl C₂H₄/kg.sa olan etilen üretimi, raf ömrü sonunda 140.35 µl C₂H₄/kg.sa’ye yükselmiştir. En yüksek (57.04 µl C₂H₄/kg.sa) A, en düşük (29.69 µl/kg.sa) D uygulamasında belirlenmiştir. Raf ömrü, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonları istatistiksel olarak önemli olmuştur (P<0.05) (Çizelge 7). Olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında 6.24 µl C₂H₄/kg.sa olan etilen üretimi, raf ömrü sonunda

278.46 µl C₂H₄/kg.sa’ye yükselmiştir. En yüksek (115.09 µl C₂H₄/kg.sa) A, en düşük (75.53 µl C₂H₄/kg.sa) D uygulamasında belirlenmiştir. Raf ömrü, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05) (Çizelge 8). Karaçalı (2002), muzda olgunlaşma ile birlikte etilen üretimi artmakta ve etilen etkisi için endojen etilenin eşik değeri muzlar için 0.1-1 ppm olduğunu belirtmiştir. Puratto ve ark. (2002) muzlarda etilen üretiminin 0 ile 7 µL C₂H₄/kg.sa

olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada da benzer şekilde 1-MCP etilen salgılanma hızını doza bağlı olarak azaltmıştır. Jiang ve ark. (2004), 0.01 ppm 1-MCP'nin meyvelerde etilenin etkilerini

baskılayıp olgunlaşmayı geciktirdiğini, Boonyaritthongchai ve ark. (2010) en düşük etilen üretimin 600 ppb 1-MCP uygulamasında olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 7. 'Dwarf Cavendish' muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü süresince etilen üretimindeki değişimler ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$)

Uygulama	Olgunlaşma Öncesi Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	
A	3.38 m	3.91 lm	16.61 i-m	29.87ghı	62.05 de	70.32 d	99.20 c	170.95 a	57.04 a
B	1.46 m	1.35 m	4.11 lm	24.55hıj	45.17 e-g	39.17 f-h	61.44 de	140.30 b	39.69 b
C	4.10 lm	4.47 k-m	4.92 j-m	10.55i-m	23.32 h-l	42.47 e-h	69.05 d	122.95 b	35.23 bc
D	1.59 m	1.45m	3.75 lm	7.59j-m	18.24 i-m	23.86 h-k	53.84 d-f	127.21 b	29.69 c
Ortalama	2.63 e	2.79 e	7.35 e	18.14 d	37.19 c	43.95 c	70.88 b	140.35 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 7.04, LSD_(0.05) RÖ: 9.96, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: 19.92, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Çizelge 8. 'Dwarf Cavendish' muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü süresince etilen üretimindeki değişimler ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4/\text{kg.sa}$)

Uygulama	Olgunlaşma Sonrası Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	10.	10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	
A	6.16 k	18.25 k	31.53 jk	48.71 h-k	114.01 e-g	165.13 cd	155.64 c-e	381.29 a	115.09 a
B	3.97 k	8.25 kl	16.56 k	35.92 jk	92.30 f-i	142.00 c-f	183.08 c	261.15 b	92.90 b
C	10.64 k	17.55 k	30.51 jk	43.20 i-k	104.32 fg	127.44 d-f	96.08 f-h	233.97 b	82.96 b
D	4.19 k	7.66 k	17.32 k	27.29 jk	71.10 g-j	98.79 fg	140.43 c-f	237.43 b	75.53 b
Ortalama	6.24 e	12.93 de	23.98 de	38.78 d	95.43 c	133.34 b	143.81 b	278.46 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 17.69, LSD_(0.05) RÖ: 25.02, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: 50.03, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

'Dwarf Cavendish' muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcında 23.71 N olan meyve kabuk sertliği, raf ömrü sonunda 8.78 N'na düşmüştür. En yüksek (15.17 N) D, en

düşük (11.49 N) A uygulamasında bulunmuştur. Raf ömrü, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonları istatistiksel olarak önemli olmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 9).

Çizelge 9. 'Dwarf Cavendish' muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü süresince meyve kabuk sertliğindeki değişimler (N)

Uygulama	Olgunlaşma Öncesi Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	
A	17.07 d-g	15.40 d-h	13.57 f-j	10.97 h-l	9.86 i-l	9.27 h-l	9.04 i-l	6.76 l	11.49 b
B	32.14 a	18.85 c-e	14.15 d-i	13.08 f-k	12.12g-k	10.69 h-l	10.21 h-l	8.21 kl	14.93 a
C	19.23 cd	13.25f-k	12.96 f-k	11.82 j-l	11.30 h-l	10.83 h-l	10.21 h-l	9.42 i-l	12.38 b
D	26.4 b	22.85 bc	17.57 d-f	13.88 e-i	13.23 f-k	12.46 f-k	12.36 g-k	10.12 i-l	15.17 a
Ortalama	23.71 a	15.83 b	13.56 c	12.44 d	11.09 d	10.81 de	10.46 de	8.78 e	

LSD_(0.05) Uyg.: 1.86 LSD_(0.05) RÖ: 2.62 LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: 5.25, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

'Dwarf Cavendish' muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında 10.52 N olan kabuk sertliği, raf ömrü sonunda 4.57 N'na düşmüştür. En yüksek meyve kabuk sertliği (10.33 N) D, en düşük (4.24 N) A uygulamasında bulunmuştur. Raf ömrü, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 10). Prabha ve Bhagyalakshmi (1998) meyve olgunlaştıkça kabuk sertliğinin zamanla düştüğünü belirtmişlerdir. Bu çalışmada da aynı şekilde meyve kabuk sertliğinin zamanla azaldığı gözlenmiştir. 600 ppb 1-MCP uygulamasında meyve kabuk sertliğinin en çok korunduğu

bulunmuştur (Boonyaritthongchai ve ark., 2010). Bu çalışmada 1-MCP uygulamalarında meyve kabuk sertliği korunmuştur.

'Dwarf Cavendish' muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcında 6.20 N olan meyve eti sertliği zamanla azalarak raf ömrü sonunda 2.89 N olduğu bulunmuştur. En yüksek meyve eti sertliği 4.63 N ile D uygulamasında, en düşük meyve eti sertliği 3.43 N ile A uygulamasında olduğu bulunmuştur. Raf ömrü, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonu, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 11).

Çizelge 10. ‘Dwarf Cavendish’ Muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü süresince meyve kabuk sertliğindeki değişimler (N)

Uygulama	Olgunlaşma Sonrası Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	10.	10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	
A	7.92 f-h	5.49 j-l	3.78 l-n	3.88 l-n	4.46 k-m	3.35 mn	2.73 mn	2.30 n	4.24 c
B	10.51 b-d	8.73 d-g	7.95 f-h	8.59 e-g	7.66 f-i	6.39 h-j	6.37 h-j	4.44 k-m	7.58 b
C	10.41 b-e	8.86 d-g	8.93 d-g	7.53 g-i	7.47 g-i	6.53 h-j	5.87 i-k	5.61 j-l	7.65 b
D	13.24 a	13.15 a	11.90 ab	11.05 bc	5.93 i-k	9.00 d-g	8.99 d-g	5.93 i-k	10.33 a
Ortalama	10.52a	9.06 b	8.14 bc	7.76 c	7.25 c	6.32 de	5.99 de	4.57 e	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.66, LSD_(0.05) RÖ: 0.93, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: 1.87, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Çizelge 11. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü süresince meyve eti sertliğindeki değişimler (N)

Uygulama	Olgunlaşma Öncesi Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	
A	5.13 c	3.76 h-k	3.76 h-k	3.26 j-o	3.24 k-o	3.37 j-m	2.75 o	2.14 p	3.43 c
B	6.23 b	4.16 f-h	4.15 f-h	4.13 c	3.95 f-i	3.78 g-k	3.45 i-l	3.27 j-o	4.40 b
C	6.14 b	4.19 f-h	3.97 f-i	3.00 l-o	2.90 l-o	2.89 l-o	2.86 m-o	2.80 n-o	3.59 c
D	7.29 a	5.19 c-e	4.64 cd	4.42 d-f	4.34 e-g	4.01 f-i	3.81 g-j	3.35 j-n	4.63 a
Ortalama	6.20 a	4.13 c	4.79 b	3.66 d	4.13 d	3.51 d	3.22 e	2.89 f	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.20, LSD_(0.05) RÖ: 0.28, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: 0.56., (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında 3.83 N olan meyve eti sertliği zamanla azalarak raf ömrü sonunda 1.64 N olduğu saptanmıştır. En yüksek meyve eti sertliği 3.33 N ile D uygulamasında, en düşük meyve eti sertliği 1.65 N ile A uygulamasında olduğu bulunmuştur. Raf ömrü, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 12). Prabha ve Bhagyalakshmi

(1998), meyve eti sertliğinin zamanla azaldığını gözlemişlerdir. 1-MCP uygulamasının, meyve etindeki yumuşamaları geciktirdiği (Jiang ve ark., 2004) ve meyve eti sertliğini koruduğu (Çelikel ve ark., 2010) bildirilmiştir. 600 ppb 1-MCP uygulamasında sertliğin en çok korunduğu bulunmuştur (Boonyariththongchai ve ark., 2010). Bu çalışmada 1-MCP uygulamalarında meyve kabuk sertliği korunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 12. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü süresince meyve eti sertliğindeki değişimler (N)

Uygulama	Olgunlaşma Sonrası Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	10.	10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	
A	2.93 f-i	2.16 k-n	1.65 n-p	1.53 o-q	1.65 n-p	1.29 p-r	1.04 qr	0.94 r	1.65 c
B	4.05 a-c	3.64 c-e	3.87 bc	3.17 e-h	3.31 d-f	2.74 g-j	2.85 f-j	1.98 m-o	3.20 a
C	3.77 b-d	2.83 f-j	2.73 g-j	2.66 h-k	2.53 i-l	2.34 j-m	2.04 l-o	1.65 n-p	2.61 b
D	4.55 a	4.03 a-c	4.28 ab	3.91 bc	3.22 e-g	2.98 f-i	1.99 l-o	1.65 n-p	3.33 a
Ortalama	3.83 a	3.16 b	3.13 b	2.82 c	2.68 de	2.33 d	1.98 ef	1.64 f	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.20, LSD_(0.05) RÖ: 0.28, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: 0.55, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcında %15.4 olan SÇKM miktarı raf ömrü sonunda %21.4 olarak bulunmuştur. En yüksek SÇKM miktarı (%20.25) A, en düşük (%18.6) D uygulamasında saptanmıştır. Raf ömrü süresi, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 13). ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında %18.1 olan SÇKM miktarı, raf ömrü sonunda %20.80 olmuştur. En yüksek değer (%20.10) A, en düşük değer (%18.30) D uygulamasında ölçülmüştür. Raf ömrü,

uygulamalar ve uygulama×raf ömrü etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur ($P<0.05$) (Çizelge 14). Moradinezhad ve ark. (2010b)’na göre SÇKM, kontrol ile 1-MCP uygulanmış meyvelerde istatistiksel olarak aynı bulunmuştur. Bu çalışmada da kontroller ile C ve D uygulamaları istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Canan ve ark. (2009), 3 numaralı olgunluk aşamasında %13.37 olan SÇKM 4. günde %25.85 olmuş, 8. günde %29.41 olarak tespit etmiştir. 4. günden sonra SÇKM miktarlarının arttığını tespit etmişlerdir. Özkaya ve Dündar, (2009a), SÇKM miktarının zamanla

azaldığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada olgunlaşma sonrası raf ömründe SÇKM miktarında dalgalanmalar olmakla birlikte zamanla azaldığı saptanmıştır. Krivorot ve Dris

(2002), muzlarda muhafaza süresi sonunda bu çalışmadaki olgunlaşma sonrası raf ömrü sonuçlarına paralel olarak SÇKM miktarında azalmalar tespit etmişlerdir.

Çizelge 13. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü süresince SÇKM miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Olgunlaşma Öncesi Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	
A	14.00 ij	18.40 e-g	19.20 c-g	21.20 a-c	22.00 ab	22.40 a	22.40 a	22.40 a	20.25 a
B	17.60 gh	18.80 d-g	18.80 d-g	18.80 d-g	19.20 c-g	19.20 c-g	20.00 b-f	22.00 ab	19.30 b
C	12.80 j	15.60 hi	18.40 e-g	19.20 c-g	20.40 a-e	20.80 a-d	20.80 a-d	21.20 a-c	18.65 b
D	17.20 gh	18.00 fg	18.80 d-g	18.40 e-g	18.80 d-g	18.40 e-g	19.20 c-g	20.00 b-f	18.60 b
Ortalama	15.40 c	17.90 b	18.80 b	19.40 ab	20.10 a	20.20 a	21.00 a	21.40 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.76, LSD_(0.05) RÖ: 1.08, LSD_(0.05) Uyg.×RÖ: 2.16, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Çizelge 14. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü süresince SÇKM miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Olgunlaşma Sonrası Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	10.	10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	
A	17.60 f	18.80 c-f	19.60 b-e	20.00 a-d	21.20 ab	20.40 a-c	21.60 a	21.60 a	20.10 a
B	18.40 d-f	19.60 b-e	18.40 d-f	20.00a-d	20.40 a-c	20.80 ab	20.40 a-c	21.60 a	19,95 a
C	18.80 c-f	17.60 f	17.60 f	18.00 ef	17.60 f	17.60 f	19.60 b-e	20.40 a-c	18.40 b
D	17.60 f	17.60 f	18.40 d-f	18.00 ef	18.00 ef	18.40 d-f	18.80 c-f	19.60b-e	18.30 b
Ortalama	18.10 bc	18.40 b	18.50 b	19.00 b	19.30 ab	19.30 ab	20.35 a	20.80 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.69, LSD_(0.05) RÖ: 0.98, LSD_(0.05) Uyg.×RÖ: 1.96, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcında %0.47 olan TEA miktarı zamanla değişkenlik gösterip raf ömrü sonunda %0.28’e düştüğü bulunmuştur. En yüksek TEA miktarı %0.39 ile B uygulamasında, en düşük TEA miktarı ise %0.32 ile C uygulamasında olduğu bulunmuştur. Raf ömrü, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonu istatistiksel olarak önemli olmuştur (P<0.05) (Çizelge 15). ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında %0.35 olan TEA miktarı raf ömrü sonunda %0.23’e düşmüştür. En yüksek TEA

miktarı %0.31 ile B uygulamasında olarak, en düşük TEA miktarı %0.26 ile C uygulamasında olduğu bulunmuştur. Raf ömrü, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonu istatistiksel olarak önemli olmuştur (P<0.05) (Çizelge 16). 3 numaralı olgunluk seviyesindeki muzlara 1-MCP uygulanmasıyla TEA içeriğindeki düşüş gecikmiştir (Jiang ve ark. 2004). Özkaya ve Dündar (2009b), 1-MCP uygulanan meyvelerde TEA değerlerinin korunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da benzer şekilde sonuç elde edilmiştir.

Çizelge 15. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü süresince TEA miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Olgunlaşma Öncesi Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	
A	0.46 ab	0.35 g-l	0.37 f-j	0.34 h-m	0.34 i-n	0.28 o-q	0.27 pq	0.27 pq	0.34 c
B	0.50 a	0.42 b-d	0.39 d-g	0.49 a	0.42 cd	0.34 h-m	0.27 pq	0.32 l-o	0.39 a
C	0.44 bc	0.36 f-k	0.32 k-o	0.33 j-n	0.31 m-p	0.27 pq	0.28 pq	0.26 q	0.32 d
D	0.48 a	0.40 c-f	0.42 cde	0.38 d-h	0.38 e-i	0.34 g-m	0.30 n-q	0.27 pq	0.37 b
Ortalama	0.47 a	0.39 b	0.37 bc	0.38 b	0.36 c	0.31 d	0.28 e	0.28 e	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.02, LSD_(0.05) RÖ: 0.02, LSD_(0.05) Uyg.×RÖ: 0.04., (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Çizelge 16. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü süresince TEA miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Olgunlaşma Sonrası Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	10.	10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	
A	0.31 cd	0.31 de	0.25 g-l	0.28 d-i	0.25 f-l	0.26 f-k	0.31 cd	0.24 g-l	0.28 b
B	0.37 ab	0.38 ab	0.29 d-f	0.32 cd	0.31 cd	0.27 e-j	0.31 cd	0.21 l	0.31 a
C	0.31 cd	0.30 de	0.24 i-l	0.26 f-k	0.25 f-l	0.25 f-l	0.23 j-l	0.22 kl	0.26 c
D	0.40 a	0.35 bc	0.28 d-h	0.29 d-g	0.27 e-j	0.27 e-j	0.27 e-j	0.24 h-l	0.29 a
Ortalama	0.35 a	0.33 a	0.27 bc	0.29 b	0.27 bc	0.26 c	0.28 bc	0.23 d	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.02, LSD_(0.05) RÖ: 0.02, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: 0.04., (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü başlangıcında %6.34 olan meyve suyundaki glikoz miktarı zamanla artış gösterip raf ömrü sonunda %10.51’e yükseldiği belirlenmiştir. En yüksek B, en düşük D uygulamasında saptanmıştır. Raf ömrü istatistiksel olarak önemli, uygulamalar ve uygulama×raf ömrü interaksyonları önemsiz olmuştur (P<0.05) (Çizelge 17). ‘Dwarf

Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü başlangıcında %6.74 olan glikoz miktarı zamanla %10.39’a yükselmiştir. En yüksek B (%9.38), en düşük D (%7.12) D uygulamasında belirlenmiş, raf ömrü ve uygulamalar istatistiksel olarak önemli, uygulama×raf ömrü interaksyonları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P<0.05) (Çizelge 18).

Çizelge 17. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi raf ömrü süresince glikoz miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Olgunlaşma Öncesi Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	0	0+1	0+2	0+3	0+4	0+5	0+6	0+7	
A	5.65	8.66	9.69	9.69	9.97	10.44	9.83	10.51	9.30
B	5.81	8.69	9.36	10.13	9.98	9.94	10.42	10.82	9.39
C	7.88	8.36	9.63	9.20	9.74	9.50	9.50	10.10	9.24
D	6.00	9.03	8.50	9.37	10.01	10.27	9.20	10.60	9.12
Ortalama	6.34 c	8.68 ab	9.29 a	9.60 b	9.92 a	10.04 a	9.74 ab	10.51 a	

LSD_(0.05) Uyg.: Ö.D., LSD_(0.05) RÖ: 1.29, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: Ö.D., (Ö.D.: Önemli değil, Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Çizelge 18. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma sonrası raf ömrü süresince glikoz miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Olgunlaşma Sonrası Raf Ömrü (gün)								Ortalama
	10.	10+1	10+2	10+3	10+4	10+5	10+6	10+7	
A	8.07	9.20	8.96	9.22	8.47	9.52	10.37	11.04	9.36 a
B	6.41	7.66	9.74	9.04	9.82	9.62	9.99	12.80	9.38 a
C	6.85	6.62	7.21	8.14	7.70	8.49	9.76	8.76	7.94 b
D	5.63	6.33	6.60	6.73	7.01	8.07	7.63	8.95	7.12 b
Ortalama	6.74 c	7.45 bc	8.13 b	8.28 b	8.25 b	8.92 ab	9.44 ab	10.39 a	

LSD_(0.05) Uyg.: 0.91, LSD_(0.05) RÖ: 1.29, LSD_(0.05)Uyg.×RÖ: Ö.D. (Ö.D.: Önemli değil, (Uyg.: Uygulama, RÖ: Raf ömrü, A: Kontrol, B: 100 ppb 1-MCP, C: 200 ppb 1-MCP ve D: 800 ppb 1-MCP).

Sonuç

‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda olgunlaşma öncesi ve sonrası raf ömründe 1-MCP uygulamalarında kontrole göre ağırlık kaybının az olduğu, meyve kabuk ve eti sertliğinin korunduğu, meyve renginin korunduğu, TEA miktarının yüksek değerlerde olduğu, SKÇM miktarının, etilen üretiminin, solunum hızının ve bireysel şeker glikoz miktarının düşük değerlerde olduğu bulunmuştur. ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda genel olarak olgunlaşma öncesi ve

sonrası raf ömründe 800 ppb 1-MCP (D) ve 200 ppb 1-MCP (C) uygulamalarında diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Tüketici tercihlerini etkilemeden direkt 2-3 nolu olgunluk seviyesindeki muzların 1-MCP uygulaması yapılmadan en fazla 3 gün ve 800 ppb 1-MCP uygulaması yapıldıktan sonra 6 gün raf ömründe kalabildiği bulunmuştur. 1-MCP uygulanmış ve MAP (RipeLock) içinde 10 gün olgunlaşma sonrası raf ömründe incelenen kalite kriterlerinin 800 ppb 1-MCP uygulamasında kontrole göre daha iyi olduğu

belirlenmiştir. Olgunlaşma sonrasında raf ömrünün en fazla 6 gün olabileceği bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre ‘Dwarf Cavendish’ muz klonunda MAP (RipeLock) ve 1-MCP uygulamalarının kaliteye olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde pazarlama sorunu olmadığından dolayı muz muhafazası konusuna önem verilmemektedir, fakat yakın gelecekte üretimin çok hızlı artış göstermesi nedeniyle muz muhafazasının önem arz edecektir. Böylelikle bu çalışma, muz olgunlaşması, muhafazası ve raf ömrü konusunda MAP (RipeLock) ve 1-MCP’nin birlikte kullanımı araştırıcı ve yatırımcılara yol gösterebilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (FYL-2018-10508) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akbaş, Y., 2019. Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin Muzda Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri. Sayfa 17.
- Anonim, 2018. www.agrofresh.com/ripeclock-technology. Erişim Tarihi: 19/02/2018.
- Anonim, 2025. Banana Ripening Chart, Postharvest Centere, Universty of California, (1996): https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=9&ds=798, Erişim Tarihi: 25/06/2025.
- Ben Yehousha, S., Rodov, V., Perzelan, J., 2009. Control of Water Condensation and Effects of Perforation of the Plastic Film of the Sealed Package on Spoilage of Fresh Produce. 10. International Controlled & Modified Atmosphere Research Conf., Abstract Books, P 22.
- Boonyariththongchai, P., Kanlayanarat, S., 2010. Effect of 1-MCP Treatment on the Post Harvest Quality of Banana Fruit (cv. KluaiKai). Proc.6th International Postharvest Symposium, Eds. M.Erkanand U. Aksoy, Acta Hort.877, ISHS 2010 p 359.
- Botondi, R., De Sanctis, F., Bartoloni, S., Mencarelli, F., 2014. Simultaneous Application of Ethylene and 1-MCP Affects Banana Ripening Features During

- Storage. Journal Of The Science Of Food And Agriculture, 94, 2170–2178.
- Canan, İ., 2012. Anamur Yöresinde Yetişen Muzların Muhafazasında Değişik Derim Sonrası Uygulamaların Raf Ömrü, Meyve Kalitesi ve Fizyoloji Üzerine Etkileri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana. 1-40 S.
- Çelikel, F.G., Acıcan, T., Aşım, A.Ş., 2010. Effect of 1-MCP Pretreatment on cold Storage of Kiwifruit. Proc 10th Intern. Controlled and Modified Atmosphere Research Conference, Eds., M. Erkan and U. Aksoy, Acta Hort. 876, ISHS 2010, p 237.
- FAO, 2024. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/> Erişim Tarihi: 13/09/2024.
- Gübbük, H., Pekmezci, M., Selli, S., Erkan, M., Kafkas, E., Pınar, H., Güven, D., Güneş, E., 2010. Değişik Lokasyonlarda Açıkta ve Örtüaltında Yetiştirilen ‘Dwarf Cavendish’ Muz Çeşidinde Verim, Bazı Kalite Kriterleri ve Aroma Maddeleri ile Meyvelerin Derim Sonrası Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerinde Araştırmalar. TÜBİTAK, Proje No: 107O156, 247 S.
- Harris, D.R., Seberry, J.A., Wills, R.B.H., Spohr, L.J., 2000. Effect off ruitmaturity on Efficiency of 1-Methylcyclopropene Todelay the Ripening of Bananas. Post harvest Biology and Technology. Volume 20, Issue 3, November 2000, Pages 303-308.
- Jiang, W., Zhang, M., He, J., Zhou, L., 2004. Regulation of 1-MCP Treated Banana Fruit Quality by Exogenous Ethylene and Temperature. Food Sci. Tech. Int. 2004;10(1):0015-6. Sage Pub. Issn:1082-0132.
- Kader, A.A., 2002. Modified atmospheres during transport and storage. p 135-144. In A. Kader (Ed.). Postharvest technology of horticultural crops, University of California Agricultural and Natural Resources, Publication 3311, Oakland, California.
- Kaplan, A., Dündar, Ö., 2018. Niğde İlinde Farklı Yükseklikte Yetiştirilen Scarlet Spur Elma Çeşidinin Muhafaza Süresi ve Kalite Değişimlerinin Belirlenmesi. Alatırım, 17(2), 80-88.

- Karaçalı, İ., 2002. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova/İzmir, s 469.
- Klieber, A., Bagnato, N., Barrett, R., Sedgley, M., 2002. Effect of Post Ripening Nitrogen Atmosphere Storage on Banana Shelf Life, Visual Appearance and Aroma. *Post Harvest Biology and Technology* 25 15–24.
- Moradinezhad, F., Klieber, A., Sedgley, M., Able, A.J., 2010. Effect of Ripening Temperatures on Shelf Life and Quality of Partially Ripened 1-MCP Treated Bananas. *Proc. 6th International Postharvest Symposium*, Eds.: M. Erkan and U. Aksoy, *Acta Hort.*877, ISHS 2010, Volume1, p 353.
- Özkaya, O., Dündar, Ö., 2009a. Response of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Treatments on Some Quality Parameters of Plum During Storage. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (2), 233-236.
- Özkaya, O., Dündar, Ö., 2009b. Influence of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on ‘Fuji’ Apple Quality During Long-Term Storage, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (2), 146-148.
- Pelayo, C., Vilas-Boas, V.B.E., Muhammed, B., Kader, A. A., 2003. Variability in Responses of Partially Ripe Banana 1-Methylcyclopropene. *Post Harvest Biology and Technology*. Volume: 28, Issue 1, April 2003, Pages 75-85.
- Prabha, T.N., Bhagyalakshmi, N., 1998. Carbohydrate Metabolism in Ripening Banana Fruit. *Phytochemistry*, Vol.48, No.6, p 915-919.
- TÜİK, 2024. Türkiye’de Üretilen Toplam Muz Üretim Miktarı <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr>. Son Erişim Tarihi: 19/10/2024.
- Ünal, M.Ü., Karaşahin, Z., Şener, A., 2016. Effect of Some Post Harvest Treatments on Physical and Biochemical Properties of Anamur Bananas (*Musa acuminata* Colla (Aaa Group)) during Shelf-Ilfe Period. *Gıda / The Journal Of Food.*;41(2):69-76.

Sıcak Su Uygulamalarının ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ Avokado Çeşitlerinin Soğukta Muhafazasına Etkileri

Ahmet Erhan ÖZDEMİR¹ 

Canan AYDINLIOĞLU² 

Okan ÖZKAYA³ 

Derya KILIÇ¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antakya, Türkiye

²Hatay Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Hatay, Türkiye

³Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

Öz

Bu çalışmanın amacı, ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ avokado (*Persea americana* Mill) çeşidi meyvelerinde sıcak su uygulamalarının soğukta muhafazasına etkilerini belirlemektir. Bu amaçla, meyvelere 30 dakika süreyle 20 ve 40 °C’lik sıcak suya daldırma uygulamaları yapılmıştır. Daha sonra Kontrol (hiçbir uygulama yapılmadan) meyveleri ve uygulama yapılan meyveler 6 °C sıcaklıkta ve %85–90 oransal nemde 3 ay süreyle depolanmış ve depolama süresince ayda bir depodan çıkarılan örneklerinin görünüş (1–5), fizyolojik (1–5) ve fungal bozulmalar (%), meyve eti sertliği (kg-k), titre edilebilir asit miktarı (%), pH değeri, suda çözünabilir toplam kuru madde (SÇKM, %), meyve kabuk ve et rengi (L* ve h°) belirlenmiştir. Ayrıca ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyveleri 3 gün süreyle raf ömrü koşullarında (20 °C’de %70–75 oransal nem) bekletilmiş ve meyve kalite analizleri yinelenmiştir. Sonuç olarak, ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyveleri için 40 °C-30 dk. sıcak su uygulamasının kullanılması ümitvar bulunmuş, bu uygulama ile meyvelerinin 2 ay süre ile bu koşullar altında muhafaza edilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Persea americana*, muhafaza, sıcak su, meyve eti sertliği, kalite.

The Effects of Hot Water Treatments on Cold Storage of ‘Bacon’ and ‘Fuerte’ Avocado Cultivars

Abstract

The aim of this study is to determine the effects of hot water dips on cold storage of ‘Bacon’ and ‘Fuerte’ avocado cultivars. Fruits were subjected to hot water dips at 20 or 40 °C for 30 min. Treated and untreated fruits were then kept at 6 °C and 85–90% relative humidity for 3 months. Appearance (1–5), incident of fungal decay (%) and physiological disorders (1–5), fruit flesh firmness (kg-f), titratable acidity (%), pH value, total soluble solids (TSS, %) content, fruit skin and flesh color (L*, C* and h°) were determined at a month interval. In addition, the fruits of the ‘Fuerte’ avocado variety were kept at 20 °C and 70–75% relative humidity conditions for 3 days and the analyses were repeated. As a result, the use of hot water treatment at 40 °C for 30 minutes was found promising for the fruits of the avocado varieties ‘Bacon’ and ‘Fuerte’, and it was determined that the fruits could be preserved under these conditions for 2 months with this application.

Keywords: *Persea americana*, storage, hot water, fruit flesh firmness, quality.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: A.E. Özdemir; erhan@mku.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Ahmet Erhan ÖZDEMİR  <https://orcid.org/0000-0001-7114-5715>
Okan ÖZKAYA  <https://orcid.org/0000-0002-9448-5576>

Canan AYDINLIOĞLU  <https://orcid.org/0000-0002-3432-2900>
Derya KILIÇ  <https://orcid.org/0000-0002-4076-7594>

Giriş

Tüketici tercihleri ve isteklerindeki değişim ile birlikte küresel iklim değişikliklerinin de etkisiyle ülkemizde avokado yetiştiriciliği yaygınlaşmaktadır. 2023 yılı itibariyle Dünya avokado üretimi 10.466.560 ton olup en fazla üreten ülkeler Meksika, Kolombiya, Dominik Cumhuriyet, Per ve Endonezya’dır. Türkiye’nin üretimi 38.462 tondur (FAO 2025). 2024 yılı Türkiye üretimi ise 64.500 tona ulaşmış ve en fazla Antalya (35.694 ton), Mersin (28.089 ton), Muğla (383 ton), Adana (171 ton) ve Hatay (107 ton) illerinde yetiştirilmektedir (TÜİK, 2025).

Demirkol ve Pekmezci (1997a), ‘Bacon’ çeşidi ile yaptıkları bir çalışmada, avokadolar 5 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nem koşullarında 30 gün süreyle başarıyla muhafaza edilmiştir. ‘Bacon’ avokadolarında 6 °C’de %85–90 oransal nemde modifiye atmosferde paketlenme (MAP) veya 1-Methylcyclopropane (1-MCP) uygulandıktan sonra muhafaza edildiğinde depolama süresi 3 ay olarak saptanmıştır (Altan ve ark., 2017). ‘Fuerte’ avokado çeşidi Meir ve ark. (1998) tarafından 5 °C’de 8 hafta süreyle başarıyla depolanmıştır. Antalya koşullarında ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyveleri MAP’de 5 °C’de 40 gün başarıyla depolanmıştır (Demirkol

ve Pekmezci, 1999). Dörtüol-Hatay koşullarında yetiştirilen ‘Fuerte’ ve ‘Zutano’ avokado meyvelerinin 6 °C’de ve %85-90 oransal nemde meyve kalite özelliklerinde önemli değişiklikler olmadan en uzun 2 ay süre ile depolanabileceği saptanmıştır (Özdemir ve ark., 2010). ‘Fuerte’ avokadolarında 6 °C’de %85–90 oransal nemde modifiye atmosferde paketlenme (MAP) veya 1-Methylcyclopropane (1-MCP) uygulandıktan sonra muhafaza edildiğinde depolama süresi 2 ay olarak saptanırken, MAP+1-MCP uygulanan avokado meyveleri kalitesini koruyarak 3 ay süreyle muhafaza edilebileceği bildirilmiştir (Aydınlioğlu ve ark., 2023).

Sıcak su uygulama süresi ve sıcaklık derecesi, uygulama yöntemine, çeşide, meyve olgunluğuna, meyve büyüklüğüne ve gelişimine bağlıdır. Sıcak su daldırma ve fırçalama uygulamalarının olgunlaşmayı engelleyerek çürümeleri azalttığı, patojenlere ve üşüme zararına karşı direnç sağladığı bildirilmiştir (Ferguson ve ark., 2000; Fallik, 2004). ‘Sharwil’ avokadolarının 17 ila 18 saat boyunca 37 ila 38 °C’de tutulduktan sonra 14 gün boyunca 1.1 °C’de depolanması üşüme zararını azaltmıştır (Sanxter ve ark., 1994). ‘Hass’ avokado meyveleri, 38 °C’de 0 ila 120 dakika süreyle sıcak suya daldırılmış, 0.5 °C’de 28 gün depolanmış ve sonra 20 °C’de olgunlaştırılarak meyvelerin kaliteleri değerlendirilmiştir. Kontrol meyvelerinde gelişen üşüme zararı belirtileri kahverengileşme olarak görülmüş ve kahverengileşmenin ekzokarpta geliştiği ve daha uzun depolamayla bu kahverengileşmenin epidermise doğru hareket ettiği belirlenmiştir (Woolf, 1997). ‘Hass’ ve ‘Fuerte’ avokado meyveleri 36, 38, 40 ve 42 °C’lerde 1, 2, 4 ve 8 saat süreyle sıcak suya daldırılmış, 3.5 ve 5.5 °C’de 5 hafta depolanmış ve ‘Hass’ avokado çeşidinde 38 °C-4 sa., 38 °C-8sa., 40 °C-4 sa. ve 40 °C-8 sa. ile ‘Fuerte’ avokado çeşidinde 36 °C-4 sa., 36 °C-8 sa., 38 °C-4 sa., 38 °C-8 sa., 40 °C-4 sa., 40 °C-8 sa., 42 °C-2 sa. ve 42 °C-4 sa. en başarılı uygulamalar olmuştur (Weller ve ark., 1998). ‘Hass’ avokado meyveleri 38–42 °C’lerde 20–60 dakika süreyle sıcak suya daldırılmış, 1 °C’de 16 gün depolanmış ve sonra 20 °C’de olgunlaştırılmıştır. Sıcak su uygulamaları

çürümeleri azaltmıştır. Kabuk kararmalarını azaltmada 30 dakika süreyle 40 °C, 20–30 dakika süreyle 41 °C ve 25–30 dakika süreyle 42 °C en başarılı uygulamalar olmuştur (Hofman ve ark., 2002). ‘Hass’ avokado meyveleri 36, 38 veya 40 °C’lerde 5, 15 veya 30 dakika süreyle sıcak suya daldırılmış, 30 gün süreyle 1 ve 5.5 °C’de depolanmış ve sıcak su uygulamalarının olgunlaşma süresini kısalttığı, erken sezon meyvelerinde renk gelişiminin iyileştirdiği, antraknoz, sap dibi çürüklüğü, meyve eti kararması ve üşüme zararı oluşumunu azalttığı bildirilmiştir. 15 ila 30 dakika süreyle 38 °C’lik sıcak suya daldırma uygulaması en başarılı uygulama olduğu belirlenmiştir (Blakey ve Bower, 2007).

Bu çalışmayla, sıcak su uygulamaları yapılan ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde soğukta muhafaza sırasında meyve kabuk ve et kararmaları ve kalite değişimlerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada materyal olarak, Dörtüol’da Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Araştırma ve Uygulama Bahçesinden sağlanan 1997–1998 yılları arasında 5x6 m aralık ve mesafelerle dikilmiş, çöğür anacı üzerine aşıllı ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ avokado (*Persea americana* Mill) çeşitleri kullanılmıştır (Şekil 1).

Kader ve Arpaia (1999) ve Özdemir ve ark. (2009)’a göre ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ çeşitlerine ait meyvelerin derimi yapılmış, yarasız, beresiz olan meyveler seçilerek, her uygulamanın her tekrür için, 30’ar adet meyve sıcak su tankına 20 (20 °C-30 dk.) ve 40 (40 °C-30 dk.) °C’lerde 30’ar dakika süre ile daldırılmıştır. Uygulamalardan sonra meyveler yaklaşık 2 saat oda koşullarında kurutulmuş ve uygulama yapılmayan (kontrol) meyveleriyle birlikte plastik kasalara yerleştirilip, 6 (±0.5) °C sıcaklık ve %85–90 oransal nemde 3 ay süreyle depolanmıştır. Ayrıca ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinin raf ömrünü belirlemek için her ay soğuk depodan çıkarılan meyveler 3 gün 20±0.5 °C’de %70±5.0 oransal nemde bekletilerek meyve kalite analizleri yapılmıştır.



Şekil 1. Denemeye alınan solda ‘Bacon’ ve sağda ‘Fuerte’ avokado çeşitlerine ait meyveler

Denemede kullanılan sıcak su tankı; su tankı, devir daim motoru (400 watt), termostatlı ısıtıcı (0-90 °C, 2 x 2000 watt), sigorta (her bir almaca bağlı sigorta, 2 ayrı ısıtıcı için 2 x 15 amper, motor için 1 x 10 amper), tahliye vanası (1/2" vana), motor yardımıyla tahliye (1" vana) ve devir daim vanası (1" vana) kısımlarından oluşmaktadır. Su tankı, 375lt su almakta ve 0.75 mm saçtan imal edilmiş olup üst tarafı kasalar girecek şekilde tam açıktır.

Aylık olarak 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 meyve olarak alınan meyve örneklerinde yapılan analizler;

Meyve dış görünüşü: Her iki çeşitte de muhafaza sırasında 15 kişilik bir panelist grubuyla 1–5 skalası arasında değerlendirme yapılmış (1: En kötü, 5: En iyi) ve sonuçları verilmiştir.

Suda çözünabilir toplam kuru madde (SÇKM) miktarı: Her iki çeşitte de muhafaza edilen meyvelerin sularından el refraktometresi (Atago ATC-1E Model, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japonya) ile ölçülerek % olarak saptanmıştır.

pH değeri: Her iki çeşitte de muhafaza sırasında meyvelerin sularında Dijital pH metre (Thermo Fisher Scientific Inc., MA, ABD) ile ölçülmüştür.

Titre edilebilir asit (TEA) miktarı: Her iki çeşitte de muhafaza edilen meyvelerin sularında potansiyometrik yöntem (Sadler, 1994) ile ölçülmüş, elde edilen meyve suyundan alınan 5 ml örnek distile su ile 100 ml’ye tamamlanarak, dijital pH metrede 8,1 değeri okunana kadar 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiş (Brand titrette, Almanya) ve sonuçlar malik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır.

Fungal ve Fizyolojik bozulmalar: Her iki çeşitte de muhafaza edilen meyvelerden belirli aralıklarla alınan meyve örnekleri teker teker incelenerek, muhafaza sırasında ortaya çıkan fungal nedenli bozulan meyve miktarlarının

teşhisi yapılmış ve çürüme oranları % olarak saptanmıştır. Ayrıca, meyve kabuk ve etinde saptanan fizyolojik nedenli bozulmaların şiddetleri 1–5 skalasına (1: En iyi, 5: En kötü) göre değerlendirilmiştir.

Meyve eti sertliği (MES); Her iki çeşitte de her analiz döneminde meyvelerin ekvator bölgesinin iki yanağından, yaklaşık 1 cm çapındaki meyve kabuğu kaldırıldıktan sonra 8 mm’lik delici uca sahip penetrometre (Effegi model FT 444, İtalya) ile kg kuvvet cinsinden ölçülmüş ve kg-k olarak verilmiştir.

Meyve kabuk ve et rengi L*, C* ve h° değerleri: Her iki çeşitte de muhafaza edilen meyvelerde C.I.E. L*a*b*’ye göre Minolta CR-300 Chromometer (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japonya) renk ölçüm cihazı ile meyvenin ekvator bölgesinde kabukta ve meyve etinde her iki yanaktan daha önceden işaretlenen yerlerden ve meyve etinde her seferinde okuma yapılmıştır.

‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinin raf ömrü belirlemek için yapılan analizler tekrarlanmış ve ayrıca ağırlık kayıpları belirlenmiştir.

Ağırlık kayıpları: Raf ömrü sırasında, ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinin her uygulama için 30 adet meyve tek tek numaralanmış ve her analiz döneminde 0.01 g’a duyarlı hassas teraziyle (Ohaus Adventurer, ABD) tartılmış başlangıç ağırlığından son ağırlığı çıkarılıp % olarak hesaplanmıştır.

Deneme 3 tekerrürlü her yinelemede 10’ar meyve olacak şekilde “Faktöriyel Düzende Tesadüf Parselleri” deneme desenine göre kurulmuş, elde edilen verilerin istatistiksel analizi SAS software (SAS Version V.9.4, SAS Institute Cary, N.C.) kullanılarak yapılmış ve F testi sonunda önemli bulunan varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Tukey testi ile (p<0,05) karşılaştırılmış ve sonuçlar çizelgelerde verilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Panelistler tarafından muhafaza sırasında ilk ay görünüş (1–5) puanları ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde sırasıyla 4.96 ve 4.66 puan alırken, 2. ay 3.45 ve 3.09 puan ile kabul edilebilir sınırın üstünde olmuştur. 3 ayda ise 1.40 ve 1.17 puanları alarak tüketici kabul edilebilirliğini kaybetmiştir. Muhafaza sırasında ‘Bacon’ avokado çeşidi meyvelerinde en yüksek görünüş puanları kontrol meyvelerinde (3.84) olurken, en düşük 20 °C-30 dk. (3.59) uygulamasında olmuştur. ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde ise görünüş üzerine uygulamaların

etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Raf ömrü sırasında ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde 1 ay + 3 günde görünüş puanı 3.09 puan alırken, 2 ay + 3 günde 3.00 puan ile kabul edilebilir sınırda olmuştur. 3 ay + 3 günde ise 1.12 puan alarak tüketici kabul edilebilirliğini kaybetmiştir. Görünüş üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Görünüş puanlarında azalmalar olduğu ve muhafazanın 3. ayında görünüş puanları 3’ün altına düştüğü Altan ve ark. (2017), Aydınlioğlu ve ark. (2022; 2023) tarafından da bildirilmiştir.

Çizelge 1. Sıcak su uygulanan ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde 6 °C’de 3 ay soğukta muhafaza sırasında görünüş (1–5), suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM, %) miktarı, pH değeri, titre edilebilir asit miktarı (%), fungal bozulmalar (%), meyve kabuğunda ve etinde fizyolojik (1–5) bozulma şiddetindeki değişimler

Muhafaza	Görünüş (1–5)	SÇKM (%)	pH değeri	TA (%)	Fungal Bozulma (%)	Fizyolojik bozulma (1–5)	Meyve Kabuğu	Meyve Eti
‘Bacon’ Çeşidi Uygulamalar								
Kontrol	3.84 a ^x	6.66	6.36 b	0.12	0.84	1.83 b	1.40 b	
20 °C-30 dk.	3.59 c	6.88	6.54 a	0.14	0.14	2.46 a	1.60 a	
40 °C-30 dk.	3.68 b	6.79	6.51 a	0.14	0.70	2.37 a	1.30 b	
D _{%5}	0.07	Ö.D. ^y	0.04	Ö.D.	Ö.D.	0.09	0.18	
‘Bacon’ Çeşidi Muhafaza Süresi (ay)								
0	5.00 a	6.90 ab	6.29 c	0.13 b	0.00 b	1.00 c	1.00 c	
1	4.96 a	7.27 a	6.29 c	0.13 b	0.00 b	1.00 c	1.00 c	
2	3.45 b	5.80 b	6.56 b	0.13 b	0.19 b	2.47 b	1.63 b	
3	1.40 c	7.14 a	6.75 a	0.15 a	2.04 a	4.40 a	2.77 a	
D _{%5}	0.09	1.26	0.05	0.01	0.68	0.11	0.23	
‘Fuerte’ Çeşidi Uygulamalar								
Kontrol	3.41	6.26	6.59 b	0.21 a	0.00	2.38	2.00 b	
20 °C-30 dk.	3.50	6.79	6.63 a	0.19 ab	0.00	2.40	2.20 a	
40 °C-30 dk.	3.53	6.87	6.60 ab	0.18 b	0.00	2.42	2.22 a	
D _{%5}	Ö.D.	Ö.D.	0.03	0.02	Ö.D.	Ö.D.	0.15	
‘Fuerte’ Çeşidi Muhafaza Süresi (ay)								
0	5.00 a	5.85 b	6.55 c	0.17 a	0.00	1.00 c	1.00 c	
1	4.66 b	7.27 a	6.50 d	0.18 a	0.00	1.24 c	1.00 c	
2	3.09 c	6.17 b	6.65 b	0.14 b	0.00	2.58 b	2.09 b	
3	1.17 d	7.27 a	6.72 a	0.18 a	0.00	4.77 a	4.46 a	
D _{%5}	0.24	1.04	0.04	0.02	Ö.D.	0.24	0.19	

^xÇoklu karşılaştırmalar, Tukey testi ile yapılmıştır. Bir sütunda ayrı harflerin (n = 3) olması, P < 0.05’te anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir. ^yÖ.D.: Önemli değil.

‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde raf ömrü sırasında ağırlık kayıpları %2.74 ile %3.45 arasında olmuştur. Ağırlık kayıplarındaki farklılıklar her seferinde farklı meyveler

kullanıldığından kaynaklanmaktadır. Ağırlık kayıpları üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Yapılan birçok çalışmada ağırlık kayıplarında

artışlar olduğu bildirilmiştir (Jeong ve ark., 2002; Altan ve ark., 2017; Doğan ve ark., 2017; Aydınlioğlu ve ark., 2022; 2023).

Depolama süresince ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde SÇKM üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmakla birlikte SÇKM miktarı her iki çeşitte de %6–7 civarında olmuştur. Her iki çeşitte de depolama süresince SÇKM değerinde dalgalı bir değişim meydana gelmiştir. ‘Fuerte’ avokado çeşidinde başlangıç ile muhafaza sonunda ölçülen SÇKM değeri arasında önemli bir farklılık görülmüştür (Çizelge 1). Benzer artışlar raf ömründe ‘Fuerte’ avokado çeşidi

meyvelerinde de saptanmış ve SÇKM miktarı %9 civarında olmuştur. ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde raf ömrü sırasında en yüksek SÇKM miktarı 20 °C-30 dk. uygulamasında bulunmuştur (Çizelge 2). Genel olarak sıcak su uygulamalarının meyve kalitesi kontrol meyvelerinden üstün olamamıştır (Sanxter ve ark., 1994). Bulgularımıza benzer olarak, yapılan bazı çalışmalarda da SÇKM üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Altan ve ark., 2017; Vazquez-Lopez ve ark., 2022; Aydınlioğlu ve ark., 2023). Bulgularımızdan farklı olarak, Doğan ve ark. (2017)’nın çalışmasında raf ömründe SÇKM miktarında azalışlar olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 2. Sıcak su uygulanan ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde raf ömrü sırasında ağırlık kaybı (%), görünüş (1–5), suda çözünebilir toplam kuru madde (SÇKM, %) miktarı, pH değeri, titre edilebilir asit miktarı (%), meyve eti sertliği (MES, kg-k) ve fungal (%) bozulmalardaki değişimler

Raf Ömrü	Ağırlık Kaybı (%)	Görünüş (1–5)	SÇKM (%)	pH Değeri	TA (%)	MES (kg-k)
‘Fuerte’ Çeşidi Uygulamalar						
Kontrol	3.09	2.88	8.58 b ^x	6.68	0.22 a	7.13 b
20 °C-30 dk.	3.11	3.33	9.30 a	6.67	0.19 b	7.79 a
40 °C-30 dk.	3.11	3.33	8.80 b	6.62	0.20 b	7.54 ab
D _{%5}	Ö.D. ^y	Ö.D.	0.41	Ö.D.	0.01	0.54
‘Fuerte’ Çeşidi Raf Ömrü Süresi (ay + gün)						
0+3	3.08 ab	5.00 a	7.00 b	6.58 d	0.23 a	18.25 a
1+3	2.74 b	3.69 b	9.53 a	6.61 c	0.16 c	8.42 b
2+3	3.45 a	3.00 c	9.67 a	6.75 a	0.15 c	2.07 c
3+3	3.14 a	1.12 d	9.38 a	6.68 b	0.18 b	1.23 d
D _{%5}	0.38	0.37	0.53	0.03	0.01	0.69

^xÇoklu karşılaştırmalar, Tukey testi ile yapılmıştır. Bir sütunda ayrı harflerin (n = 3) olması, P <0.05’te anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir. ^yÖ.D.: Önemli değil.

Her iki çeşitte de meyve suyu pH miktarları muhafaza süresi uzadıkça artışlar göstermiştir. Her iki çeşitte de pH miktarları sıcak su uygulamalarında kontrolden yüksek bulunmuştur (Çizelge 1). ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde raf ömrü sırasında pH miktarı artışlar göstermiştir. pH miktarı üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Benzer sonuçlar Altan ve ark. (2017) tarafından da alınmıştır. Bulgularımızdan farklı olarak, ‘Fuerte’ çeşidinde depolama sırasında pH değerinde düşüşler olduğu bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2010). Aydınlioğlu ve ark. (2023) ‘Fuerte’ çeşidinin pH değerinin azalış ve artışlar göstermesine rağmen

depolamanın sonunda başlangıca benzer olduğunu bildirmişlerdir.

‘Bacon’ avokado çeşidi meyvelerinde 3. aya kadar TA içeriği (%0.13) benzer olurken, son ayda (%0.15) biraz yükselmiştir. TA üzerine uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde muhafaza başlangıcında %0.17 olan TA içeriği 2. ayda (%0.14) azalırken, son ayda (%0.18) yükselmiş ve istatistiksel olarak başlangıç değeriyle aynı olmuştur. Uygulamalarda en düşük TA miktarı 40 °C-30 dk. uygulamasında (%0.18) saptanmıştır (Çizelge 1). ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde raf ömrü uzadıkça TA miktarı 3 ay + 3 güne kadar

azalışlar göstermiş ve son analizde artmıştır. Uygulamalarda en yüksek TA miktarı kontrol meyvelerinde (%0.22) saptanmıştır (Çizelge 2). Son ayda TA miktarının artışı daha fazla suda çözünür düşük molekül ağırlıklı bileşiklerin karbonhidrat ve hücre duvarı bileşenlerinin hidrolizini katalize eden poligalakturonaz ve α -ve β -galaktosidaz enzimlerinin aktiviteleri nedeniyle oluşabileceği bildirilmiştir (Jeong ve Huber, 2004). Avokado meyvesi mikroorganizmalar ve enzimler tarafından katalize edilen serbest yağ asitleri ve gliserolden hidrolize edilebilir yağ açısından zengindir. Karbonhidrat fermentasyonu da asitlik artışına katkıda bulunabilir (Ramatal ve ark., 2007). Serbest yağ asitleri üreten lipid hidrolizinin asit artışına katkıda bulunduğu da söylenebilir (Daiuto ve ark., 2013).

‘Bacon’ avokado çeşidi meyvelerinde fungal bozulma muhafazanın son ayına kadar çok az olmuş ve son ayda %2.04 olmuştur. ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde ise fungal bozulma görülmemiştir. ‘Bacon’ avokado çeşidi meyvelerinde fungal bozulmalar üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde raf ömrü sırasında fungal bozulmalar %1.11 ile 3 ay + 3 günde saptanmıştır. Sıcak su uygulamalarında fungal bozulmaya rastlanmazken, kontrol meyvelerinde %0.83 olmuştur (Çizelge 4). Fakültemiz Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında yapılan izolasyonlarda fungal bozulma nedenleri *Alternaria* spp., *Aspergillus flavus*, *Botrytis cineria*, *Penicillium* spp. ve *Rhizopus stolonifer*’in olduğu belirlenmiştir. Fungal bozulmaların genellikle muhafazanın 3. ayında artış gösterdiği Özdemir ve ark. (2010), Altan ve ark. (2017) ve Aydınlioğlu ve ark. (2023) tarafından da bildirilmiştir.

Fizyolojik nedenlerle bozulmalar meyve üzerinde kabuk kararması ve çöküntüler, meyve etinde renk değişimi ve kararmalar şeklinde olmuştur. Her iki çeşitte de meyve kabuğu ve meyve etinde fizyolojik bozulma (1–5) şiddetinde muhafaza süresi uzadıkça artışlar olmuş ve meyve kabuğundaki fizyolojik bozulma şiddeti son ayda kabul edilebilir sınırın (<3) üzerine çıkmıştır. ‘Bacon’ avokadolarında meyve etindeki fizyolojik bozulma şiddeti çeşidi kabul edilebilir sınırı aşmamıştır. ‘Bacon’ avokadolarında meyve kabuğundaki fizyolojik

bozulma şiddeti sıcak su uygulamalarında kontrol meyvelerinden yüksek olurken, meyve etinde en yüksek 20 °C-30 dk. uygulamasında olmuştur. ‘Fuerte’ avokadolarında meyve kabuğundaki fizyolojik bozulma şiddeti üzerine uygulamaların etkisi benzer olurken, meyve etinde sıcak su uygulamalarında kontrol meyvelerinden yüksek olmuştur (Çizelge 1). ‘Fuerte’ avokadolarında raf ömrü sırasında meyve kabuğu ve meyve etinde fizyolojik bozulma şiddetinde artışlar olmuş ve fizyolojik bozulma şiddeti 3 ay + 3 günde kabul edilebilir sınırın (<3) üzerine çıkmıştır. Meyve kabuğundaki fizyolojik bozulma şiddeti kontrol (2.62) ve 20 °C-30 dk. (2.71) uygulamalarında en yüksek olurken, meyve etinde en yüksek kontrol (2.14) ve 40 °C-30 dk. (2.27) uygulaması olmuştur (Çizelge 4). Üşüme zararı oluşumu ve şiddeti; tür, çeşit, olgunluk durumu, üşüme sıcaklıklarının şiddeti ve süresi, üşüme öncesi ve sonrası çevre ortamı ile ürünün yaşanabileceği diğer streslerin bir fonksiyonudur (Saltveit ve Morris, 1990). ‘Hass’ ve ‘Fuerte’ meyvelerinde üşüme duyarlılığının etilen ve klimakterik aşamasına bağlı olduğu bildirilmiştir (Donkin, 1995). 36–40 °C sıcaklıktaki kuru ısı ve sıcak suya daldırma, sıcaklığa ve süreye bağlı olarak değişen şiddette kabuk kararmasına neden olduğu bildirilmiştir (Donkin, 1995). Avokadoların muhafazasında fizyolojik bozulmaların görüldüğü ve arttığı yapılan çalışmalarda saptanmıştır (Demirkol ve Pekmezci, 1997a; Huysamer ve Mare, 2003; Altan ve ark., 2017; Aydınlioğlu ve ark., 2022; 2023). Bulgularımızın tersine ‘Fuerte’ avokado meyvelerinde muhafaza sırasında fizyolojik bozulma görülmediği bildirilmiştir (Özdemir ve ark., 2010). Ayrıca, fizyolojik bozulmaların sadece raf ömründe saptandığı da bildirilmiştir (Demirkol ve Pekmezci, 1997b; 1999; Dorria ve ark., 2007).

Her iki çeşitte de MES muhafaza süresi uzadıkça azalmıştır. ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde sırasıyla başlangıçta 12.27 kg-k ve 19.80 kg-k olan MES muhafaza sonunda 1.46 kg-k ve 1.92 kg-k’e düşmüştür. Her iki çeşitte de MES üzerine uygulamaların etkileri istatistiksel olarak benzer bulunmuştur (Çizelge 3). ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde raf ömrü uzadıkça MES azalmıştır. 0 ay + 3 günde 18.25 kg-k olan MES 3 ay + 3 günde 1.23 kg-k’e düşmüştür. Sıcak su uygulamalarında MES kontrol

meyvelerinden daha yüksek olmuştur (Çizelge 2). Hücre duvarı bozulmasıyla birlikte mezokarpın sertliğinin olgunlaşma sırasında zamanla azalmasıyla MES’nde düşüşler olmaktadır. MES’deki değişimin yeme olumunu belirlemede önemli bir gösterge olduğu Berger ve ark. (1982), Zauberman ve Jobin-Decor (1995), Altan ve ark. (2017) ve Sierra ve ark. (2019) tarafından bildirilmiştir. Yeme olumunda MES’in 10 N (1.02 kg-k) olması gerektiği bildirilmiştir (Flitsanov ve ark., 2000). Avokadolarda muhafaza sırasında MES’nin azaldığı birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Demirkol ve Pekmezci, 1997a; Meir ve ark., 1998; Feygenberg ve ark., 2004; Maftoonazad ve Ramaswamy, 2005; Dorria ve ark., 2007; Özdemir ve ark., 2010; Altan ve ark., 2017; Benitez ve ark., 2021; Aydınlioğlu ve ark., 2022; 2023). Bulgularımızdan farklı olarak, Weller ve

ark. (1998) Hass’ ve ‘Fuerte’ avokado meyvelerinde sıcak su uygulamalarında MES’nin kontrol meyvelerinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

‘Bacon’ avokado çeşidi meyvelerinde meyve kabuk rengi L* değeri üzerine muhafaza süresinin etkisi önemli bulunmamıştır. ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde ise muhafaza süresinin meyve kabuk rengi L* değerine etkisi önemli bulunmuş, depolama sonunda başlangıca göre azalış göstermiştir. ‘Bacon’ avokado çeşidi meyvelerinde meyve kabuk rengi L* değeri (40.99) en yüksek kontrol meyvelerinde olmuştur. ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde ise meyve kabuk rengi L* değeri üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Sıcak su uygulanan ‘Bacon’ ve ‘Fuerte’ avokado çeşidi meyvelerinde 6 °C’de 3 ay soğukta muhafaza sırasında meyve eti sertliği (MES, kg-k), meyve kabuk ve et rengi L*, C* ve h° değerlerindeki değişimler

Muhafaza	MES (kg-k)	Meyve Kabuk Rengi			Meyve Et Rengi		
		L*	C*	h°	L*	C*	h°
‘Bacon’ Çeşidi Uygulamalar							
Kontrol	6.11	40.99 a ^x	27.07 a	113.47	76.82	35.04	92.21
20 °C-30 dk.	6.09	37.61 b	21.82 b	111.31	73.62	36.09	90.74
40 °C-30 dk.	6.29	37.82 b	21.57 b	111.03	73.87	36.26	90.44
D ₅	Ö.D. ^y	2.10	3.09	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.
‘Bacon’ Çeşidi Muhafaza Süresi (ay)							
0	12.27 a	40.11	25.49 a	120.27 a	81.54 a	45.38 a	95.84 a
1	7.57 b	39.45	25.39 a	119.98 a	80.42 a	42.32 b	95.80 a
2	3.36 c	38.12	22.44 ab	106.00 b	76.64 ab	31.34 c	90.01 a
3	1.46 d	37.54	20.59 b	101.51 b	60.48 b	24.15 d	82.86 b
D ₅	0.85	Ö.D.	3.95	9.84	4.42	2.81	6.03
‘Fuerte’ Çeşidi Uygulamalar							
Kontrol	8.78	35.68	16.63	109.12 a	70.27 a	37.87 a	93.11
20 °C-30 dk.	9.19	34.46	16.04	103.86 b	63.62 b	35.10 b	91.39
40 °C-30 dk.	9.03	34.70	16.09	103.23 b	63.85 b	35.34 b	91.38
D ₅	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	4.52	4.02	2.06	Ö.D.
‘Fuerte’ Çeşidi Muhafaza Süresi (ay)							
0	19.80 a	39.56 a	20.52 a	109.98 a	78.04 a	43.30 a	100.35 a
1	11.75 b	37.81 a	19.30 a	110.61 a	77.91 a	42.63 b	96.68 b
2	2.52 c	31.52 b	13.50 b	100.36 b	60.13 b	32.98 b	86.39 c
3	1.92 d	30.90 b	11.70 b	100.66 b	47.57 c	25.51 c	84.41 d
D ₅	0.58	2.14	4.64	5.78	5.14	2.64	2.55

^xÇoklu karşılaştırmalar, Tukey testi ile yapılmıştır. Bir sütunda ayrı harflerin (n = 3) olması, P < 0.05’te anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir. ^yÖ.D.: Önemli değil.

Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde depolama süresi uzadıkça raf ömrü süresince ölçülen meyve kabuk rengi L* değeri başlangıca göre azalmıştır. Sıcak su uygulamalarında meyve kabuk rengi L* değeri kontrol meyvelerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Her iki çeşitte de meyve et rengi L* değeri başlangıca göre azalmıştır. 'Bacon' avokado çeşidi meyvelerinde meyve et rengi L* değeri üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde sıcak su uygulamalarında meyve et rengi L* değeri kontrol meyvelerinden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 3).

Her iki çeşitte de meyve kabuk rengi C* değeri üzerine muhafaza süresinin etkisi önemli bulunmuş, süre sonunda daha düşük değerler ölçülmüştür. 'Bacon' avokado çeşidi meyvelerinde sıcak su uygulamalarında meyve kabuk rengi C* değeri kontrol meyvelerinden daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$). 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde meyve kabuk rengi C* değeri üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde raf ömrü sırasında meyve kabuk rengi C* değeri başlangıca göre azalmıştır. 'Bacon' avokado çeşidinde sıcak su uygulamalarında meyve kabuk rengi C* değeri üzerine etkisi önemli bulunmuş, kontrol meyvelerinin daha yüksek meyve kabuk rengi C*

değerine sahip olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4). Her iki çeşitte de meyve et rengi C* değeri başlangıca göre azalışlar göstermiştir ($p<0.05$). 'Bacon' avokado çeşidi meyvelerinde meyve et rengi C* değeri üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde sıcak su uygulamalarında meyve et rengi C* değeri kontrol meyvelerinden daha düşük ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 3).

Her iki çeşitte de meyve kabuk rengi h° değeri başlangıca göre azalışlar göstermiştir ($p<0.05$). 'Bacon' avokado çeşidi meyvelerinde meyve kabuk rengi h° değeri üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde sıcak su uygulamalarında meyve kabuk rengi h° değeri kontrol meyvelerinden daha düşük bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 3). 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde raf ömründe meyve kabuk rengi h° değeri başlangıca göre azalmıştır. Sıcak su uygulamalarında meyve kabuk rengi h° değeri kontrol meyvelerinden daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Her iki çeşitte de meyve et rengi h° değeri başlangıca göre azalışlar göstermiştir, bu düşüş 'Fuerte' avokado çeşidinde önemli bulunmuştur. 'Bacon' ve 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde meyve et rengi h° değeri üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 4. Sıcak su uygulanan 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde raf ömrü sırasında meyve kabuğunda ve etinde fizyolojik (1–5) bozulma şiddeti, meyve kabuk ve et rengi L*, C* ve h° değerlerindeki değişimler

Raf Ömrü	Fungal Bozulma (%)	Fizyolojik Bozulma (1–5)		Meyve Kabuk Rengi		
		Meyve Kabuğu	Meyve Eti	L*	C*	h°
‘Fuerte’ Çeşidi Uygulamalar						
Kontrol	0.83 a ^x	2.62 ab	2.14 ab	34.50 b	15.13 b	82.11 b
20 °C-30 dk.	0.00 b	2.71 a	1.97 b	38.09 a	22.70 a	104.48 a
40 °C-30 dk.	0.00 b	2.44 b	2.27 a	38.42 a	22.89 a	103.03 a
D _{%5}	0.10	0.21	0.27	1.95	3.23	6.56
‘Fuerte’ Çeşidi Raf Ömrü Süresi (ay + gün)						
0+3	0.00 b	1.00 d	1.00 c	39.72 a	25.63 a	118.74 a
1+3	0.00 b	1.50 c	1.00c	36.42 b	20.35 b	99.46 b
2+3	0.00 b	3.01 b	2.08 b	37.10 b	19.96 c	86.32 c
3+3	1.11 a	4.64 a	4.43 a	34.77 b	15.02 d	81.62 c
D _{%5}	0.11	0.27	0.34	2.49	4.13	8.39

^xÇoklu karşılaştırmalar, Tukey testi ile yapılmıştır. Bir sütunda ayrı harflerin (n = 3) olması, P <0.05'te anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir.

Meyve kabuk rengi h° değeri 90°'den 0°'ye gittikçe meyve kabuk rengi sarıdan kırmızıya,

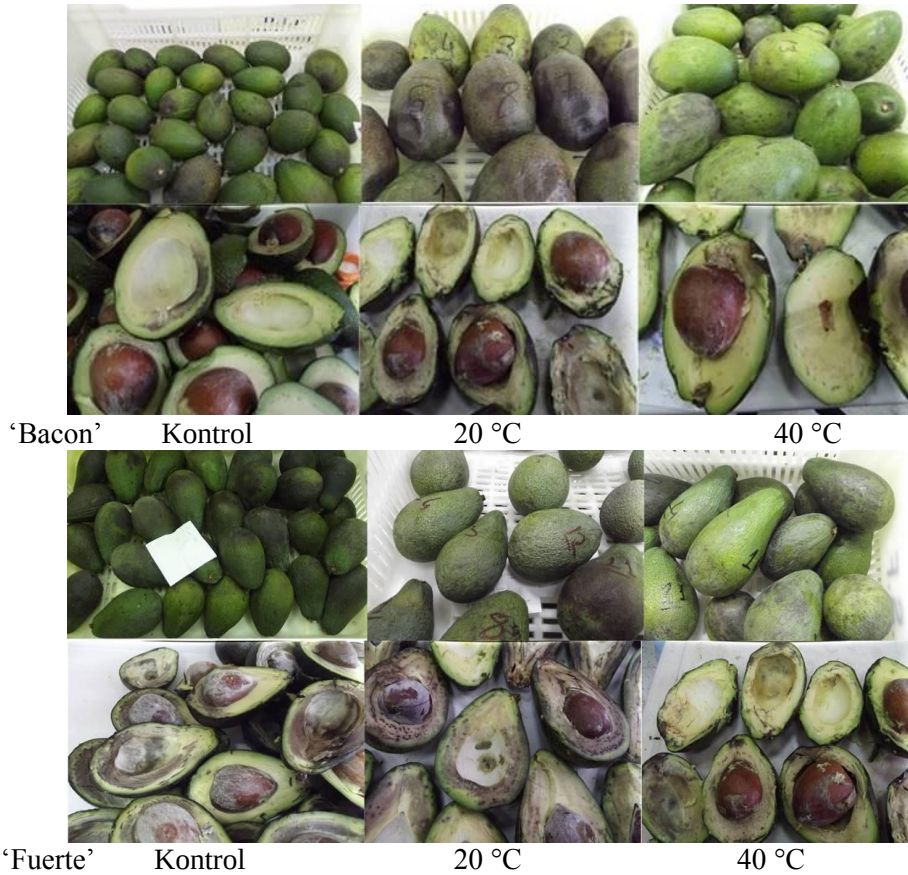
180°'den 90°'ye gittikçe yeşilden sarıya dönüşmektedir. Meyve kabuk rengi h° değerinin

a* ve b* değerlerinin açığı değeri olarak ifadesi olduğundan a* ve b* değerleri hakkındaki en iyi yorumu h° değerinin verebileceğı bildirilmiştir (Voss, 1992). Meyve kabuk rengi ağaçtan ağaca değışiklik gösterir (Hofman ve Jobin-Decor, 1999) ve üretildiğı ekolojiden (Vuthapanich ve ark., 1995), güneş ışığının verdiği zarardan (Woolf ve ark., 1999) etkilenir. 'Bacon' ve 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde kabuk rengi değışimi, 'Hass' avokado meyvelerindeki gibi tüketici açısından avokado meyvesinin olgunlaşmasının bariz göstergelerinden biri değildir. Cox ve ark. (2004), 'Hass' avokado meyvesi olgunlaştığında kabuk renginin parlak yeşilden koyu kahverengiye, mora veya siyaha döndüğünü ve buna bağılı olarak L*, C* ve h° değerlerinin azaldığını bildirmiştir. 'Bacon' ve 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde de 'Hass' avokado meyvelerinde olduğu gibi olmamakla birlikte benzer şekilde L*, C* ve h° değerleri azalmıştır. Bununla birlikte meyve kabuğunda yeşil rengin korunduğı söylenebilir. Yapılan araştırmalarda benzer şekilde L* ve b* değerlerinin azalıp, a* değerinin arttığı

dolayısıyla renk değışikliği olmakla birlikte ancak kısmen yeşil rengin korunduğı bildirilmiştir (Meir ve ark., 1998; Pesis ve ark., 2002; Feygenberg ve ark., 2004; Maftoonazad ve Ramaswamy, 2005; Forero, 2007). Avokado muhafazasında renk değerlerinin azaldığını değışik araştırmalarda bildirilmiştir (Maftoonazad ve Ramaswamy, 2008; Altan ve ark., 2017; Aydınlioğlu ve ark., 2022; 2023).

Sonuç

'Bacon' ve 'Fuerte' avokado çeşitlerinde görünüş puanları 3. ayda tüketici kabul edilebilirliğini kaybetmiştir. 'Bacon' avokado çeşidi meyvelerinde fungal bozulma muhafazanın son ayında görülmüş ve 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinde ise fungal bozulma görülmemiştir. Her iki çeşitte de meyve kabuğı ve meyve etinde fizyolojik bozulma şiddetinde artışlar olmuş ve meyve kabuğundaki fizyolojik bozulma şiddeti son ayda kabul edilebilir sınırın (<3) üzerine çıkmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Soğukta muhafazanın 2. ayında 'Bacon' ve 'Fuerte' avokado çeşitlerine ait meyvelerin kabuk ve meyve eti görünüşleri

Bacon' ve 'Fuerte' avokado çeşitlerinde MES muhafaza sonunda hızlı düşüş göstermekle birlikte, meyveler tüketici kabul edilebilirliğini ($>10\text{ N} = 1.02\text{ kg-k}$) kaybetmemiştir. $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 30 dk . sıcak su uygulaması yapılan 'Bacon' ve 'Fuerte' avokado çeşidi meyvelerinin 2 ay kaliteli olarak muhafaza edilebileceği saptanmıştır (Şekil 2). Farklı su sıcaklığı ve sürelerin araştırılması yararlı olacaktır.

Teşekkür

Araştırmacılar meyvelerin sağlandığı Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi (TAUM) Müdürlüğüne ve Prof. Dr. Celil TOPLU'ya çalışmanın yürütülmesinde sağladıkları katkı ve desteklerden dolayı teşekkür ederler. Çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (Proje No: 13182) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Altan, H., Alkan, S., Yılmaz, S., Özdemir, A.E., Toplu, C., Duman, C., Ünlü, M., 2017. Bazı uygulamaların Bacon avokado çeşidinin modifiye atmosferde muhafazasına etkileri. *Derim* 34(1): 11–22. <https://doi.org/10.16882/derim.2017.305244>.
- Aydınlioğlu, C., Özdemir, A.E., Ünlü, M., 2022. 'Zutano' Avokado Çeşidinin Muhafazasına 1-Methylcyclopropene Uygulaması ve Modifiye Atmosferde Paketlemenin Etkileri. V. International Agriculture Congress 06–09 December 2022 (Online) Proceedings Book 177–191.
- Aydınlioğlu, C., Özdemir, A.E., Ünlü, M., 2023. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) uygulaması ve modifiye atmosferde paketlemenin 'Fuerte' avokado çeşidinin muhafazasına etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 28(1) 136–152.
- Benitez, J., Sanchez, A., Bolanos, C., Bernal, L., Ochoa-Martinez, C., Velez, C., Sandoval, A., 2021. Physicochemical changes of avocado Hass during cold storage and accelerated ripening. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 19(2): 41–56. <https://doi.org/10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1490>.
- Berger, S., Luza, J., Peralta, L., 1982. Storage of Fuerte and Hass avocados. *Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. Trop. Reg.* 22: 30–39.

- Blakey, R.J., Bower, J.P., 2007. The feasibility of a hot water treatment for South African avocados (*Persea americana* [Mill.] cv 'Hass'). *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 30: 66–68.
- Cox, K.A., Mcghe, T.K., White, A., Woolf, A.B., 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology* 31: 287–294.
- Daiuto, É.R., Russo, V.C., Vietes, R.L., Fumes, J.G.F., Vileigasi D.F., Smith, R.E., 2013. Stability of a product prepared with 'Fuerte' avocados exposed to gamma and UV-C radiation. *Journal of Food Processing and Preservation* 1–7.
- Demirkol, A., Pekmezci, M., 1997a. Antalya koşullarında üretilen Bacon avokado çeşidinin soğukta, modifiye atmosferde ve kontrollü atmosferde muhafazası üzerine araştırmalar. *Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, Yalova, 135–144.
- Demirkol, A., Pekmezci, M., 1997b. Antalya koşullarında üretilen Bacon avokado çeşidinin soğukta, modifiye atmosferde ve kontrollü atmosferde muhafazası üzerine araştırmalar. *Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, 21-24 Ekim, Yalova, 135–144.
- Demirkol, A., Pekmezci, M., 1999. Antalya koşullarında üretilen Fuerte avokado çeşidinin soğukta ve modifiye atmosferde (MA) muhafazası üzerinde bir araştırma. *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, Ankara, 132–135.
- Doğan, A., Kurubaş, M.S., Erkan, M., 2017. Farklı dozlarda 1-Metilsiklopropan (1-MCP) uygulamalarının 'Hass' avokado çeşidinin depolanması üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences* 30(2): 71–78.
- Donkin, D.J., 1995. Some aspects of cold storage of 'Fuerte' avocados (*Persea americana* mill.) grown in the Natal Midlands. The degree of Master of Science in Agriculture in the Department of Horticultural Science University of Natal Pietermaritzburg South Africa, pp. 115.
- Dorria, M.A., Fayek, M.A., Abd El-M., Abu-Aziz, B., Aml, R.Y., 2007. Postharvest storage of Hass and Fuerte avocados under modified atmosphere conditions. *Journal*

- of Applied Science Research 3(4): 267–274.
- Fallik, E., 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest Biology and Technology* (32)2: 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.10.005>.
- FAO, 2025. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Crops and livestock products. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Access date: 30 April 2025).
- Ferguson, I.B., Ben-Yehoshua, S., Mitcham, E.J., McDonald, R.E., Lurie, S., 2000. Postharvest heat treatments: introduction and workshop summary. *Postharvest Biology and Technology* 21(1): 1–6. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00160-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00160-5).
- Feygenberg, O., HersHKovitz, V., Ben-Arie, R., Jacob, S., Pesis, E., Nikitenko, T., 2004. Postharvest use of organic coating for maintaining bio-organic avocado and mango quality. *Proc. 5th Int. Postharvest Symp.* (Eds. F. Mencarelli and P. Tonutti), *Acta Horticulturae* 682: 1057–1061.
- Flitsanov, U., Mizrach, A., Liberzon, A., Akerman, M., Zauberman, G., 2000. Measurement of avocado softening at various temperatures using ultrasound. *Postharvest Biology and Technology* 20: 279–286.
- Forero, M.P., 2007. Storage Life enhancement of avocado fruits. Master Thesis, McGill University, Canada.
- Hofman, P., Jobin-Decor, M., 1999. Effect of fruit sampling and handling procedures on the percentage dry matter, fruit mass, ripening and skin colour of 'Hass' avocado. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 74: 277–282.
- Hofman, P.J., Stubbings, B.A., Adkins, M., Geraldine, F., Meiburg, F., Woolf, A.B., 2002. Hot water treatments improve 'Hass' avocado fruit quality after cold disinfestation. *Postharvest Biology and Technology* 24(2): 183–192. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00131-4](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00131-4).
- Huysamer, M., Mare, L., 2003. The Effect of Relative Humidity and Ethylene Scrubbing on Fuerte and Hass Avocado Fruit Quality. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 26(96): 98–105.
- Jeong, J., Huber, D.J., Sargent, S.A., 2002. Influence of 1-MCP on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 25(3): 241–364. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00184-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00184-3).
- Jeong, J., Huber, D., 2004. Suppression of avocado (*Persea americana* Mill) fruit softening and changes in cell wall matrix polysaccharides and enzyme activities: Different responses to I-MCP and delayed ethylene application. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 129: 752–759.
- Kader, A.A., Arpaia, M.L., 1999. Avocado: Recommendations for maintaining postharvest quality. *Postharvest technology research and information center*. https://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=8&ds=798 (Access date: 24 June 2024).
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H.S., 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *LWT - Food Science and Technology* 38(6): 617–624.
- Maftoonazad, N., Ramaswamy, H., 2008. Effect of pectin-based coating on the kinetics of quality change associated with stored avocados. *Journal of food processing and preservation*, 32: 621–643.
- Meir, S., Naiman, D., Hyman, J.Y., Akerman, M., Zauberman, G., Fuchs, Y., 1998. Modified atmosphere packaging enables prolonged of 'Fuerte' avocado fruit. *Acta Horticulturae* 464: 397–404. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.464.61>.
- Özdemir, A.E., Çandır, E.E., Toplu, C., Kaplankıran, M., Demirkese, T.H., Yıldız, E., 2009. The effects of physical and chemical changes on the optimum harvest maturity in some avocado cultivars. *Afr. J. Biotechnol.* 8(9): 1878–1886.
- Özdemir, A.E., Çandır, E.E., Toplu, C., Kaplankıran, M., Demirkese, T.H., Yıldız, E., 2010. Hatay Dörtüyl

- koşullarında yetiştirilen Fuerte ve Zutano avokado çeşitlerinin soğukta muhafaza performansı. *Alatarım* 9(1): 1–7.
- Pesis, E., Ackerman, M., Ben-Arie, R., Feygenberg, O., Feng, X., Apelbaum, A., Goren, R., Prusky, D., 2002. Ethylene Involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 24: 171–181.
- Ramatal, G.A., Akingbala, J.O., Baccus-Taylor, G.S.H., 2007. Laboratory preparation and evaluation of Pollock variety avocado (*Persea americana* Mill). *J. Sci. Food Agric. Lond.* 87: 2068–2074.
- Sadler, G.O., 1994. Titratable Acidity. In: Nielsen, S. S. (Ed.), *Introduction to the Chemical Analysis of Foods*, Jones and Bartlett Publishers, Borton, USA, 81–91.
- Saltveit, M.E., Morris, L.L., 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. *Chilling injury of horticultural crops*. 1: 3–15.
- Sanxter, S.S., Nishijima, K.A., Chan, H.T., 1994. Heat-treating 'Sharwil' avocado for cold tolerance in quarantine cold treatments. *HortScience* 29(10): 1166–1168.
- Sierra, N.M., Londono, A., Gomez, J.M., Herrera, A.O., Castellanos, D.A., 2019. Evaluation and modelling of changes in shelf life, firmness and colour of 'Hass' avocado depending on storage temperature. *Food Sci Technol Int.* 25: 370–384.
- TÜİK, 2025. Türkiye İstatistik Kurumu [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&l](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr)ocale=tr (Erişim tarihi: 30 Nisan 2025).
- Vazquez-Lopez, Y., Iribre-Salazar, R., Carrasco-Escalante, M., Gaxiola-Camacho, S., Caro-Corrales, J., 2022. Quality variables of 'Hass' avocado stored in modified atmosphere packaging. *Agrociencia* 1–12. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i4.2460>.
- Voss, H.D., 1992. Relating colorimeter measurement of plant color to the royal horticultural society colour chart. *HortScience* 27(12): 129–145.
- Vuthapanich, S., Whiley, A.W., Klieber A., Simons, D.H., Hofman, P.J., 1995. Effects of production location in south-east Queensland on postharvest quality of 'Hass' avocado fruit. *Proceedings of The World Avocado Congress III*, p: 320.
- Weller, P.L., Wolstenholme, B.N., Savage, M.J., 1998. Post-Harvest vapor heat treatment of Hass and Fuerte avocado for the 1997 Season. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 21: 88–92.
- Woolf, A.B., 1997. Reduction of chilling injury in stored 'Hass' avocado fruit by 38 °C water treatments. *HortScience* 32(7): 1247–1251.
- Woolf, A.B., Bowen, J.H., Ferguson, I.B., 1999. Preharvest exposure to the sun influences postharvest responses of 'Hass' avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology* 15: 143–153.
- Zauberman, G., Jobin-Decor, M.P., 1995. Avocado (*Persea americana* Mill.) quality changes in response to low-temperature storage. *Postharvest Biology and Technology* 5: 235–243.

Hasat Olgunluğu ve Kükürtleme Koşullarının Kuru Kayısı Meyvelerinde Kükürt Dioksit Kalıntı Miktarına Etkilerinin Belirlenmesi

Fatih ŞEN¹ 
Bilge TÜRK² 

Oğuz AŞÇIOĞUL² 
Uygun AKSOY¹ 

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

²Ege İhracatçı Birlikleri, Alsancak, İzmir, Türkiye

Öz

Yaş kayısı meyvelerinin kükürt dioksit (SO₂) fümigasyonu sonrası absorbe ettiği SO₂ miktarı birçok faktöre bağlı olarak değişmekte, buna bağlı olarak da kuru kayısı meyvelerinin SO₂ miktarında önemli farklılıklar gözlemlenmektedir. Bu çalışmada farklı olgunluk aşamaları ve kükürtleme koşullarının kuru kayısı meyvelerinin SO₂ miktarlarına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Malatya ilinde ticari üretim yapılan bir bahçeden hasat edilen ‘Hacıhaliloğlu’ ve ‘Kabaası’ kayısı çeşitlerinin meyvelerinin bir kısmı sertliği ve rengine göre sert, tam ve ileri (aşırı) olum olmak üzere 3 farklı olgunluk sınıfına ayrılarak kerevetlere yerleştirilmiştir. ‘Hacıhaliloğlu’ kayısı meyveleri kasalara konarak kükürt yakılan yere yakın, paletin en üstüne ve orta kısmına olmak üzere üç farklı noktaya yerleştirilmiştir. Ayrıca bu çeşide ait meyveler kasalara yerleştirilerek SO₂ ile fümige edildikten sonra kasanın üst, orta ve alt-yan (delikli kasa) kısımları olmak üzere üç farklı kısmı ayrı ayrı kurutulmuştur. Kükürtleme işleminden sonra kayısı meyveleri kerevet veya polipropilen örtü üzerine serilerek kurutulmuş, çekirdeği çıkarılarak şekil verildikten sonra kurutmaya devam edilmiştir. Kuru kayısı meyvelerinde saptanan SO₂ miktarı sert olumda hasat edilenlerde en yüksek, ileri olumda hasat edilenlerde ise en düşük bulunmuştur. Kuru kayısı meyvelerinin SO₂ miktarı; kasanın üstünde ve alt-yanında kasa ortasına, kükürt yakılan ocağa yakın kasalarda ise paletin ortasındaki kasalara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak kuru kayısı meyvelerinde SO₂ miktarının homojen olması için kayısıların kükürtlenmesinde meyvelerin benzer olgunlukta olması, kerevet kullanımı, kükürdün dışarda yakılarak içeri veren sistemlerin kullanımının büyük önem taşıdığı ifade edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Gıda güvenliği, kuru ürün, kükürtleme, *Prunus armeniaca* L.

Determination of the Effects of Harvest Maturity and Sulfurization Conditions on the Sulfur Dioxide Residue Amount in Dried Apricot Fruits

Abstract

The amount of sulfur dioxide (SO₂) absorbed by fresh apricot fruit after SO₂ fumigation varies depending on many factors, and accordingly, significant differences may be observed in the SO₂ amount of dried apricot fruits. The aim of this study was to determine the effects of different maturity stages and sulphurization conditions on the SO₂ content of dried apricot fruits. Some of the ‘Hacıhaliloğlu’ and ‘Kabaası’ apricot varieties fruits harvested from a commercially produced orchard in Malatya province were placed on wooden crates, separated into 3 different maturity classes as hard, full and advanced (over-maturity) according to their hardness and color. ‘Hacıhaliloğlu’ apricot fruits were placed in crates and placed at three different points as close to the sulfur burning place, at the top and in the middle of the pallet. In addition, fruits of this variety were placed in crates and fumigated with SO₂, they were dried separately in three different parts, namely the top, middle and bottom-side (perforated crate) parts of the crate. After the sulphurization process, the apricot fruits were dried by laying on a plank or polypropylene cover, the seeds were removed and shaped, and then the drying was continued. The SO₂ amount detected in dried apricot fruits was found to be the highest in those harvested at a hard maturity and the lowest in those harvested at an advanced maturity. It was determined that the SO₂ content of dried apricot fruits was higher at the top and bottom side of the crate than in the middle of the crate and in crates closer to the sulfur-burning stove than in the crates in the middle of the pallet. As a result, it can be stated that in order to have a homogeneous SO₂ content in dried apricot fruits, the fruits should be of similar maturity, the use of crayfish and the use of systems that burn the sulfur outside and release it inside are of great importance in the sulphurization of apricots.

Keywords: Food safety, dry product, sulfurization, *Prunus armeniaca* L.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: F. Şen; : fatih.sen@ege.edu.tr

Makalenin Türü/Category: Araştırma/Research

Fatih ŞEN  <http://orcid.org/0000-0001-7286-2863>

Bilge TÜRK  <https://orcid.org/0000-0002-3859-4874>

Oğuz AŞÇIOĞUL  <https://orcid.org/0009-0002-3967-5753>

Uygun AKSOY  <https://orcid.org/0000-0001-8562-7918>

Giriş

Ülkemizde ve dünyada üretilen yaş kayısıların büyük bölümü sofralık olarak tüketilmektedir. Yaş meyvesinin uzun süre depolanamaması ve oda sıcaklığında çabuk bozulması nedeniyle kurutma işlemi kayısıda uzun yıllardır uygulanmakta olan ekonomik öneme sahip bir değerlendirme şeklidir. Gıdaların kurutulularak dayandırılmaları yöntemi, insanın doğadan öğrendiği ve bu yüzden ilk çağlardan beri uygulanmakta olan en eski muhafaza yöntemidir (Cemeroğlu ve Özkan, 2004; Şen ve Mısırlı, 2009).

Kurutma sırasında rengi en çok değişikliğe uğrayan meyvelerden biri olan kayısı meyvesinin kararırma şeklinde ortaya çıkan bu renk değişikliğini önleyerek kayısının doğal sarı rengini muhafaza etmek, depolama sırasında böcek ve mikroorganizmaların neden olacağı zararın önüne geçmek, normal koşullarda daha uzun süre depolamak ve pazarlayabilmek amacıyla yaş kayısı meyveleri kükürtleme işleminden geçirilerek kurutulmaktadır (Asma, 2000; Sen ve ark., 2009; Sen ve ark., 2015).

Kükürt dioksitin (SO_2) bir taraftan hücredeki bazı enzimleri, özellikle oksidasyon enzimlerini inaktif hale getirirken, diğer taraftan özellikle enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını da engellediği belirtilmektedir (Karaçalı, 2002; Cemeroğlu ve Özkan, 2004). SO_2 gazı ayrıca daha önce oluşmuş esmer rengin açılıp düzeltilmesini de sağlamaktadır. SO_2 , kurutulmuş meyvelerde özellikle küf ve maya gelişimi ile birlikte böceklenmeyi de önlemektedir (Ünlütürk ve Turantaş, 2002; Jay ve ark., 2008). Kayısının absorbe ettiği SO_2 miktarı çeşit, olgunluk aşaması, kükürtleme süresi, kullanılan kükürdün miktarı ve kükürtlemede meyvenin durumu (bütün, çekirdeği çıkarılmış veya ikiye ayrılmış) gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Karaçalı, 2002; Asma, 2011). Bu nedenlerden dolayı kurutulan kayısı meyvelerinden elde edilen her bir kuru kayısı partisinde yapılan SO_2 analizlerinde tek tek meyvelerin SO_2 kalıntı düzeylerinde büyük varyasyon görülmekte ve analizlerde farklı sonuçlar elde edilmektedir.

İhraç edilen bir kuru kayısı partisinde yapılan analizlerde AB için maksimum SO_2 miktarı 2000 ppm'in altında tespit edilirken, aynı partide ihraç edildiği ülkede bu limit değerinin üstünde

çıkabilmekte ve geri gönderilebilmektedir (Codex Alimentarius, 1989). Bu durum hem maddi kayıplara hem de ülkenin coğrafi işaret almış bir ürününün güvenilirliğini sorgulanır hale getirmektedir. Analizler arasındaki bu farklılıkların azaltılmasında örnekleme planının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Avrupa Birliği'nde ve ülkemizde gıda katkı maddelerine yönelik örnekleme planı bulunmamaktadır. Benzer şekilde varyasyonun yüksek olduğu kuru kayısı partilerinde, partiyi temsil edecek biçimde SO_2 miktarının saptanmasına özgü bir örnekleme planı bulunmamaktadır. İhraç edilen kuru kayısı partilerinde SO_2 analizine yönelik oluşturulacak bir örnekleme planının yaşanan bu sorunları azaltacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada; farklı olgunluk aşamaları ve kükürtleme koşullarının kuru kayısı ('Hacıhaliloğlu' ve 'Kabaası') meyvelerinde SO_2 miktarlarına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışmada, Malatya ilinde ticari üretim yapan bir bahçeden hasat edilen 'Hacıhaliloğlu' ve 'Kabaası' kurutmalık kayısı (*Prunus armeniaca* L.) çeşitlerine ait meyveler kullanılmıştır. Hasat işlemi, tüm meyveler bir kerede silkelenerek ağaç altına serilen bez örtünün üstüne düşürülerek yapılmıştır. Hasat edilen meyveler 10-12 kg ürün alabilen 528x368x201 (h) mm ebatlarındaki plastik kasalara konarak Malatya ili Yeşilyurt ilçesinde bulunan Vesta firmasına ait kayısı kükürtleme, kurutma, işleme ve depolama tesisine (38°20'26.30"N, 38°10'58.95"E, yükseklik 946 m) getirilmiştir.

Kükürtleme

Kuru kayısı meyvelerindeki SO_2 miktarına hasat olgunluğu ve kükürtleme koşullarının etkinliğinin belirlenmesi için üç farklı uygulama yapılmıştır.

D) Olgunluk farkının kuru kayısı meyvelerindeki SO_2 miktarına etkisinin belirlenmesi için 'Hacıhaliloğlu' ve 'Kabaası' çeşitlerine ait kayısı meyveleri sertliği ve rengine göre sert, tam ve ileri (aşırı) olum olmak üzere 3 farklı gruba ayrılarak kerevetlere yerleştirilmiş, aynı doz, süre ve koşullarda kükürt dioksit ile fümige edilerek kurutulmuştur.

II) Kasalardaki bulunma yerine göre kuru kayısı meyvelerindeki SO₂ miktarına etkisinin belirlenmesi için ‘Hacıhaliloğlu’ kayısı meyvesi 10-12 kg ürün alabilen plastik kasalar ile aynı doz, süre ve koşullarda kükürt dioksit ile fümige edilmiş, kasanın üst, orta ve alt-yan (delikli kasa) kısımları olmak üzere üç farklı kısım ayrı ayrı kurutulmuştur. Ticari olarak kükürtleme yaygın şekilde kasalar kullanılarak yapılmaktadır.

III) Kükürtleme odasında kasaların ocağa göre bulunduğu yerin kuru kayısı meyvelerindeki SO₂ miktarına etkisinin belirlenmesi için kükürtleme odasında (islîm); a) Kükürt ocağına çok yakın, b) Paletin en üstüne, c) Paletin orta kısmına olmak üzere üç farklı noktaya ‘Hacıhaliloğlu’ kayısı meyvesi ile dolu kasalar yerleştirilerek aynı doz ve süre SO₂ ile fümige edilmiş, her biri ayrı ayrı kurutulmuştur.

Kükürtleme işlemi, ticari uygulamada olduğu gibi 2 kg/ton yaş kayısı olacak şekilde 2 defa yakılarak yapılmıştır. İslîm odasına konan ürün miktarına göre verilecek kükürt, sabah ve akşam olmak üzere iki defada tüp alevi ile doğrudan yakılmıştır. Bir gün süresince kükürt uygulanan kayısı meyveleri islîm odasından sergi yerlerine götürülmüştür.

Kurutma

Tüm çalışmalarda kükürtleme işleminden sonra kayısı meyveleri kerevet veya polipropilen örtü üzerine serilerek kurutulmuştur. Sergi yerinde 3 gün bekleyen kayısı meyvelerinin çekirdeği çıkarılarak şekil verilmiş (patikleme), sonra tekrar sergi yerlerinde kurutmaya devam edilmiştir.

Yukarıda belirtilen farklı uygulamalardaki kayısı meyveleri güneşte kurutulduktan sonra her uygulamaya ait kuru kayısı meyveleri ayrı ayrı nem geçirmeyen PVC ambalajlara konularak Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne getirilmiştir.

Analiz

Kuru kayısı meyvelerinde kükürt dioksit miktarının belirlenmesi her parti örneğin %80’ni (400 g) kıyma makinesinden çekilmiş, bu ezmeden tesadüfen alınan üç örnekte analiz yapılmıştır. Aynı partinin geri kalan %20’sindeki (100 g) meyvelerden tesadüfen seçilen üç tanesinde teksele SO₂ analizi yapılmıştır.

Kükürt Dioksit Miktarı

Kuru kayısı meyvelerinde SO₂ miktarı tayini Monier-Williams metodu (Reith ve Williams, 1958) modifiye edilerek yapılmıştır. Her bir örnekteki kuru kayısı meyveleri kıyma makinesinden geçirildikten sonra bu partiyi temsil edecek şekilde tesadüfen 12.5 g örnek veya tek bir kayısı meyvesi tartılarak doğranıp distilasyon tüpüne yerleştirilmiş, üzerine 90 ml fosforik asit çözeltisi (%10’luk) eklenerek yerine takılmıştır. Toplama mezürüne hazırlanmış olan bromfenol çözeltisinden (10 ml %30’luk peroksit çözeltisi + 4 ml bromfenol mavisu + 240 ml saf su) 12.5 ml ilave edilerek yerine yerleştirilmiştir. Distilasyon cihazı (K-355, Büchi, İsviçre) çalıştırılarak distilasyon işlemi başlatılmış, 7 dakika distilasyon süresi tamamlandıktan sonra toplama mezürü yerinden alınarak bir behere aktarılmış, 0,1 N NaOH ile sarı renk almış bromfenol çözeltisi mavi-mor renk alıncaya kadar titre edilerek sarfiyat belirlenmiştir. Kuru kayısı meyvelerindeki kükürt dioksit miktarı (SO₂ ppm) = (Sarfiyat, ml) x 0.1 x 32000 / (Örnek miktarı, g) formülü ile hesaplanmış, sonuçlar mg/kg (ppm) olarak verilmiştir.

İstatistiksel Analizler

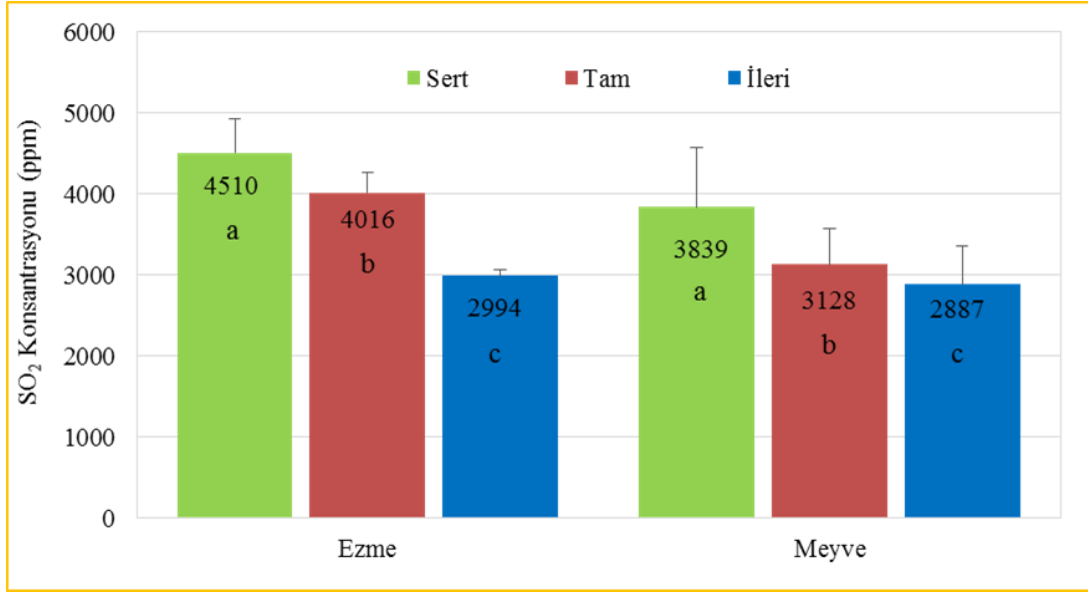
Denemeler tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Denemeden elde edilen veriler IBM® SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, ABD) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle ($P \leq 0.05$) belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

‘Hacıhaliloğlu’ kayısı meyvelerinin olgunluklarının kuru kayısılarda ezme ve meyvelerde teksele olarak saptanan SO₂ miktarlarına etkileri istatistiksel anlamda önemli ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. Kuru kayısı meyvelerindeki SO₂ miktarına farklı olgunluk aşamalarının hasat edilen ‘Hacıhaliloğlu’ kayısı çeşidine ait kuru kayısı meyvelerinde ezme olarak yapılan analizlerde saptanan SO₂ miktarı, sert olumda hasat edilenlerde 4510 ppm ile en yüksek, ileri olumda hasat edilenlerde ise 2994 ppm ile en düşük olarak saptanmış, tam olumda hasat edilenler (4016 ppm) bu ikisi arasında yer almıştır. Bu çeşide ait meyvelerde teksele olarak kuru kayısı meyvelerinde yapılan SO₂ analizlerde sert olumda hasat edilenlerin SO₂ miktarı (3839

ppm), tam (3128 ppm) ve ileri (2887 ppm) olumda hasat edilenlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tam ve ileri olumda hasat

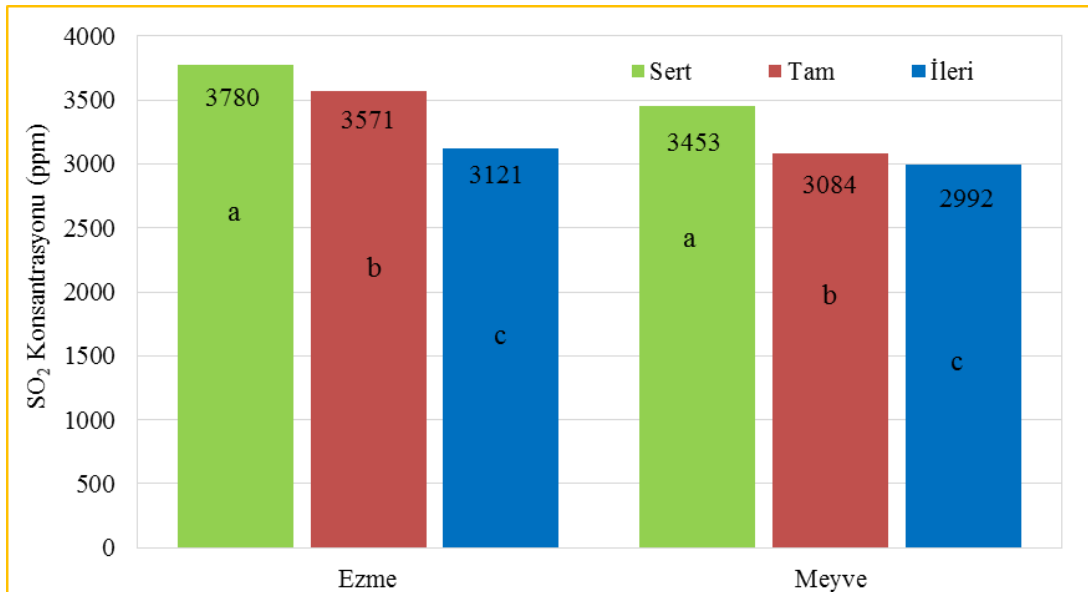
edilenlerin SO₂ miktarı birbirine benzerlik göstermiştir (Şekil 1).



Şekil 1. 'Hacıhaliloğlu' kayısı meyvelerinin olgunluklarının kuru kayısılarda ezme ve meyvelerde teksele olarak saptanan SO₂ miktarlarına etkileri

Farklı olgunluk aşamalarının kuru 'Kabaası' kayısı meyvelerinde ezme ve meyvelerde teksele olarak saptanan SO₂ miktarlarına etkileri önemli ($P \leq 0.01$) farklılıklar göstermiştir. 'Kabaası' çeşidine ait kuru kayısı meyvelerinde ezme olarak yapılan analizlerde saptanan SO₂ miktarı sert olumda hasat edilenlerde 3780 ppm ile en yüksek, ileri olumda hasat edilenlerde ise 3121 ppm ile en düşük olarak saptanmış, tam olumda

hasat edilenler (3571 ppm) bu ikisi arasında yer almıştır. Bu çeşide ait meyvelerde teksele olarak kuru kayısı meyvelerinde yapılan SO₂ analizlerde sert olumda hasat edilenlerin SO₂ miktarı 3453 ppm ile tam ve ileri olumda hasat edilenlerden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tam ve ileri olumda hasat edilenlerin SO₂ miktarı birbirine benzerlik göstermiş sırasıyla 3084 ppm ve 2992 ppm olarak saptanmıştır (Şekil 2).

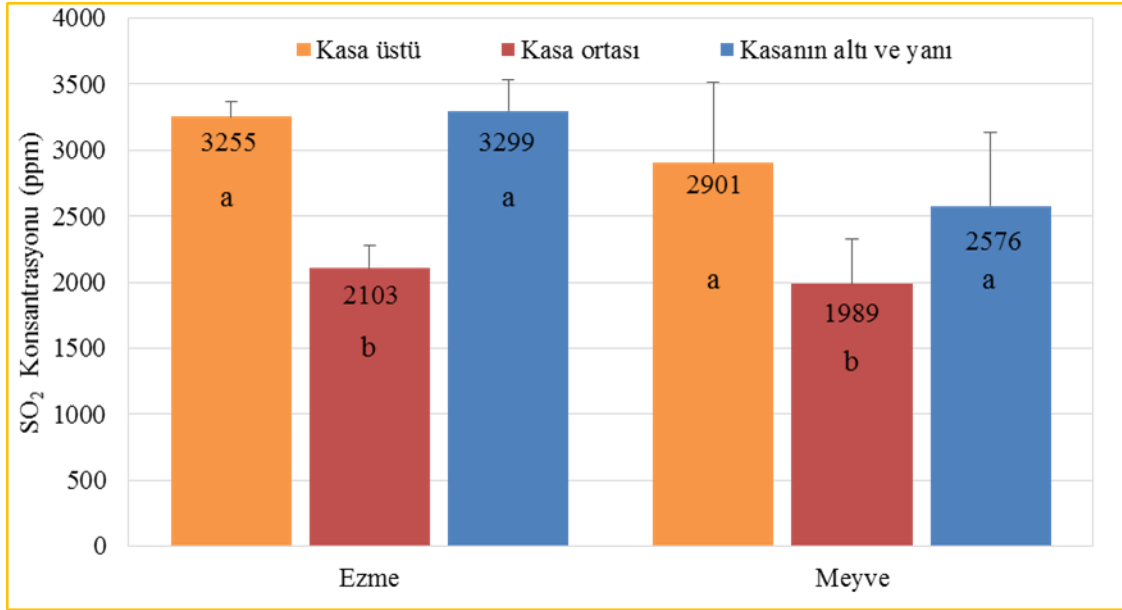


Şekil 2. 'Kabaası' kayısı meyvelerinin olgunluklarının kuru kayısılarda ezme ve meyvelerde teksele olarak saptanan SO₂ miktarlarına etkileri

'Hacıhaliloğlu' ve 'Kabaası' kayısı çeşitlerine ait kuru kayısı meyvelerinde ezme olarak yapılan analizlerde saptanan SO₂ miktarı sert olumda hasat edilenlerde en yüksek, ileri olumda hasat edilenlerde ise en düşük bulunması, ham olan meyvelerinin daha fazla SO₂ absorbe etmesiyle açıklanabilir. Nitekim daha önceki yapılan çalışmalarda da ham olarak hasat edilen kayısı meyvelerinin daha fazla SO₂ miktarı içerdiği belirlenmiştir (Asma, 2000). Çünkü ham kayısıların dokularında bozulmanın daha az olması SO₂ absorbe kapasitesini arttırmaktadır (Karaçalı, 2002; Cemeroğlu ve Özkan, 2004). Bu da kuru kayısı meyvelerinin SO₂ miktarının hasat zamanında olgunluğu ilerledikçe azaldığını ileri olgun hasat edilip kurutulanlarda SO₂ miktarının daha düşük olduğunu göstermektedir. Kayısı meyvelerinde hasat tümünden hasat şeklinde yapılmakta, bir ağaçtaki tüm meyveler aynı anda hasat edildiğinden ağaç üzerindeki meyvelerin çoğu uygun hasat zamanına gelmiş olsa bile bir kısım daha sert olgun ve ileri olgunlukta olması beklenen bir gelişmedir (Asma, 2000; Şen ve Mısırlı, 2009). Meyvelerin olgunluklarına göre

ayrılması SO₂ miktarı bakımından bir örnek kuru kayısı eldesi için önemlidir.

Meyvelerin kükürtleme sırasında kasadaki bulunma yerlerinin kuru kayısısındaki SO₂ miktarına etkisi önemli ($P \leq 0.01$) bulunmuştur. Kükürtleme sırasında kasanın üstünde ve altı-yanında bulunan meyvelerde kurutma sonrası saptanan SO₂ miktarı, kasa ortasındaki meyvelere göre daha yüksek bulunmuştur. Ezme yapılarak saptanan SO₂ miktarı kasanın üstünde ve altı-yanındaki meyvelerde sırasıyla 3255 ppm ve 3299 ppm olarak saptanırken orta kısmında 2103 ppm olarak saptanmıştır. Benzer şekilde teksele meyve olarak yapılan analizlerde de kasanın üstünde ve altı-yanındaki meyvelerde SO₂ miktarı sırasıyla 2901 ppm ve 2576 ppm olarak belirlenirken orta kısmında 1989 olarak belirlenmiştir. Ezme olarak yapılan analizlerde kasanın üstünde ve altı-yanındaki meyvelerde saptanan SO₂ miktarı, orta kısma göre ortalama %56 daha yüksek bulunmuş diğer ifade ile ortalama 1174 ppm daha yüksek olduğu saptanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. 'Hacıhaliloğlu' kayısı meyvelerinin kükürtleme sırasında kasadaki bulundukları yerin kuru kayısılarında ezme ve meyvelerde teksele olarak saptanan SO₂ miktarlarına etkileri

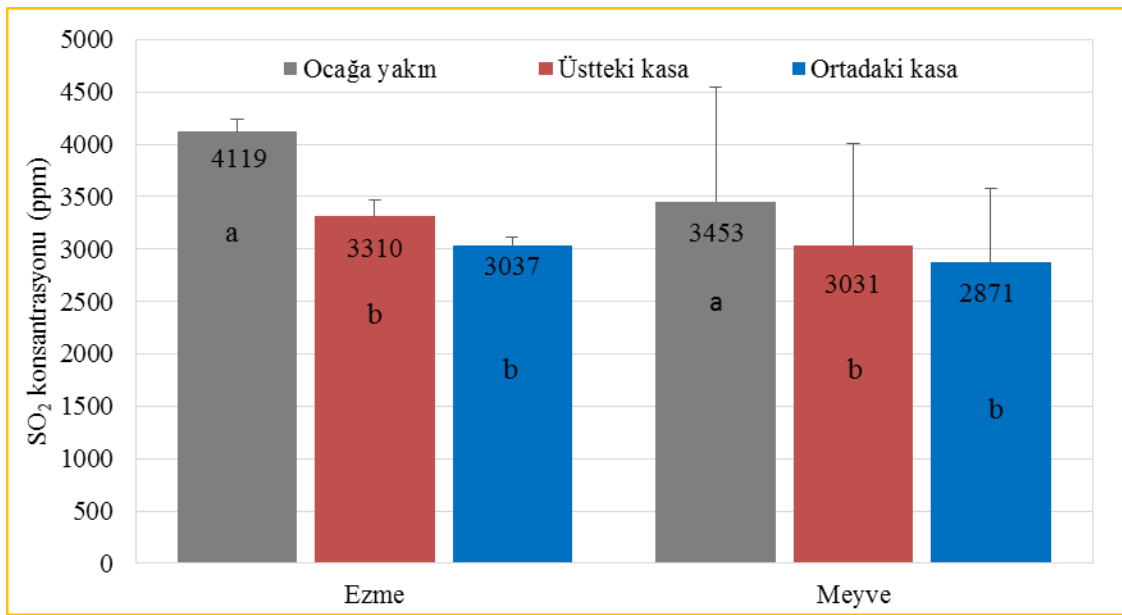
Meyvelerin 'Hacıhaliloğlu' kayısı çeşidinde kükürtleme sırasında kasadaki bulunma yerlerinin kuru kayısısındaki SO₂ miktarını etkilemesinde, kasanın üstünde ve altı-yanında bulunan meyvelerin daha fazla SO₂ ile temas etmesinden kaynaklanmaktadır. Çünkü ortamdaki yüksek SO₂ konsantrasyonundan en

fazla üstteki kayısı meyveleri ile kasaların altı-yanında açıklık olmasından dolayı bu kısımdaki meyveler etkilendiğinden orta kısımdaki meyvelere göre daha fazla SO₂ absorbe etmektedirler. Nitekim kasanın üstünde ve altı-yanındaki meyvelerde saptanan SO₂ miktarı, orta kısma göre ortalama %56 daha yüksek

bulunmuştur. Bu nedenle bölgede kasa ile yapılan kükürtleme işleminde iki kez kükürt yakılması orta kısımdaki kayısı meyvelerin yeterli miktarda kükürt absorbe etmesi ile ilgilidir (Asma 2000; Şen ve Mısırlı, 2009). Bundan ileri gelen kuru kayısı meyvelerindeki SO₂ miktarı farklılıklarının engellenmesi için SO₂ fümigasyonunda kerevet kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Çünkü kerevette ürün tek sıra halinde dizildiği için tüm ürün benzer şekilde SO₂ ile fümige edilmektedir.

Kükürtlemenin yapıldığı islim odalarında ocağa yakınlığın kuru kayısıdaki SO₂ miktarına etkisi

önemli bulunmuştur. Kuru kayısı meyvelerinde ezme olarak yapılan analizlerde saptanan SO₂ miktarı ocağa yakın olan kasalarda 4119 ppm ile en yüksek, paletin ortasındaki kasalarda ise 3037 ppm ile en düşük olarak saptanmış, paletin üstündeki kasalarda (3310 ppm) bu ikisi arasında yer almıştır. Meyvelerde tekse olarak kuru kayısı meyvelerinde yapılan SO₂ analizlerde ocağa yakın olan kasalarda SO₂ miktarı (3453 ppm), paletin üstündeki (3031 ppm) ve ortasındaki (2871 ppm) kasalara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Paletin üstündeki ve ortasındaki kasalardaki kuru kayısıların SO₂ miktarı istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir.



Şekil 4. ‘Hacıhaliloğlu’ kayısı meyvelerinin kükürt yakılan ocağa yakınlıklarının kuru kayısılarda ezme ve meyvelerde tekse olarak saptanan SO₂ miktarlarına etkileri

Kükürt yakılan ocağa yakın olan kayısı meyvelerindeki SO₂ miktarı, paletin ortasında bulunan kasalardakilere göre daha yüksek olması, ocağa yakın olan meyvelerin daha yüksek konsantrasyonda SO₂’ye maruz kalmasıyla açıklanabilir. Çünkü kuru kayısı meyvelerindeki SO₂ miktarı, uygulanan SO₂ miktarı ile doğru orantılı olup, ortamdaki SO₂ konsantrasyonun artması meyvenin absorbe ettiği miktarı arttırmaktadır. Bunun etkisinin azaltılması için ürünün kükürt yakılan ocağa çok yakın olmaması gerekmektedir. Bu etkinin tam olarak ortadan kaldırılabilmesi için modern kükürtleme yöntemlere ihtiyaç vardır (Coşkun, 2010). Kükürdün dışarda yakılarak islim odasına verildiği sistemlerde kükürt ocağının kuru kayısıdaki SO₂ miktarına etkisi bulunmamaktadır.

Sonuç

Kayısı meyvelerine kükürtleme öncesi boylama yapılması, meyvelerin olgunluğuna göre ayrılmasında yardımcı olacağından ‘Hacıhaliloğlu’ ve ‘Kabaası’ kayısı meyvelerinin SO₂ miktarının homojen olmasına fayda sağlamaktadır. Bu nedenle meyvelerin olgunluğuna göre ayrılmasına yardımcı olan boylamanın, SO₂ fümigasyonu öncesi yapılması önerilmektedir. ‘Hacıhaliloğlu’ kayısı meyvelerinin SO₂ fümigasyonunda kerevet kullanımını teşvik edilmeli, plastik kasa kullanılması durumunda kasaların tam değil daha az doldurulması yararlı olacaktır. ‘Hacıhaliloğlu’ kayısı meyvelerinde islim odasında kükürt ocağına yakınlığından kaynaklı kuru kayısıdaki SO₂ miktarı sorunlarının giderilmesi için modern

kükürtleme sistemleri kullanılmalıdır. Sonuç olarak ‘Hacıhaliloğlu’ ve ‘Kabaası’ kuru kayısı meyvelerinde SO₂ miktarının homojen olması için kayısı meyvelerinin kükürtlenmesinde meyvelerin benzer olgunluklarda olması, kerevet kullanımı ve kükürdün dışarda yakılarak içeri veren sistemlerin kullanımı büyük önem taşımaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma, Ege Kuru Meyve ve Mamulleri İhracatçıları Birliği tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Asma, B.M., 2011. Her Yönüyle Kayısı, Uyum Ajans, Ankara. 367.
- Asma, B.M., 2000. Kayısı Yetiştiriciliği. Evin Ofset, Malatya. 243.
- Cemeroğlu, B., Özkan, M., 2004. Kurutma Teknolojisi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. (B. Cemeroğlu, ed) Başkent Klişe Matbaacılık, Ankara, Türkiye. 479-618.
- Codex Alimentarius, 1989. Food Additives, Joint FAO/WHO Food Standards Program. Rome, Italy.
- Coşkun, A.L., 2010. Farklı Kükürtleme Yöntemlerinin ve Depolama Sıcaklıklarının Kuru Kayısların Fiziksel ve Kimyasal Niteliklerine Etkisi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Jay, J.M., Loessner, M.J., Golden, D.A., 2008. Modern Food Microbiology. Seventh Edition, Springer, New York, USA. 789.
- Karaçalı, İ., 2002. Meyve ve Sebze Değerlendirme. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 19, Ofset Basımevi, İzmir. 274.
- Reith, J.F., Willems, J.J.L., 1958. The Determination of Sulfurous Acid in Food. Z. Lebensm. Untersuch. Forsch. 108: 270-280.
- Sen, F., Karacalı, I., Turantas, F., 2009. Effect of Cold and Fluctuating Storage Conditions on Quality of Dried Apricot. Horticulture, Environment, and Biotechnology. 50:97-102.
- Şen, F., Mısırlı, A., 2009. Kayısların Kurutulması ve Depolanması, Hasat Sonrası İyi Tarım Uygulamaları (F. Şen, ed) Basım Yayım Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti., İzmir, Türkiye. 117-194.
- Sen, F., Ozgen, M., Asma, B.M., Aksoy, U., 2015. Quality and Nutritional Property Changes in Stored Dried Apricots Fumigated by Sulfur Dioxide. Horticulture, Environment, and Biotechnology 56(2): 200-206.
- Ünlütürk, A., Turantaş, F., 2002. Gıdaların Mikrobiyolojik Analizi, İkinci Baskı, Meta Basım Matbaacılık, Bornova, İzmir. 186.

Kuru İncir Üretiminde Hasat Örtülerinin Kullanılabilirliğinin Araştırılması

Fatih ŞEN¹ 

Mehmet ÖZKUL² 

Merve ÖZKUL² 

Oğuz AŞÇIOĞUL³ 

Bilge TÜRK³ 

Uygun AKSOY¹ 

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye

²Erbeyli İncir Araştırma Müdürlüğü, İncirliova, Aydın, Türkiye

³Ege İhracatçı Birlikleri, Alsancak, İzmir, Türkiye

Öz

İncir meyvesinin doğrudan toprağa düşmesiyle yaşanan sorunların önüne geçilebilmesi ve işçi verimliliğinin artırabilmesi için hasat örtülerinin (filelerinin) kullanılmasının kaliteli ve güvenilir kuru incir üretimine olumlu etkileri olacağı fikriyle planlanan bu çalışma, iki ürün yılında Aydın ve İzmir illerinde bulunan üç farklı ‘Sarılöp’ incir bahçesinde yürütülmüştür. Farklı gölgeleme oranına (%55, %75 ve %95) sahip yere (Y) ve yerden yükseğe, havaya (H) yerleştirilen hasat örtülerinin kuru incir meyvesinin kalitesine ve gıda güvenliğine etkileri belirlenmiştir. Ağaç tacının izdüşümünü kapsayacak şekilde yerleştirilen hasat filelerine ve toprağa (kontrol) düşen buruk incir meyveleri, erken-orta ve orta-geç dönemde olmak üzere iki farklı dönemde toplanıp kerevetlere serilerek kurutulmuştur. Kontroldeki kuru incir meyvelerinde çok düşük oranlarda da olsa yabancı madde saptanmıştır. Genellikle Y95 ve H95 uygulamalarındaki kuru incir meyvelerinin su miktarının en yüksek, Y55 uygulamasında ise en düşük olduğu tespit edilmiştir. Hasatta file uygulamalarının kuru incirin meyve rengine, sertliğine, suda çözünür kuru madde ve titre edilebilir asit miktarına etkisi kontrol ile benzerlik göstermiştir. Kuru incirde saptanan aflatoksin B1, B2, G1, G2 ve toplam aflatoksin ve okratoksin A miktarına uygulamaların etkisi kararsızlık göstermiş, bir bölge dışındakilerde de genel olarak MRL değerinin altında olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak yere serilen %55 gölgeleme oranına sahip hasat örtüsünün düz ve çok hafif eğimli araziler için uygun olabileceği; ancak eğimli arazilerde uygulanmasının güç olduğu belirlenmiş olup, havada olan hasat örtülerinin ise özellikle eğimli arazilerde uygulanabilirliğinin zor olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ficus carica*, gıda güvenliği, hasat, kalite, mikotoksin.

Investigation of the Usability of Harvest Covers in Dried Fig Production

Abstract

This study was planned with the idea that the use of harvest covers (nets) would have positive effects on the production of high-quality and reliable dried figs to prevent the problems experienced when the bitter fig fruit falls directly to the ground and to increase worker productivity, was carried out in three different ‘Sarılöp’ fig orchards in Aydın and İzmir provinces in two crop years. The effects of harvest covers placed on the ground (G) and above the ground and in the air (A) with different shading rates (55%, 75% and 95%) on the quality of dried fig fruit and food safety were determined. The bitter fig fruits that fell on the harvest nets placed in a way to cover the projection of the tree crown and on the ground (control) were collected in two periods as early-mid and mid-late periods and dried by spreading on planks. The foreign matter content was found in the dried fig fruits in the control, albeit at very low rates. It was generally determined that the water content of dried fig fruits in the Y95 and H95 applications was the highest, while it was the lowest in the G55 application. The effect of the net applications at harvest on the dried fig fruit color, hardness, and total soluble solid and titratable acid contents was similar to the control. The effect of the applications on the aflatoxin B1, B2, G1, G2 and total aflatoxin and ochratoxin A amounts detected in dried figs was inconsistent, and it was observed that they were generally below the MRL value except for one region. As a result, it was determined that the harvest cover with a shading rate of 55% laid on the ground could be suitable for flat and very slightly sloping lands; however, it was determined that its application on sloping lands was difficult, and the harvest covers in the air did not seem to be applicable especially on sloping lands.

Keywords: *Ficus carica*, food safety, harvest, quality, mycotoxin.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: F. Şen; : fatih.sen@ege.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Fatih ŞEN  <http://orcid.org/0000-0001-7286-2863>

Merve ÖZKUL  <http://orcid.org/0000-0002-1769-6847>

Bilge TÜRK  <https://orcid.org/0000-0002-3859-4874>

Mehmet ÖZKUL  <https://orcid.org/0000-0001-5196-7033>

Oğuz AŞÇIOĞUL  <https://orcid.org/0009-0002-3967-5753>

Uygun AKSOY  <https://orcid.org/0000-0001-8562-7918>

Giriş

Kurutulmuş meyvelerin sağlığa olan faydaları ve tüketici talepleri doğrultusunda, besin

içeriklerinin korunarak kaliteli ve gıda güvenliğine uygun olarak tüketiciye sunulması büyük önem arz etmektedir (Aksoy, 2022). Türkiye 85.500 ton kuru incir üretimle dünya

üretiminin %58'ini, uluslararası kuru incir ihracatının ise %58'ini tek başına üstlenmektedir (INC, 2021). Kuru incir meyvelerinin kalitesi ve güvenilirliği, hasat sürecinin doğru yürütülmesiyle yakından ilişkilidir. Kurutmalık incir çeşitlerinde meyveler ağaç üzerinde olgunlaşmasını tamamladıktan sonra hasat edilmeyip, nemini belirli ölçüde kaybeden meyveler buruklaşır (yarı kuru hale gelir). Ağaç üzerinde buruklaşan incir meyveleri kendiliğinden, hafif bir rüzgâr veya dalların sarsılması ile toprak yüzeyine düşer (Aksoy, 1997). Buruklaşarak yere dökülen incir meyvelerinde su miktarı genellikle %30-50 arasındadır (Aksoy 1997; Şen ve ark., 2017). Meyvedeki su oranının yüksek olması sonucu buruk meyveler yere düştüğünde, düşme yüksekliği ve zeminin durumuna göre kolayca zarar görebilmektedir. Henüz canlılığını tamamlamamış ve halen önemli düzeyde su içeren meyvenin toprakla teması zararlılar, fungal etmenler ve yabancı maddelerle bulaşmasına neden olmaktadır.

Türkiye’de kurutmaya yönelik incir bahçelerinin büyük kısmı eğimli dağlık alanlarda olduğundan hasat çok zor ve zahmetli bir iştir. Buruk incir meyveleri, yere düştükleri andan toplanıncaya kadar geçen sürede topraktan bulaşan fungal etmenlere, düşmenin etkisiyle parçalanma, delinme gibi mekanik zararlanmalara, toprak, taş, sap gibi yabancı maddelerle karışmasına ve aflatoksin gibi mikotoksinlerin oluşumuna açık hale gelmektedir. Bu da ürün kayıplarının yanında meyve içerisine toprak, taş, sap vb. yabancı cisimlerin girmesine neden olmakta, ürünün kalitesi bozulmakta, kirlenmekte ve uluslararası ticarete yabancı madde sınır değerlerinin üzerinde bulaşık olabilmektedir. Kuruyan ürünlerden bu yabancı maddelerin uzaklaştırılmasında güçlükler yaşanabilmekte, kalite sorunları ile karşılaşılabilir. Buruk meyvelerin toprak yüzeyinde kalması, hayvan ve incir kurtları ile ekşilik böceği gibi zararlıların artmasına da neden olabilmektedir.

İncir meyvesinin toprak yüzeyinde kalma süresi uzadıkça küf mantarlarının gelişimi arttığından, kalitede düşüşler ve kayıplar gözlenmektedir. Toprak yüzeyinde bırakılan buruk incir meyvelerinin besin bileşimi, su içeriği (>30) ve su aktivitesi (>0.70) değerleri, gece-gündüz sıcaklık farklılıkları, toprakla temas süresinin uzaması küf mantarlarının oluşumu için uygun

koşulları oluşturmaktadır (Jay, 2000). Oluşan bazı küf mantarları (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*) aflatoksin oluşumuna neden olarak insan sağlığına zararlı sekonder metabolitlerin oluşmasına neden olmaktadır (Aksoy, 1990). Kuru incir ticaretinde Avrupa Birliği (AB) ülkeleri yaklaşık %50’lik bir payla ilk sırada yer almaktadır. AB ülkelerine ihracatta karşılaşılan en önemli sorunlar aflatoksin ve okratoksin bulaşıklığı nedeni ile partilerin iade edilmesidir. Hasatta örtülerin kullanılması küf yükünü ve bileşimini etkileyeceğinden küf ve toksin oluşumu üzerinde azaltıcı etkisi olabilmektedir. Hasat döneminde yağmur yağması durumunda ıslak toprağa düşen buruk incirlerin kirlenmesi ve nem çekmesi önemli kalite ve toksin oluşumuna bağlı sorunlara neden olmaktadır. Sergi örtüleri, iklim koşullarından ileri gelen bu tür sorunları da önlemede etkili olabilmektedir.

Buruk incir meyvesinin doğrudan toprağa düşmesiyle yaşanan tüm bu sorunların önüne geçilebilmesinin ve ürünün yerden toplanıncaya kadar olan sürede toprakla temasının kesilebilmesi için ağaç tacının izdüşümüne örtüler serilmesi veya havada olacak şekilde bu örtülerin kullanılmasının iyi bir yöntem olabileceği düşünülmektedir. Bu konuda yapılan önceki araştırmalarda file örtülerden alınan incir meyvelerinin nemi (%29.78), topraktan toplananlardan (%32.24) daha düşük bulunmuş ve sergide kuruma süresi %10 kısalmıştır (Özen ve ark., 2008). File örtülerin kaliteye ve kurutmaya olan olumlu etkilerinden dolayı hasat örtüsü olarak kullanımının öncelikle optimizasyonunun yapılarak yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, farklı gölgeleme oranına (%55, %75 ve %95) sahip yere ve yerden yükseğe (havaya) yerleştirilen hasat örtülerinin kuru incir meyvesinin kalitesine ve gıda güvenliğine etkileri belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Bu çalışma, iki ürün yılında (2020 ve 2021 yılında) İzmir ili Selçuk ilçesi Acarlar mahallesi ile Aydın ili Germencik ilçesi Meşeli mahallesi ve Aydın ili İncirliova ilçesi Erbeyli mahallesinde bulunan ‘Sarılıp’ incir bahçelerinde yürütülmüştür. Çalışmada 8 m x 4 m ebatlarında %55, %75 ve %95 gölgeleme

oranına sahip hasat örtüleri tercih edilmiştir. Örtüler her ağaç için iki adet kullanılmıştır. Örtü kenarı fitil dikişi yapılmış, belli aralıklarla demir halkalar konulmuştur.

Yukarıda belirtilen üç incir bahçesinde hasat filesi uygulamaları;

1. Kontrol (örtü yok).
2. %55 örtü yerde (%55 gölgeleme oranına sahip örtü toprak üstüne serilmiş, Y55).
3. %75 örtü yerde (%75 gölgeleme oranına sahip örtü toprak üstüne serilmiş, Y 75).
4. %95 örtü yerde (%95 gölgeleme oranına sahip örtü toprak üstüne serilmiş, Y 95).
5. %55 örtü yerden yüksek (%55 gölgeleme oranına sahip örtü havada tutulmuş, H 55)
6. %75 örtü yerden yüksek (%75 gölgeleme oranına sahip örtü havada tutulmuş, H 75)
7. %95 örtü yerden yüksek (%95 gölgeleme oranına sahip örtü havada tutulmuş, H 95)

Tüm hasat örtüleri ağaç tacının izdüşümünü kapsamış böylece buruk incir meyvelerinin örtü üstüne düşeceği şekilde yerleştirilmiştir. Hasat örtüleri uç kısmı delikli demir çubuklar ile sabitlenmiştir. Örtünün havada tutulması, örtülerin gerilerek demir çubukların ucundaki deliğe plastik kelepçelerle bağlanması ile sağlanmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak planlanmış, her ağaç bir tekerrür olarak ele alınmıştır.

Yöntem

Her hasat dönemi boyunca erken-orta ve orta-geç dönemde olmak üzere iki kez hasat yapılmıştır. Ağaç altındaki örtülere ve toprağa dökülen meyveler 1-2 gün önce toplanmış, ağaç üzerindeki meyveler dallar silkelenerek yere düşmesi sağlanmıştır. Her uygulamadaki yere düşen meyveler ayrı ayrı toplanarak kerevetlere serilerek kurutulmuştur. Kurutulan incir meyveleri, bazı ölçüm ve analizler yapılmak üzere Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne getirilmiştir.

Kalite Analizleri

Kirlilik Durumunun Belirlenmesi: Kontrol ve örtülerden alınan incir meyvelerinde toprak, sap vb. yabancı madde miktarı hassas terazide tartılarak oranları saptanmıştır.

Meyve Rengi: Uygulamaların meyve rengine etkisini belirlemek için her tekerrürden alınan 20 kuru incir meyvesinin iki yüzünden renk ölçer

(CR-400, Minolta Co., Japonya) ile ölçüm yapılarak L*, a*, b* değerleri saptanmıştır.

Su Miktarı: Her tekerrürden alınan kuru incir meyveleri kıyma makinesinden geçirildikten sonra belirli bir miktar alınarak tartılıp 65°C'de etüvde (UM400, Memmert, Almanya) ağırlık sabitleninceye kadar kurutulmuş ve tekrar tartılarak su miktarı % olarak saptanmıştır.

Meyve Sertliği: Kuru incir meyvelerinin sertliği, penetrometre (Nippon FHR-1, Japonya) ile alt çapı 12 mm, uzunluğu 10 mm olan konik uç kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar Newton (N) cinsinden ifade edilmiştir.

Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) Miktarı: SÇKM miktarının belirlenmesi için kıyma makinesinden geçirilmiş kuru incir meyvelerinden alınan 15 g örneğe, 100 ml saf su ilave edilmiş ve 4 saat sonra parçalayıcıda parçalanmıştır. SÇKM miktarı dijital refraktrometre (PR-1, Atago, Japonya) ile saptanmış ve elde edilen sonuçlar % olarak verilmiştir.

Titre Edilebilir Asit (TA) Miktarı: TA miktarının saptanmasında, SÇKM ölçümü için kıyma makinesinden geçirilerek saf su ile parçalanmış örneklerdeki süzüntüden yararlanılmıştır. Asit miktarı ölçümleri TSE (1972)'de önerildiği şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar hesaplanarak sitrik asit cinsinden % olarak verilmiştir.

Aflatoksin ve Okratoksin A Analizleri: Kuru incir örneklerinin aflatoksin analizi için AOAC Resmi Yöntemi 999.07 (Stroka ve ark., 2000) kullanılmıştır. Kuru incir örneklerinin okratoksin analizi için, AOAC Official Method 2000.03 metodu uygulanmıştır. Analizler, kontrol ve uygulamalardan alınan incir örneklerinde AYTBAydın Laboratuvar Hizmetleri A.Ş. adlı akredite laboratuvarında yapılmıştır.

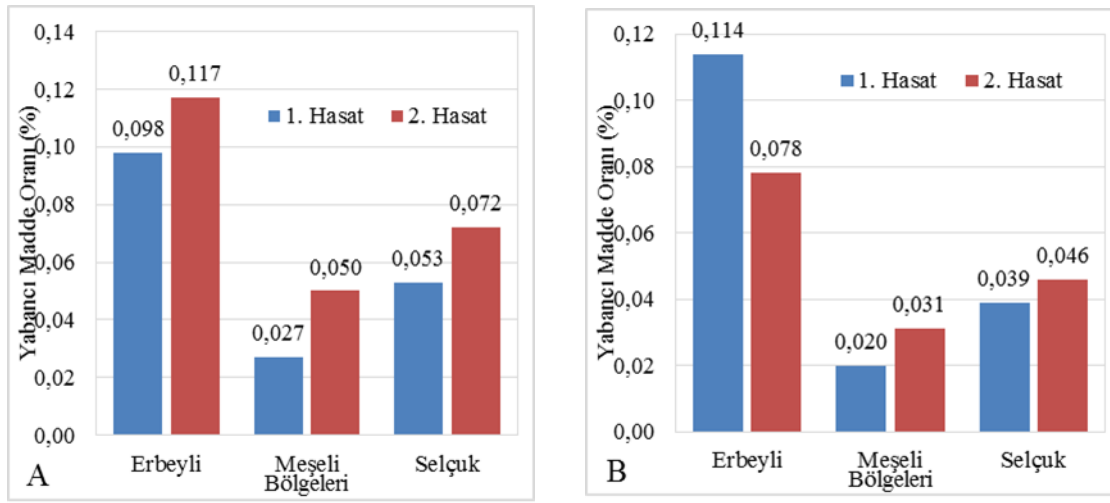
İstatistiksel Analizler

Denemeden elde edilen veriler (aflatoksin ve okratoksin A hariç) IBM® SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, ABD) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testiyle ($P \leq 0.05$) belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Farklı bölgelerde yer alan incir bahçelerinde 1. ve 2. hasat döneminde örtü filesi kullanılmayan kontrol grubundaki kuru incir meyvelerine bulaşmış toprak, taş parçacığı, sap vb. yabancı madde oranı Şekil 1’de sunulmuştur. Kontrol grubundaki kuru incir meyvelerine bulaşmış yabancı madde oranı ilk yıl %0.027 - %0.117 ikinci yıl ise %0.020-%0.114 arasında değişirken, örtü filesi kullanılan uygulamalardaki kuru incir meyvelerinde yabancı maddenin olmadığı gözlenmiştir. Yabancı madde olarak çoğunlukla toprak ve bitki parçacıklarının olduğu gözlenmiştir (Şekil 1). İlk düştüğünde yabancı

madde oranı biraz daha yüksek olabileceği ancak ürünün toplanması, sergiye serilmesi, kurumanın kontrol edilmesi, sergiden alma, üretici depolarında ayırma gibi birçok aşamada ürüne elle dokunulduğu için büyük toprak ve bitki parçacıkların bir kısmının uzaklaştığı düşünülmektedir (Aksoy, 2017; Şen, 2022). Kuru incir meyveleri toprağa düştüğünde bulaşan yabancı maddelerin yıkama ile kolayca uzaklaşabilen yüzeysel toprak, toz, bitki parça vb. olduğu gözlenmiştir. Örtü filesi kullanılan uygulamalardaki kuru incir meyvelerinde yabancı maddenin olmaması düşen meyvenin toprak ile temasının olmamasından ileri gelmektedir.



Şekil 1. Erbeyli, Meşeli ve Selçuk bölgesinde yer alan incir bahçelerinde örtü filesi kullanılmayan kontroldeki incir meyvelerinin 1. yıl (A) ve 2. yıl (B) yabancı madde oranları

2020 yılında yapılan 18 adet örneğin analizinden 4 adetinde aflatoksin, 1 adetinde ise okratoksin A limitlerin üstünde tespit edilmiştir. Limitlerin üzerindeki aflatoksinin 2 adeti yerde 2 adeti ise havadaki örtü filesinde, okratoksin A ise havadaki örtü filesinde çıkmıştır. Meşeli’deki 6 örnekte ise aflatoksin tespit edilememiş veya

limitlerin üzerinde olmadığı saptanırken, okratoksin A miktarı 1 adet örnekte limitlerin üzerinde bulunmuştur. Erbeyli’deki 9 örnekte 3’ünde aflatoksin limitlerin çok üstünde çıkmıştır. Selçuk’taki 3 örnekte 1’inde aflatoksin limitlerin üstünde tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. 2020 yılı Erbeyli, Meşeli ve Selçuk bölgesinde kontrol, yer ve havadaki örtülerden alınan kuru incir meyvelerinde aflatoksin ve okratoksin A sonuçları

Bölge	Uygulamalar	Afl B1	Afl B2	Afl G1	Afl G2	Afl Toplam	OTA
Erbeyli 1. Hasat	Kontrol	3.73±0.45	TE	TE	TE	3.73±0.45	TE
	Yer	117.53±14.10	6.48±0.97	92.42±14.79	5.18±0.98	221.61±20.48	TE
	Hava	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Erbeyli 2. Hasat 1. Grup	Kontrol	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	Yer	98.75±11.85	6.89±1.03	TE	TE	105.64±11.89	TE
	Hava	3.44±0.41	TE	TE	3.44±0.41	TE	TE
Erbeyli 2. Hasat 2. Grup	Kontrol	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	Yer	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	Hava	170.98±20.52	8.34±1.25	TE	TE	179.32±20.56	TE
Meşeli 1. Hasat	Kontrol	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	Yer	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	Hava	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Meşeli 2. Hasat	Kontrol	2.04±0.24	TE	TE	TE	2.04±0.24	TE
	Yer	TE	TE	TE	TE	TE	10.12±1.21
	Hava	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Selçuk 1. Hasat	Kontrol	2.91±0.35	TE	TE	2.91±0.35	TE	TE
	Yer	TE	TE	TE	TE	TE	2.35±0.28
	Hava	29.86±3.58	2.46±0.37	28.38±4.54	2.49±0.47	63.19±5.81	TE

TE; tespit edilemedi, Yer; Y 55, Y 75, Y 95, Hava; H 55, H 75, H 95

2021 yılında yapılan 18 adet örnek analizinden 7 adetinde aflatoksin, 1 adetinde ise okratoksin A limitlerin üstünde çıkmıştır. Bunlardan aflatoksin miktarı 3 adeti yerde 3 adeti havadaki örtü filesinde, 1 adeti ise kontrolde, okratoksin A ise havadaki örtü filesinde çıkmıştır. Meşeli'deki 6

örnekte ve Selçuk'taki 3 örnekte aflatoksin olmadığı veya limitlerin üzerinde çıkmadığı saptanmıştır. Erbeyli'deki 9 örnekten 7'sinde aflatoksin, 1'inde okratoksin A limitlerin çok üstünde çıkmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. 2021 yılı Erbeyli, Meşeli ve Selçuk bölgesinde kontrol, yer ve havadaki örtülerden alınan kuru incir meyvelerinde aflatoksin ve okratoksin A sonuçları

Bölge	Uygulamalar	Afl B1	Afl B2	Afl G1	Afl G2	Afl Toplam	OTA
Erbeyli 1. Hasat 1. Grup	Kontrol	7.87±0.94	TE	TE	TE	7.87±0.94	TE
	Yer	292.97±35.16	TE	TE	TE	292.97±35.16	TE
	Hava	136.69±16.16	3.75±0.56	TE	TE	138.44±16.17	TE
Erbeyli 1. Hasat 2. Grup	Kontrol	5.74±0.69	TE	TE	TE	5.74±0.69	TE
	Yer	313.01±37.56	4.85±0.73	TE	TE	317.86±37.57	TE
	Hava	299.01±35.88	5.22±0.78	TE	TE	304±35.89	TE
Erbeyli 2. Hasat	Kontrol	35.46±4.25	1.07±0.16	TE	TE	36.53±4.25	TE
	Yer	142.80±17.14	TE	273.80±43.81	3.59±0.68	420.19±47.05	TE
	Hava	13.73±1.65	TE	31.81±5.09	TE	45.54±5.35	389.3±46.7
Meşeli 1. Hasat	Kontrol	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	Yer	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	Hava	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Meşeli 2. Hasat	Kontrol	TE	TE	TE	TE	TE	3.75±0.45
	Yer	TE	TE	TE	TE	TE	TE
	Hava	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Selçuk 1. Hasat	Kontrol	1.16±0.14	TE	2.36±0.38	TE	3.52±0.40	TE
	Yer	1.71±0.21	TE	TE	TE	1.71±0.21	TE
	Hava	TE	TE	TE	TE	TE	TE

TE; tespit edilemedi, Yer; Y 55, Y 75, Y 95, Hava; H 55, H 75, H 95

Kuru incirde saptanan aflatoksin miktarına uygulamaların etkisinin kararlı bir değişim göstermemesinde, ürünün düştükten sonra uzun süre toprak veya file üzerinde kalmaması etkili olmuştur. Çünkü buruk incirlerin toprak yüzeyinde uzun süre kalmasının aflatoksin riskini arttırabileceği bildirilmektedir (Jay, 2000). Erbeyli'den alınan kuru incirlerde aflatoksin

miktarının diğer bölgelere göre daha yüksek tespit edilmesinde, bu bölgenin ekolojik koşullarının ve bahçede birçok çeşidin olmasının meyvelerin dolayı daha bulaşık olmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Her iki yılda da Erbeyli, Meşeli ve Selçuk bölgesindeki incir bahçelerinde farklı hasat örtü

uygulamalarının kuru incir meyvesinin renk (L*, a*, b*) değerlerine, nem, sertlik, SÇKM ve TA miktarlarına etkisi her iki hasat döneminin (erken-orta ve orta-geç) ortalaması alınarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın ilk yılında her üç bölgede de farklı hasat filesi uygulamalarının incir meyvelerinin renk, nem, sertlik, SÇKM ve TA miktarına etkileri istatistiksel anlamda önemli farklılıklar göstermemiştir. Genel olarak incir meyvelerin L*, a* ve b* değerleri bölgelere göre değişmekle birlikte sırasıyla 60.98-67.92,

6.55-8.55 ve 28.27-35.32 arasında değişmiştir. Kuru incir meyvelerinin nem miktarı %18.94 ile %22.72 arasında bir değişim göstermiştir. Erbeyli ve Meşeli bölgesinin kuru incir meyvelerinin sertliği ortalama 6.64 N iken Selçuk bölgesinde 5.06 N olarak belirlenmiştir. Genel olarak kuru incir meyvelerin SÇKM miktarının %60 ile %65.5, TA miktarının ise %0.61-%1.00 arasında değiştiği, ortalama %0.74 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. 2020 yılı Erbeyli, Meşeli ve Selçuk bölgesindeki incir bahçelerinde farklı hasat örtü uygulamalarının kuru incir meyvesinin rengine, nem, sertlik, SÇKM ve TA miktarına etkisi

Bölge	Uygulamalar	L*	a*	b*	Nem (%)	Sertlik (N)	SÇKM (%)	TA (%)
Erbeyli	Kontrol	62.81 ^{ö.d.}	8.07 ^{ö.d.}	29.59 ^{ö.d.}	20.46 ^{ö.d.}	6.37 ^{ö.d.}	62.17 ^{ö.d.}	0.98 ^{ö.d.}
	Y 55	62.79	8.55	29.72	21.17	6.44	65.50	1.00
	Y 75	62.77	8.22	31.11	21.34	6.71	63.83	0.84
	Y 95	61.81	7.34	29.39	21.88	6.54	62.00	0.68
	H 55	61.68	8.45	29.83	22.37	6.88	61.67	0.91
	H 75	65.20	7.42	30.04	22.72	7.16	64.00	0.77
	H 95	63.79	7.33	30.80	21.30	6.36	61.17	0.83
Meşeli	Kontrol	67.08 ^{ö.d.}	6.95 ^{ö.d.}	34.10 ^{ö.d.}	19.04 ^{ö.d.}	6.10 ^{ö.d.}	62.50 ^{ö.d.}	0.70 ^{ö.d.}
	Y 55	66.27	7.31	35.32	18.94	7.04	63.00	0.63
	Y 75	67.47	6.87	34.73	19.41	6.37	62.33	0.68
	Y 95	63.85	7.25	32.66	21.57	6.93	61.50	0.63
	H 55	67.92	6.91	34.09	20.55	6.85	61.96	0.63
	H 75	67.74	6.55	33.40	19.55	6.71	61.17	0.66
	H 95	64.33	7.07	32.66	20.65	6.52	60.00	0.68
Selçuk	Kontrol	61.04 ^{ö.d.}	8.48 ^{ö.d.}	30.09 ^{ö.d.}	20.12 ^{ö.d.}	4.8 ^{ö.d.}	62.95 ^{ö.d.}	0.87 ^{ö.d.}
	Y 55	64.05	7.20	28.27	20.07	4.85	60.46	0.69
	Y 75	61.76	7.90	29.34	20.56	5.23	60.46	0.74
	Y 95	62.09	7.88	29.61	22.81	5.16	62.18	0.72
	H 55	62.21	8.12	29.48	21.75	5.11	62.87	0.61
	H 75	60.98	7.36	28.60	20.72	4.86	63.25	0.63
	H 95	61.72	7.59	28.80	21.85	5.35	63.44	0.73

ö.d., önemli değil.

Toprak üstüne serilmiş %55 (Y 55), %75 (Y 75) ve %95 (Y 95) gölgeleme oranına sahip örtü

Havada tutulmuş %55 (H 55), %75 (H 75) ve %95 (H 95) gölgeleme oranına sahip örtü

Çalışmanın ikinci yılında farklı hasat filesi uygulamalarının her üç bölgede de incir meyvelerinin renk, nem, sertlik, SÇKM ve TA miktarına etkileri birbirine benzerlik göstermiştir. Kuru incir meyvelerin L*, a* ve b* değerleri birbirine yakın bulunmuş sırasıyla ortalama 62.51, 9.00 ve 31.93 olarak belirlenmiştir. Farklı hasat filesi uygulamalarına göre kuru incir meyvelerinin nem miktarı Erbeyli, Meşeli ve Selçuk bölgelerinde sırasıyla %21.36-%23.70, %19.04-%21.69 ve %20.67-

%23.49 arasında değişmektedir. Erbeyli, Meşeli ve Selçuk bölgelerinde kuru incir meyvelerinin sertliği sırasıyla ortalama 8.46 N, 6.69 N ve 8.18 N olarak saptanmıştır. Kuru incir meyvelerinin SÇKM miktarı uygulamalara göre %58.33 ile %62.67 arasında değişmiştir. Erbeyli bölgesindeki kuru incir meyvelerinin ortalama TA miktarı %0.98 iken Meşeli ve Selçuk bölgelerinde bu değer sırasıyla %0.74 ve %0.70 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. 2021 yılı Erbeyli, Meşeli ve Selçuk bölgesindeki incir bahçelerinde farklı hasat örtü uygulamalarının kuru incir meyvesinin rengine, nem, sertlik, SÇKM ve TA miktarına etkisi

Bölge	Uygulamalar	L*	a*	b*	Nem (%)	Sertlik (N)	SÇKM (%)	TA (%)
Erbeyli	Kontrol	62.94 ^{ö.d.}	9.02 ^{ö.d.}	31.78 ^{ö.d.}	21.36 ^{ö.d.}	8.31 ^{ö.d.}	60.67 ^{ö.d.}	1.09 ^{ö.d.}
	Y 55	60.28	9.10	30.93	22.11	8.00	60.67	1.07
	Y 75	60.99	9.28	31.74	22.27	8.31	61.00	0.92
	Y 95	61.17	9.27	32.10	22.84	8.23	59.67	1.03
	H 55	62.84	9.86	32.98	23.35	8.73	60.33	0.97
	H 75	61.55	10.05	33.66	23.70	8.76	58.83	0.91
	H 95	62.96	9.42	32.70	22.21	8.85	59.50	0.84
Meşeli	Kontrol	64.73 ^{ö.d.}	8.01 ^{ö.d.}	32.56 ^{ö.d.}	19.16 ^{ö.d.}	7.42 ^{ö.d.}	62.33 ^{ö.d.}	0.78 ^{ö.d.}
	Y 55	64.27	7.90	31.10	19.04	6.72	62.67	0.73
	Y 75	62.79	7.37	30.51	19.52	6.76	60.67	0.81
	Y 95	65.05	6.98	30.25	21.69	6.50	62.50	0.70
	H 55	63.41	7.80	29.63	20.66	6.11	60.00	0.63
	H 75	62.40	7.57	29.79	19.65	6.38	59.77	0.71
	H 95	63.48	8.30	31.90	20.77	6.93	61.50	0.80
Selçuk	Kontrol	62.05 ^{ö.d.}	9.65 ^{ö.d.}	31.96 ^{ö.d.}	20.75 ^{ö.d.}	8.66 ^{ö.d.}	61.33 ^{ö.d.}	0.71 ^{ö.d.}
	Y 55	60.01	10.13	31.97	20.67	8.13	60.00	0.73
	Y 75	61.07	9.63	32.33	21.18	8.08	60.33	0.70
	Y 95	63.34	9.39	32.50	23.49	7.54	60.50	0.61
	H 55	62.50	10.22	33.24	22.40	8.20	60.67	0.80
	H 75	60.80	10.38	33.35	21.33	8.37	60.00	0.74
	H 95	64.24	9.68	33.60	22.51	8.27	59.33	0.62

^{ö.d.}, önemli değil.

Toprak üstüne serilmiş %55 (Y 55), %75 (Y 75) ve %95 (Y 95) gölgeleme oranına sahip örtü

Havada tutulmuş %55 (H 55), %75 (H 75) ve %95 (H 95) gölgeleme oranına sahip örtü

Her üç bölgede de farklı hasat filesi uygulanan kuru incir meyvelerinin renginin (L*, a* ve b* değerleri) benzerlik göstermesinde, kurutma koşulları ve süresinin aynı olması etkili olmuş olabilir. Çünkü kuru incir meyvelerinde renk, yaş incir meyvesinin rengi, kurutma süresince ortam koşullarının sıcaklığı ve oransal nemi ile kurutma süresine bağlı olarak değişebilmektedir (Şen, 2022).

Hasat örtüsü uygulamalarının kuru incir meyvelerinin nem miktarına etkisinin benzer olmasında, ağaçtan düşen buruk incirlerin nem içeriklerinin benzer olması ve kurutma koşullarının benzer olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Ağaçtan düşen buruk incir meyvelerinin nem içerikleri %30-50 arasında olurken, hava koşullarına göre 2-5 günde kurumakta ve nem içerikleri %18-24 aralığına düşmektedir (Aksoy 1997; Şen ve ark., 2017, Şen, 2022). Nitekim bölgelere göre kuru incir meyvelerinin nem içeriklerinin farklı olmasında kurutma koşullarının etkili olduğu gözlenmiştir (Aksoy, 2017). Farklı hasat örtülerinin kuru incir meyvelerinin sertliğine etkisinin sınırlı olmasına, nem miktarlarının etkisinin benzer olması etki etmiş olabilir. Çünkü kuru incir meyvelerinde

nem miktarının azalmasına bağlı olarak sertlik değerlerinde artışlar gözlenmektedir (Perera, 2005; Şen, 2009; Oksar ve ark., 2017).

Kuru incir meyvelerinin SÇKM miktarına her üç bölgede de hasat örtüsü uygulamalarının etkisinin birbirine benzerlik göstermesinde, kuru incir meyvelerinin SÇKM miktarında ürünün nem miktarı, yetiştirme koşulları ve incirlerin yere düştüğü dönemdeki olgunlukları etkili olmaktadır (Şen, 2022). Hasat örtülerine göre kuru incir meyvelerinin nem miktarında belirgin farklılıkların olmaması, SÇKM miktarının benzer çıkmasında etki etmiş olabilir. Çünkü kuru incir meyveleri aynı bahçeden benzer olgunluk aşmasında alınarak aynı koşullarda kurutulmaktadır. Benzer nedenlerden dolayı kuru incir meyvelerinin TA miktarının da uygulamalardan etkilenmediği düşünülmektedir.

Sonuç

Yere serilen örtü uygulamalarının düz ve çok hafif eğimli araziler için uygun olabileceği ancak eğimli arazilerde uygulanmasının güç olduğu gözlenmiştir. Havada olan örtü file uygulamalarının hem uygulama güclüğü hem de

ürünün bir yerde birikme riski olmasından dolayı özellikle eğimli arazilerde kullanılması uygulanabilir gözükmemektedir. %55 ve %75 gölgeleme oranına sahip örtü fileleri arasında belirgin farklılık olmadığı için fiyatı daha uygun olan %55 gölgeleme oranlarına sahip örtü fileleri tercih edilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Ege Kuru Meyve ve Mamulleri İhracatçıları Birliği tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Aksoy, U., 1990. Aflatoksin. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın Bülteni, No:2, Bornova, İzmir.
- Aksoy, U., 1997. Fruit formation and development. In: Advanced Course on Fig Production. Ege University Faculty of Agriculture Department of Horticulture, İzmir, Turkey, 16-28 June.
- Aksoy, U., 2017. The Dried Fig Management and the Potential for New Products. *Acta Horticulturae*. 1173: 377-382.
- Aksoy, U., 2022. Sustainable Farming Systems and Organic Fig Production. *Advances in Fig Research and Sustainable Production* (M.A. Flaishman and U. Aksoy) CAB International, England. 139-155.
- INC, 2024. International Nut and Dried Fruit Council (INC). <https://www.nutfruit.org/industry/statistics> Erişim tarihi: 12.11.2024.
- Jay, J.M., 2000. Fermentation and Fermented Dairy Products. *Modern Food Microbiology*, 6th ed. (J.M. Jay, ed) Aspen publishers, Inc. Gaithersburg, USA. 113-130.
- Oksar, R.E., Şen, F., Aksoy, U., 2017. Effect of Drying Under Plastic Tunnels on Drying

Rate and Quality of Fig (*Ficus carica* L. 'Sarılop'). *Acta Horticulturae*. 1173: 297-302.

- Özen, M., Çobanoğlu, F., Özkan, R., Konak, R., Tutmuş, E., 2008. Kuru İncirde Farklı Hasat Yöntemlerinin ve Plastik Tünel Altında Kurutmanın Aflatoksin Oluşumu ve Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi. *Bahçe Ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, Antalya, Turkey, 08-11 Ekim 2008. 456-463.
- Perera, C.O., 2005. Selected Quality Attributes of Dried Foods. *Drying Technology*. 23: 717-730.
- Stroka, J., Anklam, E., Jörissen, U., Gilbert, J., 2000. Immunoaffinity Column Cleanup with Liquid Chromatography Using Postcolumn Bromination for Determination of Aflatoxins in Peanut Butter, Pistachio Paste, Fig Paste, and Paprika Powder: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*. 83(2): 320-340.
- Şen, F., 2009. Meyve ve Sebzelerin Kurutulması. (F. Şen, ed) Hasat Sonrası İyi Tarım Uygulamaları. Basım Yayın Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti., İzmir, Türkiye. 89-114.
- Şen, F., 2022. Postharvest Handling of Dried Fig Fruit. *Advances in Fig Research and Sustainable Production* (M.A. Flaishman and U. Aksoy) CAB International, England. 232-256.
- Şen, F., Aksoy, U., Özer, K.B., Can, H.Z., Köseoğlu, İ., Konak, R., 2017. Impact of Yearly Conditions on Major Physical and Chemical Properties of Fresh, Semi-Dried and Sun Dried Fig (*Ficus carica* L. 'Sarılop') Fruit. *Acta Horticulturae*. 1173: 309-314.

Farklı Kurutma Tekniklerine Göre İşlem Görmüş Dut Meyvelerinin Fenolik Bileşik İçeriklerindeki Değişim

Müjde KIRALAN¹ 

Akgül TAŞ² 

Muttalip GÜNDOĞDU³ 

Mustafa Kenan GEÇER⁴ 

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bolu, Türkiye

²Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Seben İzzet Baysal Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Bolu, Türkiye

³Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu, Türkiye

⁴Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tohum Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, Bolu, Türkiye

Öz

Bu çalışmada, beyaz dut (*Morus alba*) ve karadut (*Morus nigra*) meyve türleri üç farklı şekilde kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Araştırmada kullanılan yöntemler; güneşte kurutma, etüvde kurutma (70 °C, 90 °C ve 110 °C) ve mikrodalgada (450 W, 600 W ve 700 W) kurutma işlemleridir. Çalışmada, farklı kurutma işlemlerine bağlı olarak, dut meyve türlerinde tespit edilen fenolik bileşik miktarları açısından önemli değişimler gözlenmiştir. Buna göre, beyaz dut meyvelerinde; en yüksek gallik asit (76.39 mg/100 g), klorojenik asit (63.44 mg/100 g) ve kafeik asit (16.31 mg/100 g) içerikleri, etüvde yapılan kurutma yönteminde (110 °C) tespit edilmiştir. Ayrıca, en yüksek rutin içeriği ise (16.79 mg/100 g) mikrodalgada (450 W) yapılan kurutma yönteminde saptanmıştır. Öte yandan, karadut meyvelerinde, en yüksek gallik asit (97.58 mg/100 g), klorojenik asit (51.75 mg/100 g) ve rutin içerikleri (21.68 mg/100 g), mikrodalgada (450 W) yapılan kurutma yönteminde; en yüksek elajik asit (6.31 mg/100 g) içeriği ise yine mikrodalgada (700 W) yapılan kurutma işleminde tespit edilmiştir. Sonuç olarak, farklı kurutma yöntemlerine bağlı olarak, beyaz dut ve karadut meyvelerinin fenolik bileşik içeriklerinde önemli değişimlerin olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dut, *Morus alba*, *Morus nigra*, fenolik bileşik, kurutma yöntemleri.

Changes in Phenolic Compound Contents of Mulberry Fruits Treated According to Different Drying Techniques

Abstract

In this study, white mulberry (*Morus alba*) and black mulberry (*Morus nigra*) fruit species were subjected to three different drying processes. The methods used in the research are sun drying, oven drying (70 °C, 90 °C and 110 °C) and microwave (450 W, 600 W and 700 W). In the study, significant changes were observed in terms of the amounts of phenolic compounds detected in mulberry fruit species depending on the different drying processes. Accordingly, the highest gallic acid (76.39 mg/100 g), chlorogenic acid (63.44 mg/100 g) and caffeic acid (16.31 mg/100 g) contents in white mulberry fruits were determined in the oven drying method (110 °C). In addition, the highest rutin content (16.79 mg/100 g) was determined in the microwave drying method (450 W). On the other hand, in black mulberry fruits, the highest gallic acid (97.58 mg/100 g), chlorogenic acid (51.75 mg/100 g) and rutin contents (21.68 mg/100 g) were determined in the microwave (450 W) drying method; the highest ellagic acid (6.31 mg/100 g) content was determined in the microwave (700 W) drying process. As a result, it was determined that there were significant changes in the phenolic compound contents of white mulberry and black mulberry fruits due to different drying methods.

Keywords: Mulberry, *Morus alba*, *Morus nigra*, phenolic compound, drying methods.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: M.K. Geçer; mkenangeceer@hotmail.com
Makalenin Türü/Category: Araştırma/Research

Müjde KIRALAN  <https://orcid.org/0000-0002-1645-4782>

Muttalip GÜNDOĞDU  <https://orcid.org/0000-0002-9375-7365>

Akgül TAŞ  <https://orcid.org/0000-0003-0249-6065>

Mustafa Kenan GEÇER  <https://orcid.org/0000-0003-1959-9909>

Giriş

Yarımada konumunda yer alan Türkiye’de, coğrafik konum kaynaklı, çeşitli iklim koşulları görülmekte olup ülkede bu iklim çeşitliliği sayesinde çoğu meyvenin yetiştirme imkânı bulunmaktadır. Farklı meyve grupları içerisinde özellikle de üzüm meyveleri, Türkiye’de üretim açısından önemli bir yere sahiptir (Ercişli, 2004).

Üzüm meyve türleri içerisinde yer alan ve *Urticales* takımı, *Moraceae* familyası, *Morus* cinsine ait olan dut, dünyada çoğu ülkede yetiştirilen bir meyvedir (Yang ve ark., 2010; Pérez-Gregorio ve ark., 2011). Taksonomik olarak yaklaşık 100’e yakın dut türü bulunmakla birlikte, bu türlerden 10-12 tanesi ticari olarak yetiştirilmektedir. Ticari türler arasında ise beyaz dut (*Morus alba*), karadut (*Morus nigra*) ve

kırmızı dut (*Morus rubra*) türleri ön planda olup (Koyuncu, 2004) bu türler Türkiye’de de yaygın olarak yetiştirilmektedir (Ercişli, 2004). Ayrıca, bu türlerin anavatanları da çeşitlilik göstermekte olup *M. alba* L.’nin anavatanın Çin, *M. nigra* L.’nin İran ve Kafkaslar, *M. rubra* L.’nin ise Kuzey Amerika olduğu bilinmektedir (Erdoğan, 2003). Dut; gıda sanayisinde (pestil, pekmez, meyveli dondurma, reçel, ispiroto, sirke vb. yapımı) farmakoloji, kozmetik ve peyzaj alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Gündoğdu ve ark., 2011). Ayrıca, meyvenin içerdiği yüksek antioksidanlar sayesinde insan sağlığının iyileştirilmesinde önemli katkılar sağlanmakta ve bu durum dut meyvesine olan ilgiyi her geçen gün artırmaktadır (Koyuncu ve ark., 2014; Rop ve ark., 2014; Sanchez-Salcedo ve ark., 2015). ‘Kurutma işlemi’, gıda muhafaza yöntemleri arasında önemli bir yere sahiptir. Bu işlemle birlikte, gıda ürünlerindeki serbest su uzaklaştırılarak mikroorganizma gelişimi başta olmak üzere gıdalarda istenmeyen kimyasal reaksiyonlar durdurulmakta veya yavaşlatılmaktadır. Ayrıca, ürünler üzerinde yapılan kurutma işlemi, gıdaların dayanma süresini daha fazla uzatmakta ve ürün hacminin azalması ile birlikte depolama-taşıma gibi işlemlerde oldukça kolaylık sağlanmaktadır (Evranuz, 1998). Meyveler üzerinde yapılan farklı kurutma yöntemleri arasında bulunan ‘mikrodalga uygulaması’, önemli kurutma yöntemlerinden birisi olup bu yöntemde, geleneksel kurutma yöntemlerine göre, ısıtma hızı yüksek ve işlem süresi de oldukça kısadır. Birçok çalışmada, mikrodalga kurutma yöntemi uygulanan gıdalarda vitamin ve mineral kayıplarının daha az olduğu bildirilmiştir. Ek olarak; bu yöntemin daha az yer kapladığı, kolay temizlenebildiği ve enerji tasarrufu sağladığı da bilinmektedir (Oliveira ve ark., 2002).

Bu çalışmada; farklı kurutma teknikleri kullanılarak (güneşte kurutma, etüvde kurutma ve mikrodalgada kurutma) kurutulan karadut ve beyaz dut türlerindeki fenolik bileşik miktarları ve değişimleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla, kurutulmuş olarak piyasada yer alan dutların, hangi kurutma tekniği kullanılarak en iyi beslenme değerine sahip olabileceği belirlenmeye çalışılmıştır.

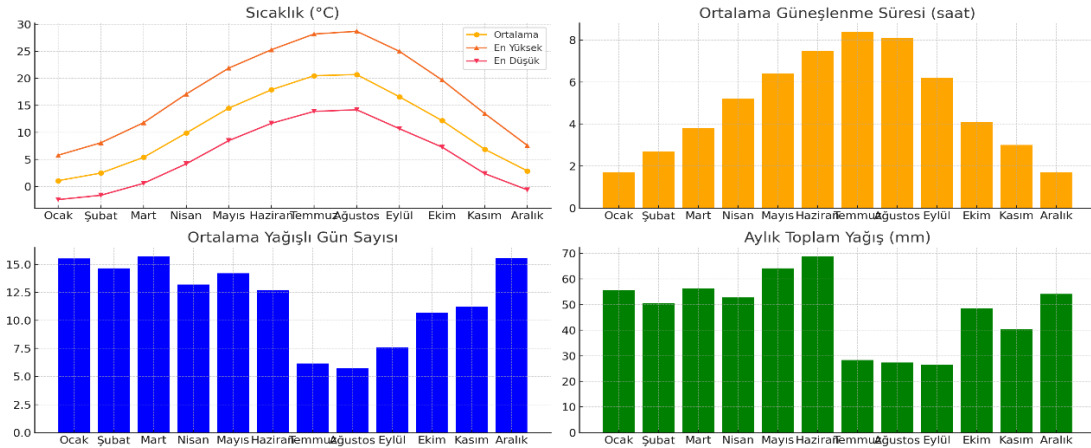
Materyal ve Metot

Çalışmada yapılan doğal kurutma işleminde, meyveler gölgeye serilmiş (5 gün süreyle) ve onların belirli nem oranına (%16.94) kadar kurutulması sağlanmıştır. Etüvde ve mikrodalgada kurutma işlemleri ise Juhaime ve ark. (2017) tarafından bildirilen kurutma yöntemlerinde çeşitli modifikasyonlar yapılarak uygulanmıştır. Buna göre, etüvde kurutma işleminde, 70 °C’de 16 saat, 90 °C’de 10 saat ve 110 °C’de 2 saat toplam sürelerde belli aralıklarla çıkartılıp tartılarak ağırlık değişimi sabitlenene devam edilerek üç farklı kurutma işlemine başvurulurken; mikrodalga kurutmada ise 450 W (4 dk), 600 W (3 dk) ve 700 W (3 dk) olmak üzere yine üç farklı uygulama yapılmıştır ve meyvelerin nem oranı %10-15 aralığına sabitlenmiştir. Yapılan araştırmada biyokimyasal analizlerde meyvelerin nem oranlarının farklı olmasından dolayı, kullanılan yöntemi optimize etmek amacıyla, ağırlık/nem oranına bağlı olarak, her uygulamada alınan örnek miktarı standardize edilmiştir. Çalışma yerine ait iklim verileri Şekil 1’de sunulmuştur.

Fenolik Bileşiklerin Analizi

Yaş ve kurutulmuş örneklerin fenolik madde bileşimi, Rodriguez-Delgado ve ark. (2001) tarafından bildirilen yöntemle göre belirlenmiştir. Buna göre, yaklaşık 5 g örnek, santrifüj tüplerine alınıp homojenize edilmiş ve 1:1 oranında su ile seyreltilmiştir. Daha sonra, karışım, 15000 g’da 15 dk süreyle santrifüj edilmiştir. Sonra, karışımın süpernatant kısmı, 0.45 µm membran filtreden (Millipore Millex-HV Hydrophilic PVDF; Millipore, USA) geçirilerek HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Çalışmada yapılan kromatografik yöntemde, HPLC cihazı kullanılmış olup uygun bir kolon ile DAD dedektör aracılığıyla ayırım gerçekleştirilmiştir. Buna göre, 20 µL örnek enjekte edilerek 254 ve 280 nm dalga boylarında çalışılmıştır. Çalışmada mobil faz olarak; A çözücüsü (metanol: asetik asit: su 10:2:88) ve B çözücüsü (metanol: asetik asit: su 90:2:8) karışımları kullanılmıştır (Gündoğdu ve ark., 2016). Ayrıca, fenolik bileşiklere standart olarak; gallik asit, kateşin, kafeik asit, klorojenik asit, o-kumarik asit, ferulik asit, vanilik asit, kuersetin, rutin ve elajik asit kullanılmıştır.

Bolu İklim Verileri (Aylık Ortalama)



Şekil 1. Bolu iline ait 2019 yılı iklim verileri (MGM, 2024).

İstatistiksel Analizler

Biyokimyasal verilerin değerlendirilmesinde, ortalamaların karşılaştırılması amacıyla Students-t (LSD) testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizler, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) istatistik programı ile yapılmıştır. Ayrıca, beyaz ve karadut meyvelerinin biyokimyasal özelliklerle ilişkilerinin belirlenmesinde, Temel Bileşen Analizi (TBA veya PCA), 'ggbiplot' (Wickham, 2016) paket programı yardımıyla yapılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Fenolik Bileşikler

Çalışmada, farklı kurutma yöntemlerine bağlı olarak beyaz ve karadut türlerinde gözlenen fenolik bileşiklerin değişimlerinde istatistik olarak önemli farklılıklar gözlenmiş olup ($P < 0.05$), tespit edilen bileşikler, Çizelge 1 ve Çizelge 4 arasında sunulmuştur. Buna göre, her iki türde de 14 adet fenolik bileşik tespit edilmiştir. Tespit edilen bileşikler değerlendirildiğinde; beyaz dutta en fazla bulunan fenolik bileşiklerin gallik asit, klorojenik asit, kafeik asit ve rutin olduğu gözlenmiştir. Beyaz duta ait yaş meyvelerde ise en yüksek miktarda bulunan fenolik bileşikler, klorojenik asit ve gallik asit olup bu asitlerin miktarları ise sırasıyla, 23.10 mg/100 g ve 21.85 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Öte yandan, beyaz dutta en fazla tespit edilen fenolik bileşikler, çalışmada yapılan kurutma yöntemlerine göre kıyaslandığında, en fazla gallik asit miktarı (76.39 mg/100), etüvde kurutma yönteminde (110°C) tespit edilmiştir.

Ayrıca, bu kurutma yöntemini takiben, en yüksek gallik asit miktarı, sırasıyla, mikrodalgada (450 W) kurutmada 67.28 mg/100 g olarak, güneşte kurutmada ise 48.37 mg/100 g olarak saptanmıştır (Çizelge 1). Beyaz dutta tespit edilen bir diğer fenolik bileşik olan klorojenik asit açısından gözlenen en fazla miktar (63.44 mg/100 g), yine, etüvde kurutma yönteminde (110°C) tespit edilmiştir. Ayrıca, bu kurutma yöntemi dışında, en yüksek klorojenik asit miktarı, sırasıyla, güneşte (48.40 mg/100 g) ve mikrodalga (700 W) kurutmada (45.63 mg/100 g) belirlenmiştir (Çizelge 1). Kafeik asit bakımından sonuçlar değerlendirildiğinde, en yüksek kafeik asit miktarı (16.31 mg/100), etüvde kurutma yönteminde (110°C) tespit edilmiş olup bu yöntemi sırasıyla, mikrodalgada (450 W, 13.33 mg/100 g) ve güneşte kurutma yöntemleri (7.34 mg/100 g) takip etmiştir (Çizelge 1). Öte yandan, beyaz dutta tespit edilen rutin bileşiği açısından ise incelenen en yüksek miktar (16.79 mg/100 g), mikrodalgada (450 W) kurutmada tespit edilirken; bu kurutma yöntemi dışında, en yüksek rutin miktarı, sırasıyla, etüvde (110°C) kurutmada 13.10 mg/100 g olarak, güneşte kurutmada ise 11.12 mg/100 g olarak saptanmıştır (Çizelge 2). Ayrıca, beyaz dutta bu bileşikler haricinde tespit edilen diğer fenolik bileşiklerin farklı kurutma yöntemlerinde gözlenen en yüksek miktarları açısından yapılan değerlendirmede; protokateşik asidin ve floridzinin mikrodalgada (450 W) kurutmada (Çizelge 1, Çizelge 2), kateşinin ve p-kumarik asidin etüvde (110°C) kurutmada (Çizelge 1), vanilik asidin etüvde (70°C) kurutmada (Çizelge 1), ferulik ve siringik asitlerin güneşte

kurutmada, o-kumarik ve elajik asitlerin mikrodalgada (700 W) kurutmada (Çizelge 2), kuersetinin etüvde (90°C) kurutmada (Çizelge 2) en fazla bulundukları tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Farklı kurutma tekniklerinin beyaz dut (*Morus alba* L.) meyvelerinin gallik, protokateşik, kateşin, klorojenik, vanilik, kafeik ve p-kumarik asit içerikleri üzerine etkileri (mg/100 g)

Uygulamalar	Gallik	Protokateşik	Kateşin	Klorojenik	Vanilik	Kafeik	p-kumarik
Mikrodalga Kurutma							
450 W 4 dk.	67.28b*	10.60a	4.06de	44.06d	0.30b	13.33b	5.38cd
600 W 3 dk.	61.57c	9.48b	5.41c	38.50e	0.29b	11.34d	5.34cd
700 W 3 dk.	51.86d	8.56c	5.30c	45.63cd	0.28b	10.60e	4.58de
Etüvde Kurutma							
70 °C	47.50e	6.39e	3.45ef	33.17f	0.36a	12.24c	5.46c
90 °C	66.50b	8.41c	6.48b	57.15b	0.24c	16.23a	6.46b
110 °C	76.39a	7.56d	8.24a	63.44a	0.33a	16.31a	7.46a
Güneşte Kurutma	48.37e	6.41e	4.82cd	48.40c	0.18d	7.34f	4.44e
Yaş	21.85f	1.14f	2.80f	23.10g	0.10e	2.75g	1.48f

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir

Çizelge 2. Farklı kurutma tekniklerinin beyaz dut (*Morus alba* L.) meyvelerinin ferulik, o-kumarik, rutin, elajik, floridzin, kuersetin ve siringik asit içerikleri üzerine etkileri (mg/100 g)

Uygulamalar	Ferulik	o-kumarik	Rutin	Elajik	Floridzin	Kuersetin	Siringik
Mikrodalga Kurutma							
450 W 4 dk.	1.51d	3.74b	16.79a*	5.58b	0.72a	1.60c*	2.48cd
600 W 3 dk.	1.18e	5.30a	13.46bc	6.18a	0.66ab	2.53b	4.19ab
700 W 3 dk.	1.52d	5.46a	13.58b	6.31a	0.62b	2.20b	3.48b
Etüvde Kurutma							
70 °C	2.21b	2.50c	12.12d	4.80c	0.54c	1.15d	3.44bc
90 °C	1.97bc	3.34b	13.04c	3.92d	0.46d	3.31a	3.42bc
110 °C	1.76cd	3.13bc	13.10c	3.74d	0.47d	3.27a	4.48a
Güneşte Kurutma	2.67a	2.56c	11.12e	5.70b	0.53c	2.15b	4.52a
Yaş	0.94e	1.78d	5.16f	2.31e	0.27e	0.96d	1.56d

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ seviyesinde önemlidir

Karadutta tespit edilen fenolik bileşikler değerlendirildiğinde ise bu dut türünde en fazla bulunan fenolik bileşiklerin gallik asit, klorojenik asit, elajik asit ve rutin olduğu gözlenmiştir. Karaduta ait yaş meyvede, en fazla miktarda belirlenen fenolik bileşikler, klorojenik asit ve gallik asit olup bu asitlerin miktarları ise sırasıyla, 26.48 mg/100 g ve 33.09 mg/100 g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bununla birlikte, karadutta en fazla tespit edilen fenolik bileşikler, çalışmada yapılan kurutma yöntemlerine göre kıyaslandığında, en fazla gallik asit miktarı (98.50 mg/100 g), mikrodalgada (600 W) kurutma yönteminde tespit edilmiştir. Ayrıca, bu kurutma yöntemini takiben, en yüksek gallik asit miktarı, sırasıyla, etüvde kurutmada (110 °C) 68.50 mg/100 g

olarak, güneşte kurutmada ise 51.91 mg/100 g olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Karadutta tespit edilen bir diğer fenolik bileşik olan klorojenik asit açısından gözlenen en fazla miktar (51.75 mg/100 g), mikrodalgada (450 W) kurutma yönteminde tespit edilmiştir. Ayrıca, bu kurutma yöntemini takiben, en yüksek klorojenik asit miktarı, sırasıyla, güneşte kurutmada 46.34 mg/100 g olarak, etüvde kurutmada (110 °C) ise 45.24 mg/100 g olarak saptanmıştır (Çizelge 3). Ek olarak, tespit edilen elajik asit bakımından sonuçlar değerlendirildiğinde, en yüksek elajik asit miktarı (18.11 mg/100), mikrodalgada (700 W) kurutma yönteminde tespit edilmiştir. Ayrıca, bu kurutma yöntemini takiben, en yüksek elajik asit miktarı, sırasıyla, etüvde kurutmada (70 °C) 16.61 mg/100 g olarak, güneşte kurutmada ise

14.36 mg/100 g olarak gözlenmiştir (Çizelge 4). Karadutta tespit edilen rutin bileşiği açısından ise incelenen en yüksek miktar (21.68 mg/100 g), mikrodalgada (450 W) kurutma yönteminde tespit edilmiştir. Ayrıca, bu kurutma yöntemini

takiben, en yüksek rutin miktarı, sırasıyla, güneşte kurutmada 13.46 mg/100 g olarak ve etüvde kurutmada (110 °C) ise 11.73 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Farklı kurutma tekniklerinin karadut (*Morus nigra* L.) meyvelerinin gallik, protokateşik, kateşin, klorojenik, vanilik, kafeik ve p-kumarik içerikleri üzerine etkileri (mg/100 g)

Uygulamalar	Gallik	Protokateşik	Kateşin	Klorojenik	Vanilik	Kafeik	p-kumarik
Mikrodalgada Kurutma							
450 W 4 dk.	97.58a*	9.25c	4.39e	51.75a*	0.46d	3.68d	6.57b*
600 W 3 dk.	98.50a	9.17c	6.13bc	38.47d	0.53c	3.11e	5.48c
700 W 3 dk.	96.22a	8.55cd	5.70cd	35.08e	0.57bc	3.15e	5.33c
Etüvde Kurutma							
70 °C	60.82c	11.50b	5.19d	33.20f	0.62b	4.50b	6.50b
90 °C	62.86c	12.24ab	6.40b	42.20c	0.61b	4.21c	7.58a
110 °C	68.50b	12.53a	6.52b	45.24b	0.67a	4.08c	7.66a
Güneşte Kurutma	51.91d	7.61d	7.23a	46.34b	0.53c	8.22a	6.28bc
Yaş	33.09e	2.34e	3.33f	26.48g	0.25e	3.93cd	2.18d

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark p<0.05 seviyesinde önemlidir

Ek olarak, karadutta bu bileşikler haricinde tespit edilen diğer fenolik bileşiklerin farklı kurutma yöntemlerinde gözlenen en yüksek miktarları açısından yapılan incelemede; protokateşik asit, vanilik asit, p-kumarik asit ve o-kumarik asidin etüvde (110°C) kurutmada (Çizelge 3, Çizelge 4), kateşinin ve kafeik asidin güneşte kurutmada (Çizelge 3), ferulik asit ve floridzinin mikrodalgada (700 W) kurutmada (Çizelge 4), kuersetinin etüvde (90°C) kurutmada (Çizelge 4), siringik asidin güneşte kurutmada (Çizelge 4) en fazla bulundukları tespit edilmiştir. Özcan ve ark. (2020), kivi ve pepino meyvelerinde farklı kurutma tekniklerini uyguladıkları çalışmalarında, en yüksek fenolik bileşik miktarlarının mikrodalgada (720 W 3 dk) kurutulmuş meyvelerde ölçüldüğünü ve bu yöntemi ise etüvde (70 °C) kurutulmuş meyvelerin takip ettiğini bildirmişlerdir. Gao ve ark. (2012), hünnap meyvesinde farklı kurutma tekniklerini uygulamışlar ve mikrodalgada kurutulmuş meyvelerin daha fazla fenolik bileşik içerdiğini gözlemlemişlerdir. Slatnar ve ark. (2011), güneşte ve etüvde kurutma yöntemleri uyguladıkları incir meyvesinde, etüvde kurutma yönteminde daha fazla fenolik bileşik tespit edildiğini belirtmişlerdir. Suna (2019), mikrodalgada, etüvde (60 ve 70 °C) ve vakumda (200 ve 300 mbar ile 60 ve 70 °C) kurutma yöntemlerini uyguladığı muşmula meyvesinde,

mikrodalgada (90 W ve 180 W) kurutma tekniğinin diğer yöntemlere göre kayda değer ölçüde daha fazla fenolik bileşik içerdiğini bildirmiştir. Ahmed ve ark. (2021), etüvde, mikrodalgada ve kızıl ötesinde kuruttıkları kavun meyvesinde, etüvde kurutulan meyvelerin diğer tekniklere göre daha fazla fenolik bileşiklere sahip olduğunu raporlamışlardır. Abd Rahman ve ark. (2018), pomelo meyvesi kabuklarında farklı kurutma tekniklerini uyguladıkları çalışmalarında, etüvde (50 ve 60°C) kurutma tekniğinin fenolik bileşikleri önemli ölçüde daha iyi koruduğunu belirtmişlerdir. Buna göre, çeşitli meyve türleriyle ilgili olarak tespit edilen yukarıdaki literatür çalışma sonuçlarıyla bu çalışma sonuçları birbirine paralellik göstermiştir. Öte yandan, tespit edilen fenolik bileşikler açısından çalışmalar arasında ortaya çıkan farklılıkların; farklı meyve türleri, farklı kurutma yöntemleri, lokasyonlar ve ekolojik şartlardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, kurutma ile birlikte görülen fenolik madde artışının, kurutma işlemi sırasında fenolik maddelerin meyvelerden serbest kalması sonucu meydana geldiği düşünülmektedir. Nitekim, meyvelerin hücrel dokularında bağlı halde bulunan fenolik maddelerin salınımının kurutma prosesi ile birlikte artış gösterebildiği bilinmektedir (Chang ve ark., 2006).

Çizelge 4. Farklı kurutma tekniklerinin karadut (*Morus nigra* L.) meyvelerinin ferulik, o-kumarik, rutin, elajik, floridzin, kuersetin ve siringik asit içerikleri üzerine etkileri (mg/100 g)

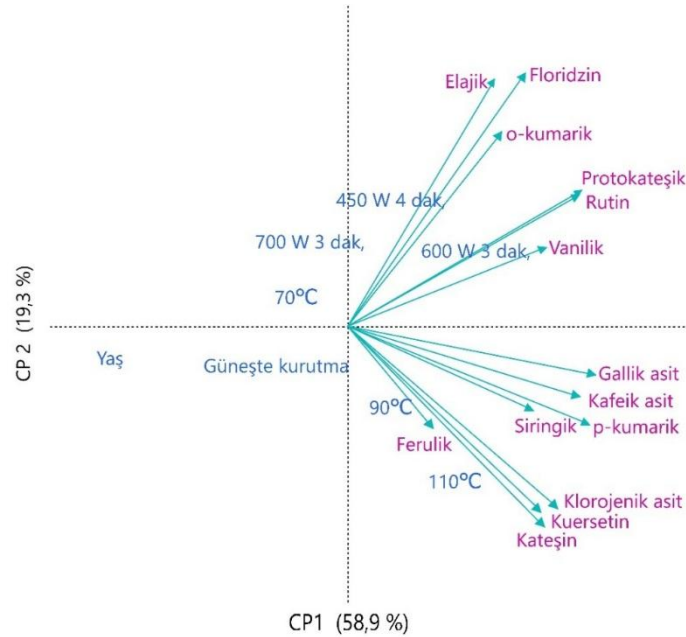
Uygulamalar	Ferulik	o-kumarik	Rutin	Elajik	Floridzin	Kuersetin	Siringik
Mikrodalga Kurutma							
450 W 4 dk.	3.69e	3.65cd	21.68a	16.17d	0.79ab	2.44d	1.67d
600 W 3 dk.	6.04a	3.38cd	11.91cd	7.17.39b	0.83a	3.13c	1.01e
700 W 3 dk.	6.37a	3.86c	12.63c	18.11a	0.84a	4.22b	1.13e
Etüvde Kurutma							
70 °C	4.35c	3.86c	10.72e	16.61c	0.75ab	4.20b	1.65d
90 °C	4.49c	6.4a	11.19de	15.30e	0.76ab	5.63a	2.11c
110 °C	4.78c	6.93a	11.73d	15.13e	0.73b	5.52a	2.10c
Güneşte Kurutma	5.32b	5.17b	13.46b	14.36f	0.72b	1.32e	3.10a
Yaş	1.98f	3.10d	7.81f	6.08g	0.32c	0.90f	2.50b

*Aynı sütunda, farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir

Biyokimyasal Özelliklerin Temel Bileşen Analiz

Çalışmada beyaz dut meyvelerinin fenolik bileşik içerikleri üzerine farklı kurutma tekniklerinin etkisi belirlenerek temel bileşen analizlerine göre oluşan varyasyon incelenmiştir. Çalışmada beyaz dut meyvelerinin farklı kurutma yöntemlerine bağlı olarak biyokimyasal içerikleri arasındaki

varyasyon oranı %78.2 olarak tespit edilmiştir (Şekil 1). Fenolik bileşikler ise etüvde ve mikrodalgada kurutulan meyvelerde daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Ek olarak; floridzin, elajik, o-kumarik, rutin, protokateşik ve vanilik aynı varyasyon bölgesinde; gallik, siringik, kafeik, p-kumarik, klorojenik, kateşin ve kuersetin ise ayrı varyasyon bölgesinde yer almıştır (Şekil 2).



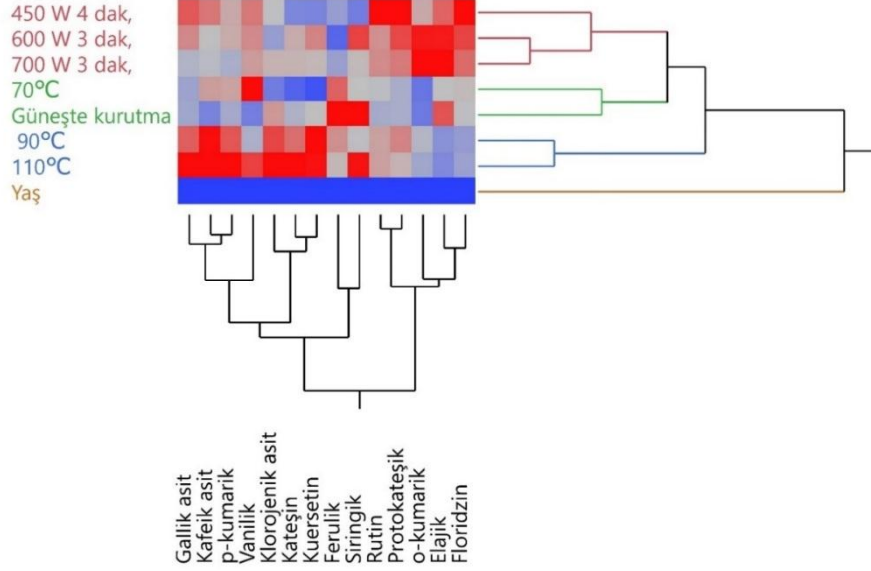
Şekil 2. Beyaz dut meyvelerinde farklı kurutma teknikleri ile temel bileşen analizine göre fenolik bileşiklerin dağılımı

Çalışmada, kurutma yöntemleri ve uygulama sürelerine göre dut meyvelerinin fenolik bileşikler üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla, Heatmap analizi yapılmıştır. Hiyerarşik kümeleme analizinde genotipler dört

farklı kümeye ayrılmıştır. Buna göre, ısı haritalama analizinde renk skalasında kırmızıya doğru renk değişimi, istatistiksel anlamlılık düzeyinin arttığını göstermiştir. Yapılan kümeleme analizinde mikrodalgada kurutma

yöntemi; yüksek rutin, protokateşik, o-kumarik, elajik ve floridzin bileşikleri ile ayrı bir küme oluşturmuştur. Ayrıca, etüvde kurutma yöntemi (90 °, 110 °C) yüksek gallik, kafeik, p- kumarik,

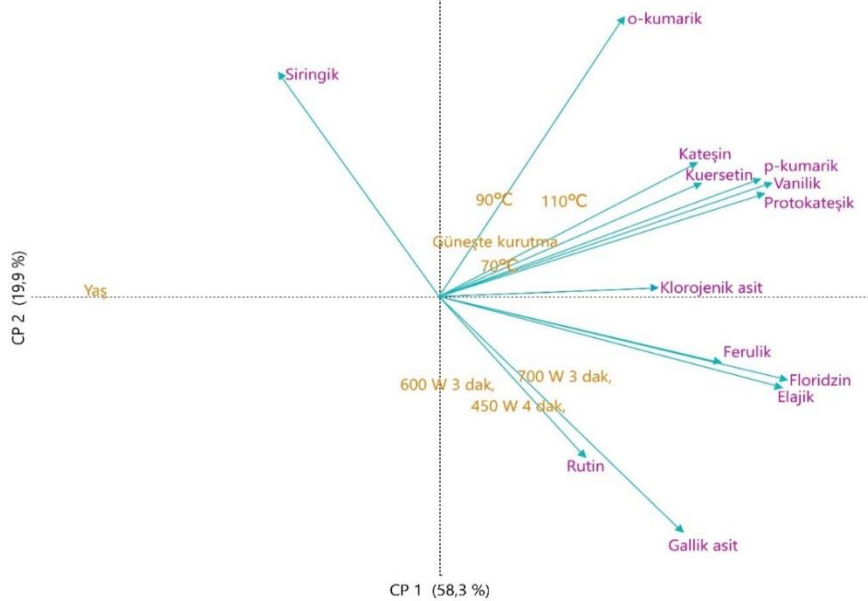
vanilik, klorojenik, kateşin ve kuersetin bileşikleri ile ayrı bir küme oluşturmuştur. Öte yandan, yaş meyveler ise düşük fenolik bileşik içeriği ile ayrı bir küme oluşturmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Uygulamalara ve kurutma yöntemlerine göre fenolik bileşiklerin Heatmap analizi. Maviden kırmızıya renk skalası rengi, her özellik için minimumdan maksimuma değerleri gösterir

Araştırmada karadut meyvelerinin fenolik bileşik içerikleri üzerine farklı kurutma tekniklerinin etkisi belirlenerek temel bileşen analizlerine göre oluşan varyasyon incelenmiştir. Çalışmada, karadut meyvelerinin farklı kurutma yöntemlerine bağlı olarak biyokimyasal içerikleri arasındaki varyasyon oranı % 78.2 olarak tespit

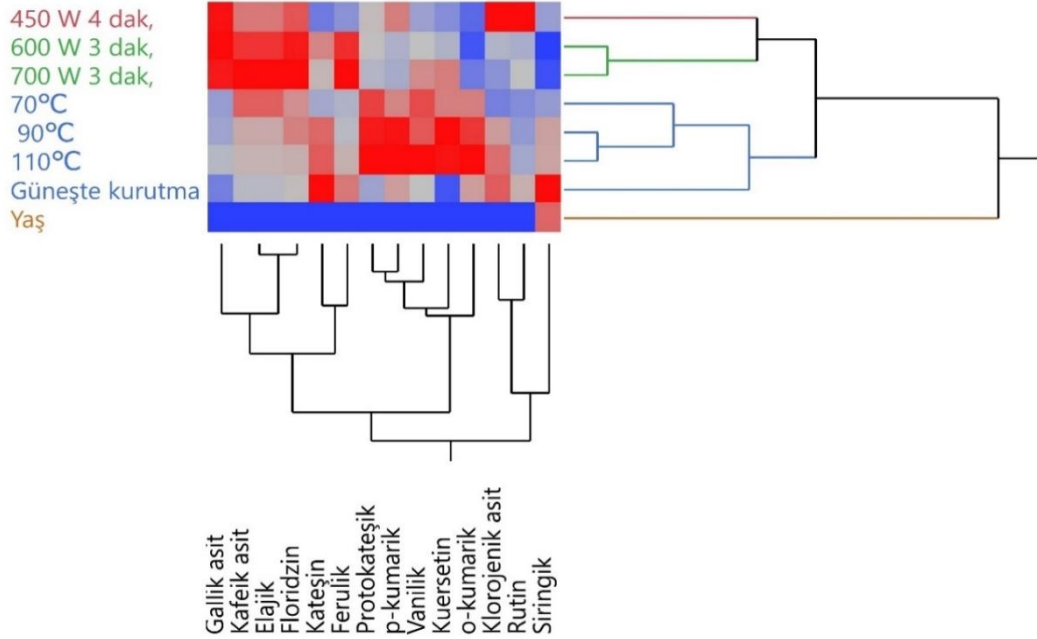
edilmiştir (Şekil 4). Fenolik bileşikler ise etüvde, güneşte ve mikrodalgada kurutulan meyvelerde daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Araştırmada; rutin, ferulik, elajik, floridzin ve gallik aynı varyasyon bölgesinde yer almıştır. Siringik asit haricinde diğer fenolikler ise farklı varyasyon bölgesinde yer almıştır.



Şekil 4. Karadut meyvelerinde farklı kurutma teknikleri ile temel bileşen analizine göre fenolik bileşiklerin dağılımı

Çalışmada, kurutma yöntemleri ve uygulama sürelerine göre dut meyvelerinin fenolik bileşikler üzerine etkisini ortaya koymak amacıyla, Heatmap analizi yapılmıştır. Hiyerarşik kümeleme analizinde genotipler dört farklı kümeye ayrılmıştır. Buna göre, ısı haritalama analizinde renk skalasında kırmızıya doğru renk değişimi, istatistiksel anlamlılık düzeyinin arttığını göstermiştir. Araştırmada,

mikroalgada kurutma yöntemi; yüksek gallik, kafeik, elajik ve floridzin bileşikleri ile ayrı bir küme oluşturmuştur. Etüvde kurutma yöntemi ise yüksek protokateşik, p-kumarik, vanilik, kuersetin ve o-kumarik bileşikleri ile ayrı bir küme oluşturmuştur. Bununla birlikte, yaş meyveler ise siringik asit hariç düşük fenolik bileşik içeriği ile ayrı bir küme oluşturmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. Uygulamalara ve kurutma yöntemlerine göre fenolik bileşiklerin Heatmap analizi.

Maviden kırmızıya renk skalası rengi, her özellik için minimumdan maksimuma değerleri gösterir

Sonuç

Bu çalışmada, karadut ve beyaz dut türlerinde, güneşte, etüvde ve mikroalgada olmak üzere farklı kurutma tekniklerinin kullanılmasıyla meyvelerde fenolik bileşik miktarları ve bunların değişimleri incelenmiştir. Çalışmada, fenolik madde dağılımları ele alındığında, yaş meyvelerde en fazla saptanan fenolik maddelerin klorojenik asit ve gallik asit olduğu gözlenmiş olup yaş beyaz dutta, bu bileşenlerin miktarı, sırasıyla, 23.10 g/100 g ve 21.85 g/100 g, karadutta ise 26.48 g/100 g ve 33.09 g/100 g olarak belirlenmiştir. Kurutulan meyve örneklerinde de yine bu iki bileşenin oranı en fazla miktarda tespit edilmiştir. Buna göre, farklı yöntemlerle kurutulan beyaz dut meyvelerinde; en yüksek gallik asit (76.39 mg/100g) ve klorojenik asit (63.44 mg/100 g) içerikleri, etüvde yapılan kurutma yönteminde (110°C) tespit edilmiştir. Ek olarak, farklı kurutma

yöntemlerine göre karadut meyvelerinde tespit edilen fenolik bileşikler açısından en yüksek değerler mikroalgada yapılan kurutma yönteminde saptanmıştır. Buna göre, karadut meyve türünde, en yüksek klorojenik asit (51.75 mg/100 g) 450 W gücündeki mikroalgada yapılan kurutma yönteminde gözlenirken, en fazla gallik asit (98.50 mg/100 g) ise 600 W gücündeki mikroalgada yapılan kurutma yönteminde saptanmıştır. Ayrıca, bu iki fenolik madde dışında beyaz dutta en fazla belirlenen fenolik maddeler; rutin ve kafeik asit iken, karadutta ise rutin ve elajik asittir.

Meyvelerin içerdiği fenolik bileşikler, özellikle de insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olmakla birlikte, hangi fenolik bileşiğin/bileşiklerin kullanılmasının gerektiği, gıda, kozmetik ve ilaç gibi çeşitli alanlara göre farklılık gösterebilmektedir. Dolayısıyla, uygulanacak kurutma yöntemleri, bileşenlerin

dağılımına uygun olarak seçilmelidir. Ayrıca, ülkemizin özellikle kuru meyve ihracatında dünyada önde gelen ülkeler arasında yer alması ve milli hasılaya bu pazar sayesinde önemli bir katkı sağlaması açısından meyvelerde kurutma yöntemleri üzerine yapılan araştırmalar, yaygın etki ve katma değer ürünlerin değerlendirilmesinde oldukça önemlidir.

Teşekkür

Tez çalışması olan bu araştırma, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na desteklenmiştir (Proje No: 2017.10.05.1209).

Kaynaklar

- Abd Rahman, N.F., Shamsudin, R., Ismail, A., Shah, N.N.A.K., Varith, J., 2018. Effects of Drying Methods on Total Phenolic Contents and Antioxidant Capacity of The Pomelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) Peels. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 50:217-225.
- Ahmed, I.A.M., Juhaimi, F.A., Özcan, M.M., Uslu, N., Babiker, E.E., Ghafoor, K., Osman, M.A., Salih, H.A.A., 2021. A Comparative Study of Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Phenolic Compounds of Melon (*Cucumis melo* L.) Slices Dehydrated by Oven, Microwave and Infrared Systems. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(7):e15605.
- Chang, C.H., Lin, H.Y., Chang, C.Y., Liu, Y.C., 2006. Comparisons on The Antioxidant Properties of Fresh, Freeze-Dried and Hot-Air-Dried Tomatoes. *Journal of Food Engineering*, 77(3):478-485.
- Ercişli, S., 2004. A Short Review of The Fruit Germplasm Resources of Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 51(4):419-435.
- Erdoğan, E., 2003. İspir ve Pazaryolu İlçelerinde Yetiştirilen Dutların (*Morus* sp.) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Evranuz, Ö., 1998. Gıda Mühendisliği Tasarımı Ders Notları. İstanbul Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Gao, Q.H., Wu, C.S., Wang, M., Xu, B.N., Du, L.J., 2012. Effect of Drying of Jujubes (*Ziziphus jujuba* Mill.) on The Contents of

- Sugars, Organic Acids, A-Tocopherol, B-Carotene, and Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(38):9642-9648.
- Gündoğdu, M., Kan, T., Canan, I., 2016. Bioactive and Antioxidant Characteristics of Blackberry Cultivars From East Anatolia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(3):344-351.
- Gündoğdu, M., Muradoğlu, F., Sensoy, R.G., Yılmaz, H., 2011. Determination of Fruit Chemical Properties of *Morus nigra* L., *Morus alba* L. and *Morus rubra* L. by HPLC. *Scientia Horticulturae*, 132:37-41.
- Juhaimi, F.A., Özcan, M.M., Uslu, N., 2017. The Effect of Microwave and Conventional Drying on Antioxidant Activity, Phenolic Compounds and Mineral Profile of Date Fruit (*Phoenix dactylifera* L.) Flesh. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11:58-63.
- Koyuncu, F., 2004. Organic Acid Composition of Native Black Mulberry Fruit. *Chemistry of Natural Compounds*, 40(4):367-369.
- Koyuncu, F., Çetinbas, M., Erdal, İ., 2014. Nutritional Constituents of Wild-Grown Black Mulberry (*Morus nigra* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 87:93-96.
- MGM, 2024. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H&m=BOLU> Erişim Tarihi: 03.06.2024.
- Oliveira, M.E.C., Franca, A.S., 2002. Microwave Heating of Foodstuffs. *Journal of Food Engineering*, 53(4):347-359.
- Özcan, M.M., Al Juhaimi, F., Ahmed, I.A.M., Uslu, N., Babiker, E.E., 2020. Effect of Microwave and Oven Drying Processes on Antioxidant Activity, Total Phenol and Phenolic Compounds of Kiwi And Pepino Fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 57:233-242.
- Pérez-Gregorio, M.R., Regueiro, J., Alonso-González, E., Pastrana-Castro, L.M., Simal-Gándara, J., 2011. Influence of Alcoholic Fermentation Process on Antioxidant Activity and Phenolic Levels From Mulberries (*Morus nigra* L.). *LWT-Food Science and Technology*, 44(8):1793-1801.

- Rodriguez-Delgado, M.A., Malovana, S., Perez, J.P., Borges, T., GarciaMontelongo, F.J., 2001. Separation of Phenolic Compounds by High-Performance Liquid Chromatography with Absorbance and Fluorometric Detection. *Journal of Chromatography*, 912:249-257.
- Rop, O., Ercişli, S., Mlcek, J., Jurikova, T., Hoza, I., 2014. Antioxidant and Radical Scavenging Activities in Fruits of 6 Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(2):224-232.
- Sanchez-Salcedo, E.M., Mena, P., Garcia-Viguera, C., Martinez, J.J., Hernandez, F., 2015. Phytochemical Evaluation of White (*Morus alba* L.) and Black (*Morus nigra* L.) Mulberry Fruits, A Starting Point for The Assessment of Their Beneficial Properties. *Journal of Functional Foods*, 12:399-408.
- Slatnar, A., Klancar, U., Stampar, F., Veberic, R., 2011. Effect of Drying of Figs (*Ficus carica* L.) on The Contents of Sugars, Organic Acids, and Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(21):11696-11702.
- Suna, S., 2019. Effects of Hot Air, Microwave and Vacuum Drying on Drying Characteristics and In Vitro Bioaccessibility of Medlar Fruit Leather (pestil). *Food Science and Biotechnology*, 28:1465-1474.
- Wickham, H., 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer–Verlag New York. ISBN 978–3–319–24277–4, <https://ggplot2.tidyverse.org>.
- Yang, X., Yang, L., Zheng, H., 2010. Hypolipidemic and Antioxidant Effects of Mulberry (*Morus alba* L.) Fruit in Hyperlipidaemia Rats. *Journal of Food Chemistry and Toxicology*, 48(8-9):2374-2379.

Semt Pazarlarında Bahçe Ürünlerinin Satışında Kullanılan Söz ve Deyimler

Muharrem ÖZCAN 

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun Türkiye

Öz

Türkiye, sahip olduğu ekolojik çeşitlilik ve coğrafik konumu nedeniyle anavatanı olduğu/olmadığı birçok tarımsal ürünü üreterek ve her geçen gün ürün çeşitliliğini arttıran bir ülkedir. Bu güç, Türkiye’yi dünyanın sayılı tarım ekonomisine sahip ilk on ülkesinden biri konumuna getirmektedir. Tarım, gıda başta olmak üzere birçok alanda insanların ihtiyaçlarının karşılanmasında kaynak oluşturmaktadır. Ülkemizde tarımın tüm tarih boyunca bilinen bir konu olması, halk kültürü, edebiyat, ürün tanıtımı ve satış teknikleri gibi birçok alanda etki bırakarak bu alana özgü bir folkloru oluşmasına neden olduğu görülmektedir. Bu folklorde, benzetme, güncel konular, hiciv veya komik ifadeler ağırlıklı olarak kullanılmaktadır. Bahçe ürünlerinin satışında önemli bir alan semt pazarlarıdır. Semt pazarlarındaki ürün satışlarında, ürüne uyarlanan güncel konularda sözler yazılarak, sözlü olarak ifade edilerek, sağlığa etkileri vurgulanarak, görsel malzeme veya beden dili kullanılarak ürünü cazip kılma ve satış artırma yolu tercih edilmektedir. Pazar folkloru, pazarda satıcı ve alıcılar arasında sürecin daha eğlenceli geçmesini de sağlamaktadır. Bu çalışmada, pazarda ürün satışında kullanılan söz ve cümlelerin toplanması ve kayıt altına alınması amaçlanmıştır. Semt pazarlarında kullanılan etiket ve sözler “Elmalar kütür kütür, gel hepsini götür”, “Hayat kadar acı (biber)”, “Param olsa ben alsam”, “Dedikodusu yapılan tezgâh burası gel”, “Mandalina İzmir koy cebine gezdir”, “Al bu kirazdan kalmaz birazdan” gibi sözler birkaç örnek olarak verilebilir.

Anahtar Kelimeler: Meyve, pazar etiketleri, pazar kültürü, sebze, satış.

Expressions and Idioms Used in the Sales of Horticultural Products at Street Markets

Abstract

Turkey is a country that produces several agricultural products, of which it is/is not a homeland, and has been increasing its product range thanks to its ecological diversity and geographic position. This power makes Turkey one of the world's first ten countries with distinguished agricultural economics. Agriculture provides sources to meet the needs of people in several fields, especially food. The fact that agriculture has been a renowned topic in our country throughout history has impacted several fields, including folk culture, literature, product promotion, and sales techniques, enabling the formation of folklore specific to this field. In this folklore, metaphors, current topics, satire, and funny expressions are mainly used. Street markets are one of the significant fields in the sales of horticultural products. In the sales of products at street markets, the preferred way to make a product attractive and increase its sales is by writing expressions about current topics adapted to the product, expressing them verbally, emphasizing the product's impact on health, and using visual materials or body language. Street market folklore also makes the process between sellers and buyers more enjoyable. This study aims to collect and record words and expressions used in the sales of products in the street markets. Expressions such as “Apples are crunchy, come and take them all”, “As bitter as life (peppers)”, “I wish I had money and buy them myself”, “This is the stall that is gossiped about, come here”, “Tangerine İzmir, walk with it in your pocket”, “Take this cherry, or it will be gone soon” can be given as examples to the labels and expressions used in the street markets.

Keywords: Sales, market label, fruits-vegetables, market culture.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: M. Özcan; muozcan@omu.edu.tr
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Muharrem ÖZCAN  <https://orcid.org/0000-0002-3237-7043>

Giriş

Günümüzde değişen ekonomik koşullar ile üretici ve üretim çeşitliğindeki artışlar ürün satışlarında rekabet etmeyi zorunlu hale getirmektedir. Bu gelişme, üretici, aracı ve satıcıları pazarın istekleri doğrultusunda kendilerini hazırlamaya zorlamaktadır. “Aynı amacı güden kimseler arasındaki çekişme; rakiplik, yarışma, yarış / ticarete üstünlük

kazanma çabası; yarış, yarışma” şeklinde tanımlanan rekabet, günümüzün çok önemli bir kavramı konumundadır (TDK, 2024).

Dünya, ulaşım ve iletişim alanındaki gelişmelerle birlikte küresel tek bir pazar haline gelmiştir. Üretim merkezi yakınındaki il veya ilçeyi pazar olarak görme dönemi sona ermiş, Uzakdoğu’ya kadar farklı kıtalardaki birçok ülke ürünlerimizin sunulabileceği pazarlar haline gelmiştir. Bu

gelişme, ülke içindeki rekabet yanında uluslararası rekabete de hazır olmayı zorunlu hale getirmiştir. Rekabet koşullarının ağırlaşması, işletmeleri önemli bir rekabet aracı olan inovasyona yönlendirmektedir. İnovasyon, girişimcilik bağlamında pazarda fark yaratacak ve rekabette avantaj sağlayacak yenilikler olarak tanımlanmaktadır. Pazarda fark yaratacak ve rekabette avantaj sağlayacak yenilikler, bir ürünün veya hizmetin piyasadaki diğer benzerlerinden öne çıkmasını sağlayan faaliyetler olmaktadır. Günümüzde işletmeler, yenilikçi ve yaratıcı fikirlerini ürün veya hizmete dönüştürerek satışlarını ve kazançlarını arttırarak ticarete sürdürülebilir olmaya çalışmaktadırlar (Okay, 2017).

Pazarlama, insanların gereksinimlerini, değişimleri yakalayıp onlar doğrultusunda ürün ve hizmetler oluşturmaktan, hedef kitleye ulaştırılmasına kadar uzanan uygulamaları kapsayan süreçler bütünüdür. Pazarlama, üretimden önce başlayıp üretim sırasında, satış öncesi, satış anı ve satış sonrasında da devam eden bir eylemdir. Satış yapmak, pazarlamanın sadece bir parçasıdır, ancak pazarlama satış yapmaktan daha fazlasını gerektirmektedir. Pazarlama, ürün veya hizmet planlanmasından başlayarak o ürünün / hizmetin pazardan kalkmasına kadar devam eden eylemler bütünüdür. Pazarlama ve satış, çoğu kez aynı kavram gibi olduğu düşünülmeyle birlikte aralarında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Pazarlama ürün olmadan, satış ise ürün olduğunda başlamakta; pazarlama müşteriye getirirken, satışta müşterinin ayağına gidilmektedir (Yıldız, 2021).

Türkiye, coğrafyası ve ekolojileriyle tarımsal üretimin kesintisiz ve yoğun bir şekilde sürdürüldüğü önemli bir tarım ülkesidir. İnsan yaşamının yoğun bir şekilde devam ettiği bu coğrafyada, tarım bir ürün üretimi olma yanında bir kültür ve bir folklor oluşturmuştur (Uçaner, 2008). Şarkılara, türkülere konu olan tarımsal ürünler, pazar satışlarında da ayrı bir edebiyat konusu haline gelmiştir. Satıcılar, tüketicinin dikkatini çekerek ve onları ikna ederek ürün satışlarını arttırmaya çalışmaktadırlar. Ancak, son yıllarda sayıları artan zincir marketlerin manav reyonları, bu kültürün yaşanmadığı satış yöntemlerini sunmaktadır.

Ürün satış yerleri olan pazarlarda satışın en önemli etmenlerinden bir tanesi iletişimidir. İletişim sözel, görsel, dokunsal, tatsal ya da kokusal olabilmektedir. Pazarıcı, ürününü satabilmek için bu iletişim kanallarından birini ya da birkaçını aynı anda kullanabilmektedir (Balci ve Darancık, 2019).

Pazar folkloru, kelimelerden, görsel malzemelerden ve beden dilinden oluşmaktadır. Pazar folkloru, bir zeka yarışını hatırlatan, manevralı, bol hareketli, söze dayalı sözlü kültür ürünüdür. Bu folklor ürünleri sadece alışveriş yapan, bir şeyler satan ve bir şeyler alan satıcı-alıcı ilişkisi, konuşması, diyalogu olmakla beraber, daha çok söze dayalı, söze göre üstünlük sağlamağa çalışan ve sözle yarışırçasına alışveriş yapan iki ve bazen de daha çok kişinin karşılıklı şekilde ortaya koydukları sözlü malzemelerdir. Manili, tekerlemeli ve irticalen üretilen folklor malzemeleri sadece alışverişi sağlamakla kalmamakta, özellikle büyük şehirlerde, kapalı çarşılar, büyük pazarlarda pazar kültürünün de terkip kısmını da oluşturmaktadır. Pazarlama yapan esnafın kendilerine özgü bir biçimde geliştirdikleri dil edimleri, sosyal bir grubun dünya görüşünü yansıttığı gibi, zevklerini, ekonomik ihtiyaçlarını, kısmen de olsa siyasi görüşlerini de açığa vurmaktadır. Pazar folkloru, onu konuşan esnafın kimi kavramlara ve durumlara bakış açılarını göstermekte ve sosyal bir grubun kimi eğilimlerini ortaya koymaktadır. Pazar konuşmalarının kendine özgü iletişim incelikleri ile dil kullanımları bu sosyal tabakanın kültürel ihtiyaçlarından doğmuştur (Bayat, 2019).

Pazarlar, tarih boyunca şehirlerin en gözde ve ayrılmaz bir parçası olmuştur. Şehirlerin en eski alışveriş merkezleri pazarlardır. Pazarların teorik olarak üç temel özelliği bulunmaktadır. Bu özellikler; pazarın sabit olmayıp belirli günlerde kurulması, satıcıların pazarlar arasında gidip gelmeleri ve alıcıların belirli yerde toplanmış olmasıdır. Ülkemizde kırsal kesimdeki pazarlar genellikle haftada bir kez ve aynı bölgede kurulurken, şehirlerde ise haftanın farklı günlerinde, farklı mahalle veya semtlerde kurulmaktadır. Pazarları, manav, süpermarket, hipermarket gibi diğer alışveriş merkezlerine göre daha cazip hale getiren başlıca unsurlar; ürün çeşitliliğinin fazla olması, fiyatların düşük olması, pazarlık yapabilme şansının olması, ürünlerin taze olması ve organik (sertifikalı)

ürünlerin olması olarak sıralanabilir (Özüdoğru ve Ar, 2018).

Çok sayıda insanın haftanın bir veya birkaç günü alışveriş için bir arada bulunduğu pazarlar, aynı zamanda sosyalleşmenin sağlandığı mekanlar konumundadır. İnsanların bir araya gelerek gündemi konuştuğu, tartıştığı bu mekanlar aynı zamanda bilgi edinmeyi ve bilgilerin yayılmasını da sağlamaktadır. Pazarlar, belli bir görüşün veya bilginin yaygınlaşmasında önemli derecede etkili mekanlardır. Bu nedenle toplumsal hareketliliğin sağlanmasında pazarların etkin bir gücü bulunmaktadır (Kuzay Demir, 2018). Pazarlar, birçok farklı kültüre ve gruba sahip satıcılar ve ziyaretçileri bir arada barındırmaktadır. Bu yapısıyla insanların sosyalleşme davranışlarını geliştirip, aidiyetlik duygusunu da oluşturmaktadır (Demirci ve ark., 2019).

Pazarlar kuruldukları yerlere (köy veya şehir) göre farklı sosyal yapılanmaya sahiptir. Satıcıların söylemleri, müşterilerin çok çeşitliliği veya tekdüze olması gibi folklorik unsurlar bu farklılığın nedenleri olarak gösterilebilir. Bu konuya genel olarak baktığımızda pazarlarda kültürel ve dinsel, sosyal ve ekonomik farklılıkların azaldığını, bazen de ortadan kalktığını söylenebilir (Bayat, 2019). Bu yapı, insanların hoşuna giden ve pazarı tercih etmesine aracı olan bir faktör olarak görülebilir. Pazarcılar, sosyal tabakaya bakmaksızın, çoğu zaman müşteri ile sıcak bir ilişki kurmak için onlara “abi, abla, annecim, babacım, teyze, amca, yenge, hocam” gibi kalıplaşmış akrabalık deyimleri ile seslenmektedirler. Bu sesleniş, akraba terimlerine duyarlılığı yüksek olan milletimiz tarafından çoğunlukla uygun bulunmakta ve hoş karşılanmaktadır. Geçmişten günümüze pazarlar, aile ihtiyaçlarının karşılanması yanında, gezme, görme, konuşma vb. yönleriyle de sosyal ihtiyaçların da karşılandığı yerler haline gelmiştir. Bu çalışmada, bir folklor haline gelen pazar kültürü içinde, bahçe ürünlerinin satışında semt pazarlarında kullanılan söz ve yazıların toplanarak bunların gelecek nesillere aktarılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada Samsun, Ankara, Karabük, Trabzon Rize, Tokat, Çorum, Sinop, Amasya, Ordu ve Giresun semt pazarları çalışmanın materyal

toplama alanlarını oluşturmuştur. 2020-2024 yılları arasındaki süreçte her yıl 30 kişi (öğrenci) tarafından semt pazarlarında 20 tezgah üzerinde gözlem ve görüşmeler yapılmıştır. Ülkemizin farklı yörelerinde meyve-sebze satış amaçlı kurulan semt pazarlarında satış için gerek sözlü olarak söylenen ifadeler ve gerekse etiketler - levhalar şeklinde tezgahlara konan yazılı metinler toplanması çalışmanın materyalini oluşturulmuştur.

Meyve-sebze satış amaçlı kurulan semt pazarlarından toplanan veriler, ürünlerin satışında kullanılan söz ve ifadelerin içerik ve kullanım amaçları dikkate alınarak sınıflandırılmıştır. Veriler, 1. Ürün kalitesini (fiyat-kalite ilişkisini) vurgulayan ifadeler, 2. Üretim yerlerinin kaliteyle etkisini (ürün ve üretim alanı ilişkisinin marka değeri olarak öne çıktığı alanları) birlikte vurgulayan ifadeler, 3. Ürünün insan sağlığına etkisini (bağışıklık sistemine ve hangi güncel hastalıklara şifa olabileceğini) vurgulayan ifadeler, 4. Esprili (pazar kültürü içinde yer alan tezgaha müşteriye çekmek için kullanılan) ifadeler olmak üzere 4 farklı başlık altında toplanmıştır. Yazılı ve sözlü ifadelerin ürün veya güncel konularla ilişkilerinin ortaya konulması çalışmanın yöntemini oluşturmaktadır.

Bulgular ve Tartışma

Semt pazarlarında satış için yazılı ve sözlü olarak kullanılan ifadeler, konularına göre sınıflandırılarak ürünle ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Söz ve ifadeler üründe kaliteyi vurgulayan, ürünün üretim yerlerini vurgulayan, ürünün sağlığa etkisini vurgulayan ve esprili sözlerle güncelliği vurgulayan ifadeler olmak üzere 4 başlık altında toplanmıştır. Söz ve ifadeler ilgili başlıklar içinde verilmiştir.

Ürünlerin Satışında Kullanılan Kaliteyi Vurgulayan İfadeler

Pazarcılar meyve ve sebze satışlarında yaygın olarak, ürünü vurgulayan ve kalitesini öne sürerek satışı arttırmaya çalışan ifadeleri sözlü veya yazılı olarak kullanmaktadırlar. Bu ifadelerden bazıları Çizelge 1’ de verilmiştir. Çizelge 1’ den de görüldüğü gibi satıcılar ürünün tadı ve olgunluk düzeyi üzerine vurgu yaparak sattığı ürünlerdeki kaliteyi ön plana çıkarmaktadırlar. Örneğin; “Bal gibi karpuz”, “Çok tatlı Şekerpare” ve “Mandalina şerbet” gibi

ifadelerle satıcı, ürünün çok tatlı olduğu vurgulamaktadır. Bol sulu, ince kabuklu gibi ifadelerle de limonun usare miktarının yüksek olduğu ve tüketiciyi memnun edeceği vurgulanmaktadır. İnce kabukluluk, çekirdeksizlik, meyve et miktarının fazlalığı, acı veya tatlı olması da kaliteyi vurgulamak için kullanılan ifadelerden bir kaçısı olarak örnek verilebilir. Tezgahlarda ürünlere konan etiketlerde, ürünün çeşit adı veya kalite sınıfı

hakkında bilgi çoğunlukla bulunmamaktadır. Hatta sertifikalı olmamasına karşın “organik” veya “iyi tarım uygulamaları” ifadelerinin de söz ve etiketlere eklendiği görülmektedir. Bu örnekler, doğru veya yanlış (sözlü ve yazılı) bilgilerle tüketicinin ürüne yönelmesinin amaçlandığını göstermektedir. Ürün hakkında doğru bilgilerin yer aldığı etiketleme uygulamalarının, yasal zemin ve eğitimle birlikte yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Çizelge 1. Semt pazarlarındaki ürün satışlarında ürünün kalitesini vurgulayan ifadeler

Kullanılan İfade ve Ürün Adı	
Deveci çok tatlı armut	Armut tereyağı bal (Deveci armudu)
Sert sulu çıtır (elma)	Kütür kütür çıtır mı çıtır (elma)
Elmaların hası Amasya elması	Dünyanın en güzel elması Amasya
Çekirdek yok (mandarin)	Bal gibi. İnce kabuk İzmir mandalina
Fena tatlı bebekler için (mandarin)	Mandalina şerbet
Şeker gibi (mandarin)	Washington aşırı tatlı bol sulu (portakal)
Yatak limon ince kabuklu ve bol sulu	Bol sulu limon
İnce kabuk bol sulu (limon)	Bol sulu eski limon
Tatlı sulu hakiki ekme ayva	Fark var. İzmir çekirdeksiz harika (üzüm)
Çok tatlı şekerpare (kayısı)	Anlatmaya gerek yok Bozdoğan çilek
İnan ki yemesi çok farklı (çilek)	Taş gibi Ziraat kiraz
Taze süt çağla	Ayvaların hası Ekme ayva
Karpuz değil, kan kırmızısı bunlar	Kurabiye karpuz
Bal gibi karpuz	Kesmece karpuz beğenmezsen alma
Hatırlarmısın çocukken yediğin karpuzu. İşte o karpuz	Etlı domates
Organik mis kokulu sağlıklı domates	Şahane organik salkım domates
Salkım domates	Yerli tohum. Çok lezzetli çeri domates
Lezzetli domates	Kahvaltılık çeri domatesi
Ege Ziraatin Mis kokulu çeri. İyi Tarım	Organik sade acı biber
%100 acı (biber)	Çimen gibi demet demet (biber)
Sırf tatlı sivri biber	İnce kabuk (dolma biberi)
Yağ biberi kırmızı (kappa biber)	Taze salata
Kır öyle al kılçık bulana otobüs (taze fasulye)	İlk toplama (taze fasulye)
Bol sulu kum havuç	Beybi taze patates
Buyur abla seç beğen al	Ürünümde sorun varsa haftaya gel paranı al

Pazarda müşterilerin tezgah seçimini belirleyen bir faktör, daha önceden alışveriş yapıp memnun kaldıkları esnafları tercih etmeleridir. Bu nedenle pazar geleneğinde dikkati çeken en önemli unsur, tezgahın her iki olan alıcı ve satıcı için geçerli olan güven duygusudur. Müşterinin güvenini kazanmak ve kaybetmemek pazar geleneğinde müşteri ve satıcı için yazılı olmayan bir kural olarak görülmektedir (Kuzay Demir, 2018). Bu değerlendirme geçerli olmakla birlikte, bazen üründen bazen de satıcıdan kaynaklanan nedenlerle güven ortamının sarsıldığı durumlar

ortaya çıkabilmektedir. Pazarda alıcılar daha önceden alışveriş yaptıkları ve güvendikleri satıcıları tercih ettiklerini, pazarda genellikle aynı satıcılardan aynı ürünleri aldıklarını belirtmektedirler. “Üründen memnun kaldıysam her hafta aynı satıcıya gitmeye çalışıyorum” diyen alıcılar önemli bir çoğunluğu oluşturmaktadır (Özüdoğru ve Ar, 2018).

Pazarlar, satıcılar arasındaki dostluklar yanında rekabetinde yaşandığı mekanlardır. Bu rekabette karşı tezgaha isim vermeden laf sokmak, ürünü tezgahına estetik ve renk uyumu olacak şekilde

dizerek aynı malı satanlar arasında daha gösterişli tezgah oluşturmak, sloganik cümlelerle çığırkanlık yapmak bu rekabetin ana uygulamalarıdır. Ürün kalitesinin vurgulanması da bu rekabette ilk yapılan bir uygulama olarak göze çarpmaktadır.

Ürünlerin Satışında Kullanılan Üretim Yerlerini Vurgulayan İfadeler

Pazarcılar meyve ve sebze satışlarında, ürünün üretim yerini hatta marka değeri olan veya

coğrafi işaret alan ürünlerin üretim yerlerinin adlarını sık sık vurgulamaktadırlar. Bu yöntemle, hem üretim merkezine bağlı olarak kalite vurgusu yapılmakta, hem de (yerli üretim gibi ifadelerle) şehir milliyetçiliği duyguları uyarılmaktadır. Üretim yerleri ve buna bağlı olarak ürün kalitesini öne çıkararak satışı arttırmaya yönelik (sözlü veya yazılı olarak) kullanılan ifadelerden bazıları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Semt pazarlarındaki ürün satışlarında ürünün üretim yerini vurgulayan ifadeler

Kullanılan İfade ve Ürün Adı	
Çengelköy hıyarı	Köy yerli badem (Hıyar)
Yerli domates	Çanakkale bahçe domates
Vur duvara çatlamaz çık üstüne patlamaz Çanakkale Geçilmez bu domates seçilmez	Çanakkale son tarla elveda (domates)
Niğde patatesi / Sivas patatesi	Tatlı köy biberi
Bebe havucu yerli	Havuç Beypazarı
Doğal köyden dereotu	Erikli (şeker) fasulyesi
Doğal köyden marul	Taşköprü sarımsak
Amasya misket (elma)	Doğal Alanya papaya
Antalya Finike çok tatlı (portakal)	Öz Finike yemeklik (portakal)
İzmir bal Satsuma	İzmir Satsuma çok taze. Yede öyle al
Mis kokulu Köyceğiz Klemantin	Yayla Jumbo alıç
Yalova sert sulu elması	Köyden cıtır elma
Yerli muz harika	Yayla çilek
Köyden tatlı erik	Köyden çağla
Malatya şekerpare (kayısı)	İğdir kayısı

Satıcılar, rekabet ve ürün kalitesini vurgulamak amacıyla ürünün yetiştirildiği il veya ilçeyi ön plana çıkarma yolunu da seçmektedirler. Burada ürünün coğrafi işaretli olup olmaması önemli görülmemektedir. Hatta bu yaklaşım, adlandırmaya konan yüksek fiyatla birlikte tüketicinin aldatılma durumunu da gündeme getirmektedir. Örneğin Samsun ili Atakum ilçesinin Erikli beldesinde yetiştirilen şeker fasulyesi, yüksek rakımın da etkisiyle çok kaliteli olmakta ve pazarlarda daha yüksek fiyatla satılmaktadır. Başka merkezlerde üretilen aynı çeşit fasulye erikli fasulyesi olarak satılarak tüketici tezgaha çekilmekte ve aldatılma durumu ortaya çıkmaktadır. Bazı satıcılar dürüst davranarak, bu ürünün Tokat’ta, Amasya’da Çarşamba’da üretildiğini tüketiciye belirtmektedirler.

Tüketicilerin kaliteli ürün ve hizmet ararken satıcıların yönlendirmesine düşmemeleri için, satıcıya karşı nasıl bir iletişim stratejisi izleyeceklerini belirlemeleri gerekmektedir. Aksi

halde tüketiciler, ihtiyacı olmayanı alma veya ihtiyaçtan fazlasını (farkında olmadan) satın alma yapabilmektedirler. Bu durum, tüketicileri ürün değerinin üzerinde ödeme yapma durumunda da bırakabilmektedir.

Etiketlemedeki hata ve eksiklikler, çeşit adlarının müşterinin bildiği bir ad üzerinde olacak şekilde değiştirilmesini de beraberinde getirmektedir. Birden çok çeşidin bir isim altında toplanması (homonim) veya bir çeşidin birden fazla isimle sunulması (sinonim) pazarlarda sözlü veya yazılı olarak sıklıkla görülen satış ifadeleridir. Bu ifadeler, ürün fiyatlarının objektif olarak karşılaştırılmasında sorun oluşturduğu gibi, alıcıları tercih yapmakta da sıkıntıya sokmaktadır. Çünkü, birçok ürün almaya gelen bir kişinin, her üründe iyiyi ve kaliteyi bilerek ürünü seçmesi söz konusu olamamaktadır. Bu durum, alıcıların satıcı ifadeleri ve tezgahların önündeki kalabalık durumuna göre ürüne güvenmelerini beraberinde getirmektedir.

Yapılan bir çalışmada, bazı satıcıların alışveriş esnasında ağır davranarak tezgah önünde kalabalık oluşturdıkları ve bu sayede daha fazla müşteriye tezgahlarına çektiklerini belirlenmiştir. Tezgahta fazla insan olmasının, diğer ifadeyle tezgah önünün kalabalık olmasının “Herkes buradan alıyor burada mal iyi”, “Acaba orada bir şey mi var? Uygun bir şey mi var, ucuz bir şey mi var?”, “Acaba ne var burada ne olabilir neden bu kadar insan var burada” şeklinde düşüncelerle ilgi ve merak uyandırılarak müşteri çekmede etkili olduğu da bildirilmiştir (Özüdoğru ve Ar, 2018). Her ne kadar şehir adları, ürün tanınırlıkları ve kalite satın almada çok önemli olsada, tezgah önündeki kalabalıkların da alıcının güven duymasında yönlendirici olduğu görülmektedir. Alıcıların, pazarı dolaştıktan sonra veya güvendiği aynı tezgaha giderek alışverişe başladıkları görülmekle birlikte, satıcıların satışlarını arttırmak için yaptığı uygulamaların da ürün ve ürünün alınacağı tezgahın seçiminde etkili olduğu görülmektedir.

Ürünlerin Satışında Kullanılan Ürünün Sağlığa Etkisini Vurgulayan İfadeler

Semt pazarlarındaki ürün satışlarında, üründeki kalitesi yanında ürünün insan sağlığına olan katkılarının da vurgulanması yapılarak satışları artırma yoluna gidilmektedir. Özellikle Covid 19 pandemisi sırasında ve sonrasında bağışıklığı sağlamanın önemi ve meyve - sebzelerin bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerinin sürekli vurgulanması, tüketicileri sık sık bu ürün neye iyi gelir sorusunu sormalarına neden olmuştur.

Satıcılar da bu durumu, doğru/yanlış bilgilerle birlikte satışlarını arttırmada bir strateji (taktik) olarak kullanmayı tercih etmişlerdir. Semt pazarlarında ürünün sağlığa etkileri konusunda kullanılan ifadelerden bazıları Çizelge 3’de verilmiştir.

Satıcılar, satışlarını arttırmak ve alıcıları tezgahlarına çekebilmek için ürünün insan beslenmesi ve sağlığı üzerine etkilerine vurgu yapmayı da tercih etmektedirler. Örneğin; “Bağışıklığınız için dost hastalıklara düşman”, “Şifalı karadut”, “Ekşi-tatlı dengele diyabeti engelle” ve “Evinin doktoru” buna örnek olarak verilebilir (Çizelge 3).

Meyve ve sebzeler enerji içeriklerinin düşük, mineral madde ve vitamin içeriklerinin yüksek olması nedeniyle beslenme ve insan sağlığı bakımından önemli gıdalardır. Yeterli seviyede sebze ve meyve tüketimiyle kanser, kalp ve damar hastalıkları, hipertansiyon, sindirim sistemi hastalıkları başta olmak üzere birçok kronik hastalık riskinin azaltılması, bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi ve yaşlanmanın geciktirilmesi sağlanabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından günde en az 400-500 g meyve ve sebze tüketilmeli önerisine dayanarak, günde en az beş porsiyon meyve ve sebze yenilmesi gerektiği bildirilmektedir (Ceyhun Sezgin, 2014). Yenilecek ürünün tazeliği ve kalitesi, besin içeriğini etkilenmektedir. Semt pazarlarında taze ürün bulabilme durumu olduğundan tüketiciler meyve sebze alımı için semt pazarlarını daha çok tercih etmektedirler.

Çizelge 3. Semt pazarlarındaki ürün satışlarında ürünün sağlığa etkileri konusunda kullanılan ifadeler

Kullanılan İfade ve Ürün Adı	
Ekşi-tatlı dengele diyabeti engelle (elma)	Evinin doktoru (Sarımsak)
Şifalı karadut	Çaya çorbaya limon
Şeker soğan göz yakmaz mide ağrıtmaz yede gör	Bağışıklığınız için dost hastalıklara düşman
Yeşilin gücünü sofralarınıza taşıyın	Vitamin deposu meyveler
Kırmızı şifalı can yapar kan katar (kırmızı tatlı soğan)	Birçok hastalığınıza şifa olan limon. Essss geçmeyin
Karaciğer Uzmanı Prof. Dr. Engin Ar	Kavun karpuz ye tansiyonu dengele

Son yıllarda tüketicilerin günlük olarak tükettikleri yiyecekler ile sağlıkları arasındaki ilişkiye verilen önemin artmasıyla birlikte, fonksiyonel gıda kavramı ortaya çıkmış ve fonksiyonel gıdalara olan ilgi artmıştır. Geleneksel olarak tüketilen gıdaların içerdiği faydalı içeriklerin zenginleştirilmesiyle birlikte yeni besinler üretilmeye başlanmıştır. Hangi

yiyeceğin ne fayda sağladığının bilinmesi, insanların sağlıkları üzerinde daha fazla kontrol sahibi olmasına fırsat sunmuştur. Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin ötesinde vücut için faydaları olan, belirli hastalıkların önlenmesinde ve hastalığa yakalanma riskinin azaltılmasında rol oynayan yani sağlığa bir fayda sağlayan gıdalar olarak tanımlanmaktadır. Bu faydaları

sağlayan bileşenler, besinlerin içinde doğal olarak bulunabildiği gibi besinler işlenerek dışardan da eklenebilmektedir (GTBD, 2024).

Günümüzün kanser başta olmak üzere güncel sağlık sorunları ile Covid 19 pandemi sürecinde bağışıklık sistemini güçlendirmenin öneminin sık sık vurgulanması insanları alacağı ürünün sağlığa hangi yönde fayda sağlayacağını sorgular duruma getirmiştir. Bu gelişme, satıcıların yazılı ve sözlü ifadelerle ürünün faydalarını vurgulamalarını beraberinde getirmiştir. Ancak, doğru olmayan veya eksik bilgilerle ürün alımına ve tüketimine insanların yönlendirilmesi birçok sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Tüketilen gıdanın ihtiyaç duyulanın tersi içeriğe sahip olması veya beklenildiği düzeyde içeriğe sahip olmaması yanında devam eden tedavi sürecini hastaların aksatması, insanların sağlıklı olalım derken mevcut sağlıklarının daha da bozulmasına yol açabilmektedir. Diğer yandan, meyve ve sebzelerin içerikleriyle birlikte gündemde olması adeta bu ürünleri ilaç konumuna getirmiştir. İnsanların çok sayıda besin ögesine ihtiyaç duymaları ve bunların tamamının bir üründe bulunmaması dikkate alındığında, ürün tüketiminde çeşitliliğin sağlanmasının sağlıklı yaşam için daha güvenilir bir reçete olacağı söylenebilir.

Ürünlerin Satışında Kullanılan Esprili İfadeler

Semt pazarlarında alıcıları tezgaha çekmede komik ve düşünmeye sevk eden ifadeler de sıklıkla kullanılmaktadır. Pazarcılar bu ifadelerle, yaşanan sıkıntıları, sorunları komik bir dille ifade ederek veya alaya alarak pazarların daha eğlenceli yerler olmasına da katkı sunmaktadırlar. Aynı zamanda güncel bir olayla ilgili veya ekonomik sorunlarla ilgili hiciv özelliğinde ifadelerle de rastlanmaktadır. Semt pazarlarında güncel konu, komik ve düşünmeye sevk eden ifadelerden bazıları Çizelge 4’ de verilmiştir.

Semt pazarlarında hayatın içinden gerçeklerin vurgulandığı görülmektedir. “Yiğit muhtaç olmuş kuru soğana” diyerek ekonomik sıkıntılar; “Pazara gel alışveriş yap eve dön. Hayat eve sığar.” ve “Allah vermiş pırasa hiç yenir mi yarasa. Zıkkımın kökünü yiyeciler çöktü piyasa” diyerek Covid 19 pandemisi; “Bedava yaptık koş koş koş”, “Al bu kirazdan kalmaz birazdan” ve “Param olsa ben de alsam” diyerek

ucuzluk ve kalite; “Kaynana kadar acı, torun kadar tatlı”, “Yiyin kocanızın parasını öbürüne kalmassın” ve “SSK doktoru gibi uzaktan bakma, gel abla geel!” diyerek esprili bir dille sosyal yaşamdan bir konunun vurgulandığı görülmektedir. Bu örnekler, daha fazla gruplara ayrılarak da verilebilir. Burada belirtmek istediğimiz, pazarların bir tiyatro sahnesi gibi canlı ve izleyeni çeken bir özelliğe sahip olduğunun bilinmesidir.

Pazar alışverişinde alıcının belirlediği rotayı etkileyen bir diğer unsur ise esnaf ve tezgahıdır. Elbette pazar esnafının yüksek sesle bağırarak malının özelliğini, fiyatını ya da diğer mallardan farkını belirtmesi müşteriler üzerinde etkili bir pazarlama stratejisidir. Bu uygulamaya “çığırtkanlık” denilmektedir. Çığırtkanlık yaparken pazarcılar, maniler, tekerlemeler, türküler, atasözleri ve deyimler gibi halk bilgisi ürünlerini sıklıkla kullanırken aynı zamanda şarkı sözleri veya güncel ifadeler gibi popüler kültür ürünlerini de kullanmaktadırlar. Tüm bu sözlü kültür ürünlerinin kullanımı, toplumsal tecrübe ve beğeni ürünü olan tescillenmiş sözler ile dikkati çekmenin yüksek oranda başarı sağlamasından kaynaklanmaktadır (Kuzay Demir, 2018; Bayat, 2019). Pazarlarda satıcıların alıcıyı çekmek için yaptığı sözlü seslenişler, zaman zaman satıcılar arasında karşılıklı diyaloglarla devam ederek pazara ayrı bir neşe katmaktadır.

Pazar alışverişlerinde satıcılardan etkilenme ve alacağı ürünlerin dışına çıkmada, cinsiyetlere göre de farklılıkların olduğu görülmüştür. Alışveriş listeleri ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada, kadınların alışveriş listelerine uymadığı, erkeklerin ise eşlerinin hazırladığı listelere bağlı kalarak pazar alışverişini yaptıkları belirlenmiştir (Yaşar ve ark., 2016). Bu durum, satıcıların hedef kitle olarak kadınları görmelerini de beraberinde getirmiştir.

Semt pazarlarında ürünle ilişkilendirilebilen veya ilişkilendirilemeyen ifadeler, o tarihlerde yaşanan güncel bir olaya yapılan uyarlamalar, ekonomik sorunların hiciv ve eleştirisiyle komik bir dille vurgulanması ve benzeri ifadeler pazar kültüründe önemli bir yer tutmaktadır. Bu ifade çeşitliliği, pazarların insanları rahatlatan alanlar olduğunu göstermektedir. Nitekim birçok insan için pazara gitmek, alış veriş merkezlerine

(AVM'lere) gitmek kadar önemli görülen bir tercih olmaktadır.

Çizelge 4. Semt pazarlarındaki ürün satışlarında kullanılan esprili ifadeler

Kullanılan İfade ve Ürün Adı	
Gel vatandaş gel gemi battı, fiyatlar düştü...	SSK doktoru gibi uzaktan bakma, gel abla geel!
Korona bile geldi sen hala yoksun be gülüm	Pazara gel alışveriş yap eve dön. Hayat eve sığar.
Şu an düştü (ucuzladı)	Bedava yaptık koş koş koş
Facebook' ta bile beğendiler	Buyur abla seç, beğen al
Şeker şeker parayı cepten çeker	Param olsa ben de alsam.
Dedikodu çekirdeği	Önce yeeee / Yimek selbes
Almanın gece rüyalarına giriyor abla gel	Dedikodusu yapılan tezgâh burası gel...
Eller aya biz yaya getirdik kaliteyi ayağınıza	Domatesi mincıklayanın kaynanası ölmesin
Allah vermiş pırasa hiç yenir mi yarasa. Zıkkımın kökünü yiyesiceler çöktü piyasa	Bunları satamazsam kaynanam eve almayacak tezgaha gelll
Yimin olsun çok tatlı	Meyve gurusu düttü fûrüttü
Yiğin kocanızın parasını öbürüne kalmasın	Alan mutlu almayan bin pişman
Hakiki papaz buda rahibe (erik)	Al bu kirazdan kalmaz birazdan
Portakala gelll aman balkonda sıkma yoksa evi su basar.	Bir ayrılığın ardından Yıldız Tilbe dinleyen güzelin gözyaşları kadar sulu portakal
Diş kıran. Sert sulu (elma)	Elmalar kütür kütür, gel hepsini götür.
Mandalina İzmir koy cebine gezdir...	Çok fena (kayısı – Şekerpare)
Canını sıkma al bu limonu sık	Sana bir şey olabilir, bu ürüne olmaz abla...
Kötü söze bile kırılıyor (ceviz)	Domatese gelll
Kocasından şikayetçi olanlar aldı bile!(Jelibon biber)	Kaynana kadar acı, torun kadar tatlı (biber)
Hayat kadar acı (biber)	Kaynana kadar acı (biber)
Koca susturan (Jelibon biber)	Acımız taze (biber)
Üzerinde Karşıyaka forması olan bir kız kadar tatlı (biber)	Bir kadını ağlattıktan sonra kendisini ateşe atan tek varlık (soğan)
Küçüğüm ama lezzetliyim (sarımsak)	Yiğit muhtaç olmuş kuru soğana
Ateşle yaklaşmayın patlar (patlak mısır)	Yer altından beyaz altın çıkardık, gel al (sarımsak)B
Lütfen beni kırmayın (taze fasulye)	Son elveda bezelyesi
Karaciğer Uzmanı Prof. Dr. Engin Ar	Temel Reis'ten Safınaz'a Sevgilerle (Ispanak)

Farklı sosyal çevreleri buluşturan pazarlar, aynı zamanda kültürel alışverişin gerçekleştiği toplumsal mekanlardır. Farklı bölgelere ait halk bilgisi ürünlerinin paylaşımı, bu ürünlerin yerelden ulusala taşınmasında etkin olmaktadır. Aynı zamanda somut olmayan kültürel miras ürünlerinin kullanımı ile bu ürünlerin gelecek kuşaklara aktarımı da sağlanmaktadır (Kuzay Demir 2018). Semt pazarları bir taraftan cadde ve sokaklara canlılık katarken diğer taraftan sosyal hareketliliği de arttırmaktadır.

Sonuç

Semt pazarları, Türk halkının yıllardır tercih ettiği alışveriş yapma, buluşma ve gezme

mekanlarından biri olma konumunu devam ettirmektedir. Günümüzde semt pazarları sadece ekonomik ihtiyaçların karşılanabildiği yerler değil, aynı zamanda sosyal ihtiyaçların da karşılandığı yerler haline gelmiştir. Diğer bir ifadeyle pazarlar, sosyalleşme ortamı konumunda bulunmaktadır.

Pazarlarda alıcı ile satıcı arasında geçen diyaloglar ve satıcının sattığı mal hakkındaki ifadeleri, pazarlara özgü bir kültürü (folkloru) ortaya çıkarmıştır. Ülkemizde ürün satışlarında görülen en önemli eksikliklerden bir tanesi, gerekli doğru bilgilerin yazılmamasından kaynaklanan etiketleme eksiklikleridir. Bu noktadaki açıklar, satıcıların sözlü veya yazılı

ifadeleriyle kapatılmaya çalışılmaktadır. Satıcılar, sattıkları üründe kaliteyi, sağlığa etkisini güncel konular üzerinden vurgulayarak satışı artırma yoluna gitmektedirler. Bu ifadelerde çoğu kez doğru bilgi verilmemesi, tüketici açısından bir risk oluşturmaktadır.

Son yıllarda manav reyonları bulunan zincir marketlerin sayısının artması, aynı zamanda internet ortamında meyve-sebze siparişlerinin alınıp evlere (adreslere) teslim edilmesi, alışveriş formatını giderek değiştirmekte ve bu yöntem semt pazarlarına da alternatif oluşturmaktadır. Bu gelişmeye rağmen halkımızın gözünde semt pazarları halihazırda en doğru alışveriş mekanları olarak görülmektedir. Alışveriş için pazarlara gidemeyen tüketicilerin pazara gitmemesinin en önemli nedeni, pazara gitmek için yeterli zamanlarının olmaması olarak gösterilebilir. Sağlık sorunları nedeniyle pazara gidemeyen çoğu tüketiciler alışverişlerini bir yakını veya komşusu aracılığıyla yine pazardan yapmayı tercih etmektedirler. Denetimler ve doğru bilgilerle birlikte bir folklor oluşturan pazar kültürünün alıcıların güvenli alışveriş yapabilecekleri şekilde yaşatılması gerekmektedir.

Teşekkür

Ziraat Fakültesi son sınıf öğrencilerine verilen “Ürün Muhafazası ve Pazarlama” dersinin uygulaması kapsamında farklı il ve ilçelerdeki pazarlara giderek veri toplayan lisans öğrencilerime teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Balcı, T., Darancık, Y., 2019. Kültür Mirası Olarak Pazar(cı) Dili. IV-EUROASIA International Congress on Multidisciplinary Studies. August 25-28, 2019 / Shymkent, Kazakhstan. 56-63.
- Bayat, F., 2019. Pazar Folkloru. Uluslararası Halkbilimi Araştırmaları Dergisi 1(2): 5-16.
- Ceyhun Sezgin, A., 2014. Meyve, Sebze ve Sağlığımız (Fruit, Vegetable and our Health). Journal of Tourism and Gastronomy Studies 2(2): 46-51.

- Demirci, Ö., Akyol, D., Özkan, D.G., 2019. Semt Pazarı Kullanıcılarının Memnuniyet Düzeyleri ve Tekrar Ziyaret Etme Niyetleri: Trabzon Kireçhane Örneği. Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Dergisi, 6(44): 3707-3714.
- GTBD (Gıda Takviyesi ve Beslenme Derneği). 2024. Fonksiyonel Gıda. <https://gtbd.org.tr/fonksiyonel-gida/>. Erişim Tarihi: 02.10.2024.
- Kuzay Demir, G., 2018. Mekân-Zaman-İnsan İlişkisi Bağlamında 21. Yüzyılda Pazarlar. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 21(40): 63-74.
- Okay, H., 2017. Stratejik Rekabet Üstünlüğü Sağlama Aracı Olarak İnovasyon Stratejileri: Kişisel Bakım Sektörü İşletmelerine Yönelik Bir Araştırma. T. C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 103s.
- Özüdoğru, M., Ar, A.A., 2018. Halk Pazarı Ortamında Alıcı ve Satıcı Davranışları ve Karşılıklı Uygulanan Pazar Stratejileri Üzerine Nitel Bir Araştırma. Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6 (ICEESS’ 18): 113-119.
- TDK, 2024. Güncel Türkçe Sözlük: Rekabet. <https://sozluk.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 30.09.2024.
- Uçaner, B., 2008. Meyvelerin Türküsü. International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic, Volume 3/5 Fall 2008. 282-318.
- Yaşar, E., Özçelik, Ö., Er, İ., 2016. Pazarlardaki Tüketici Profili Araştırması Kütahya Semt Pazarları Örneği. Kütahya: Academia Yayınevi. ISBN: 978-975-17-0000-1 Birinci Basım Mayıs-2016/Kütahya 87s.
- Yıldız, H., 2021. Pazarlama ve Satış Arasındaki Fark Nedir? <https://www.haldunyildiz.com/pazarlama-ve-satis-arasindaki-fark-nedir/>. Erişim Tarihi: 25.09.2024.

Kesme Gül ve Krizantemde Hasat Sonrası Farklı Uygulamalar

Hatice DEMİRCİOĞLU¹  Ömür DÜNDAR¹  Aslıhan AĞAR ÖZKAYA² 

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Türkiye

²Çukurova Üniversitesi Pozantı Meslek Yüksekokulu, Adana, Türkiye

Öz

Bu derlemede Dünya kesme çiçek ticaretinde ilk iki sırada olan, insanlar tarafından en çok tercih edilen kesme çiçek grubu içerisinde yer alan gül (*Rosa hybrida* L.) ve krizantem (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) yetiştiriciliğinde üreticiden tüketiciye ulaşmaya kadar geçen süreçte kalitenin korunmasında etkili olan faktörler (sıcaklık, nem, etilen, vazo ömrü, yaşlanma), hasat sonrası uygulamalar (ön soğutma, solüsyon çekirme, solüsyon içinde bulundurma, nano teknolojik kaplama), paketleme (kâğıt, polietilen poşetle sarma), depolama (uzun veya kısa süre, kuru veya yaş), taşıma (düşük veya yüksek sıcaklıkta, kuru veya solüsyon içinde) sırasında yapılan uygulamalara yönelik son araştırmalara ve yeni teknolojilere yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gül, krizantem, muhafaza, vazo ömrü, hasat sonrası.

Different Postharvest Treatments for Cut Roses and Chrysanthemums

Abstract

This compilation includes the latest research and new technologies on the factors that are effective in preserving the quality of rose (*Rosa hybrida* L.) and chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat), which are the most preferred two cut flower groups in the world cut flower trade, from the producer to the consumer (temperature, humidity, ethylene, vase life, aging), post-harvest applications (pre-cooling, solution extraction, keeping in solution, nano-technological coating), packaging (wrapping with paper, polyethylene bags), storage (long or short term, dry or wet), and transportation (low or high temperature, dry or in solution).

Keywords: Rose, chrysanthemum, storage, vase life, postharvest.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: H. Demircioğlu; ddemirciogluhatice@gmail.com
Makalenin Türü /Category: Araştırma/Research

Hatice DEMİRCİOĞLU  <https://orcid.org/0000-0003-2469-5030>

Ömür DÜNDAR  <https://orcid.org/0000-0002-2388-0333>

Aslıhan AĞAR ÖZKAYA  <https://orcid.org/0009-0004-0874-1636>

Giriş

Türkiye, uygun iklimi, coğrafi konumu, pazar ülkelere yakınlığı ve ucuz iş gücü sayesinde süs bitkileri üretiminde önemli avantajlara sahiptir. 2023'te toplam 5.815 ha alanda süs bitkileri üretimi yapılmış, en büyük üretim İzmir, Sakarya, Antalya, Bursa ve Yalova'da yoğunlaşmıştır. Üretim alanlarının 1.470 ha'lık kısmını kesme çiçekler oluşturmakta, özellikle Antalya ve İzmir'de çoğunluğu seralarda, ihracata yönelik yüksek kaliteli kesme çiçek üretimi yapılmaktadır. Kesme çiçek; buket, sepet, çelenk ve aranjmanlarda kullanılan çiçek, gonca, dal ve yaprakların taze, kurutulmuş, boyanmış veya ağartılmış halleriyle pazara sunulan ürünleri ifade eder. Türkiye'de 2023 yılında toplam 1,34 milyar adet kesme çiçek üretilmiş; 2,84 milyon m² alanda 105 milyon adet kesme gül, 1,15 milyon m² alanda ise 72 milyon adet kesme kasımpatı yetiştirilmiştir (TÜİK, 2024).

Dünyada üretilen kesme çiçeklerin yaklaşık %25'i üreticiden tüketiciye kadar olan zincirde

farklı nedenlerden dolayı kayba uğramaktadır. Çiçek sapı, yaprak ve çiçek organlarındaki kalite kayıpları ya ürünün pazar değerini düşürmekte ya da ürünün satışını engellemektedir. Bu nedenle üreticiden tüketiciye kadar olan zincirde hem kalitenin korunması hem de hasat sonrası kayıpların önlenmesi üretici-tüketici memnuniyeti açısından önemlidir (Kazaz, 2015). Kesme çiçeklerin hasat sonrası yönetimi ve işlenmesinin ana hedefleri kaliteyi (görünüm ve doku) korumak, hasat ve tüketim arasındaki kayıpları azaltmaktır (Senapati ve ark., 2016).

Kesme çiçeklerde hasat sonrası kayıpların azaltılması için çiçek hasadını yapan kişilerin nazik kullanım ve doğru hasat konusunda iyi eğitilmesi, çiçeklerin optimum olgunlukta hasat edilmesi ve hemen suya konarak soğuk zincirde paketleme evine taşınıp hızla satışa sunulması gerekmektedir. Derim öncesinde kalite kaybını etkileyen başlıca unsurlar; çeşit ve yetiştirme koşullarıdır. Vazo ömrü, hastalıklara hassasiyet, etilen duyarlılığı gibi faktörler çeşitlere göre değişirken; sıcaklık, ışık, nem, sulama, besleme,

hastalık ve zararlılarla mücadele gibi yetiştirme koşulları da vazo ömrünü doğrudan etkilemektedir. Derim sonrası ise sıcaklık, etilen, su kaybı, iletim demetlerinin tıkanması, ön soğutma, geotropizm, yaprak sararması ve patolojik bozulmalar vazo ömrünü belirlemektedir. Vazo ömrü uzunluğu yaklaşık %67 oranında derim öncesi, %33 oranında derim sonrası faktörlere bağlıdır. En uygun vazo ömrü koşulları 20-23°C sıcaklık, %40-80 nem ve 12 saat süreyle 1000-2500 lüks aydınlatma sağlanan ortamlardır; vazo ömrünün sonu ise çiçeklerin ilk solma belirtilerinden tamamen ölmesine kadar olan süreçle tanımlanır (Kazaz, 2015; Senapati ve ark., 2016).

Kesme çiçeklerde 4 günlük taşıma süresi sonunda vazo ömrünün ortalama %32 azaldığı belirlenmiştir. Bu kaybı azaltmak için demetleme, boylandırma, paketleme, su çekirme, pulsing (çiçeklerin yüksek konsantrasyonda sakkaroz ve anti-etilen bileşiği ile kısa süreliğine işlenmesi), yeniden kesim ve depolama gibi işlemlerin özenle yapılması gerekmektedir. Kesme çiçekler üretim alanından pazara su içinde veya kuru olarak taşınmaktadır; suda taşınmanın sadece yüksek sıcaklıklarda faydalı olduğu, düşük sıcaklıklarda gerekli olmadığı gösterilmiştir. Günümüzde birçok çiçek türü 'procona' adı verilen, su içeren özel kaplarda taşınmakta; ancak çoğu zaman soğutuculu tır veya kargo uçaklarıyla kuru taşımacılık tercih edilmektedir. Ayrıca deniz taşımacılığı, uzun sürede ekonomik ve sıcaklık kontrolü avantajlarıyla önem kazanmış; Kolombiya-Hollanda (14 gün) gibi hatlarda yapılan çalışmalarda çiçek kalitesinin korunduğu tespit edilmiştir (Kazaz, 2015; Kazaz ve ark., 2003).

Kesme Gül

Gül (*Rosa* sp.), *Rosaceae* familyasından, 1-2 metre boylanabilen, uzun ömürlü ve bol saçak köklü bir bitkidir; gövde ve dalları dikenli, yaprakları 5, 7 veya 9 parçalıdır. Çiçekleri 5 taç

yapraklı, sarı başlı erkek organlı ve farklı renklerde (pembe, beyaz, kırmızı, sarı, turuncu) olabilmektedir. Günümüzde yetiştirilen gül çeşitleri *Rosa gallica*, *Rosa indica* ve *Rosa lutea*'dan türetilmiş; melezleme çalışmalarıyla yüzlerce yeni kültür formu geliştirilmiştir. Modern güller; *Hybrid tea*, Floribunda, çok tonlu, tırmanıcı, yayılıcı, Polyantha ve minyatür güller şeklinde sınıflandırılmakta; ticari kesme gülcülükte ise en çok *Hybrid tea* gülleri kullanılmaktadır. Gül kalitesi; sap uzunluğu ve kalınlığı, taç yaprak sayısı ve rengi, gonca boyu ve çapı, yaprak sayısı ve rengi, vazo ömrü gibi kriterlere bağlıdır ve bu özellikler kültürel uygulamalarla düzenlenebilir. Hasat zamanı tür ve varyeteye göre değişmekte; sarı varyeteler daha kapalıyken, pembe ve kırmızı varyeteler dış taç yapraklar açılmaya başladığında hasat edilmektedir. Yetiştiricilikte kör sürgün ve bozuk başlar önemli sorunlardır (Korkut, 2004).

Taze kesme çiçek tedarik zincirleri, bozulmayı azaltmak ve müşteri memnuniyetini artırmak için hasat sonrası ömrü uzatmanın önemini farkındadır (Lin ve ark., 2018). Kesme çiçeklerin uzun ömürlü olabilmesi için hasat öncesi (Çizelge 1), hasat ve hasat sonrası çiçek ömrünü etkileyen faktörlerin bilinmesi gereklidir. Hasat sonrası işleme, çiçekleri pazara hazırlamak için hasat, şartlandırma, ön soğutma, pulslama (solüsyon çekirme), sınıflandırma, demetleme, paketleme, paletleme, depolama, nakliye ve satış gibi aşamaları içerir. Kesme çiçeklerin vazo ömrünü artırmak amacıyla çeşitli biyositler, tutma ve çekirme solüsyonları, büyüme düzenleyiciler ve farklı depolama sıcaklıkları kullanılmaktadır (Gupta ve Dubey, 2018; Çizelge 1, Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4). Ayrıca nakliye sırasında soğutma ve çiçeklerin başlangıç kalitesi (çiftçiye bağlı olarak) gül tedarik zincirinde niceliksel ve niteliksel kayıplar üzerinde önemli rol oynamaktadır (Grisotto ve Caixeta-Filho, 2018).

Çizelge 1. Kesme güllerde hasat öncesi yapılan işlemler

Çeşitler	Uygulamalar	Vazo Ömrü	Litaratür
cv. Moonlight	BA, GA ₃ , NAA uygulama	+	Hong ve Viet, 2016
cv. Vega	Metil salisilat, salisilik a. ve 1-MCP	+	Geerdink ve ark., 2016
cv. Carola	1-MCP uygulama, polietilen film	+	Huang ve ark., 2017
cv. Dolce Vita	Poliamin (putresin, spermin, spermidin)	+	Danaee ve Abdossi, 2018
cv. Blush	Serada; Distile su, sakkaroz, HQC	+	Qureshi ve ark., 2019
cv. H ₃ O	Serada %60-75-90 oransal nem	+	Chamani ve Wagstaff, 2019

Çizelge 2. Kesme güllerde hasat sonrası solüsyon çektirme işlemleri

Çeşitler	Uygulamalar	Vazo Ömrü	Literatür
cv. Yellow Island	NG, borik asit	+	Hashemabadi ve ark., 2014
cv. Upper Class	Al ₂ (SO ₄) ₃ , 8-HQS, NaOCl, Ca(ClO) ₂	+	Tilahun ve ark., 2015
cv. Maracuja	Al ₂ (SO ₄) ₃ , CaOCl ₂ , sakkaroz	+	Yayeh ve ark., 2017
cv. High&Macig	Sakkaroz-NG	+	AleKasir ve ark., 2017
cv. Samurai	Salisilik asit	+	Kazemi ve ark., 2018
Kesme gül	Sakkaroz	+	Sharma ve Thakur, 2020

Çizelge 3. Kesme güllerde hasat sonrası farklı solüsyonda tutma işlemleri

Çeşitler	Uygulamalar	Vazo Ömrü	Literatür
cv. Kardinal	H ₂ uygulama	+	Ren ve ark., 2017
cv. Cardinal	Sakkaroz, NaOCl	+	Awan ve ark., 2017
cv. Cherry Brandy	NG, Al ₂ (SO ₄) ₃ , HQC, CaOCl ₂ , sitrik a.	+	Jowkar ve ark., 2017
cv. Black Magic	8-HQS, NG, AgNO ₃ , kitosan, sakkaroz	+	Abdel-Kader ve ark., 2017
cv. Grand Prix	Sentetik zirkonil kompleksi	+	Fetouh ve Saad-Allah, 2017
cv. Jacq	Seryumun (Ce)	+	Wang ve ark., 2017
cv. Taj Mahal	Nano Ag, Cu, Zn, Mg ve C tüpler	+	Amingad ve ark., 2017
cv. Bacara	Farklı uçucu yağlar	+	Salehi Salmi ve ark., 2018
Kesme Güller	Sitrik asit, sakkaroz, 8-HQS, Al ₂ (SO ₄) ₃	+	Kinfe ve ark., 2018
cv. Tacazzi	H ₂ O ₂ , salisilik asit	+	Cocetta ve Ferrante, 2018
cv. Carola	Grafın oksitin	+	He ve ark., 2018
cv. Angelina	Kimyon uçucu yağ, 8-HQS	+	Mirjalili ve ark., 2018

Çizelge 4. Kesme güllerde hasat sonrası farklı işlemler

Çeşitler	Uygulamalar	Vazo Ömrü	Literatür
cv. Polar Star, Revival	7.5-10 Hz'lik titreşim (10-15 dk)	+	Pouri ve ark., 2017
cv. First Red	MeJA buhar, Sakkaroz	+	Foukaraki ve ark., 2017
cv. Baccara	<i>Bacillus subtilis</i> bakteri süspansiyon	+	Mousavi ve ark., 2017
cv. Anna, Gold Strike	Sakkaroz, Etanol, STS, BA, Salisilik asit 5-Sülfosalisilik asit	+	El-Nabarawy ve ark., 2018
cv. First Red	Depolama, 1-MCP	+	Demircioğlu ve ark., 2018
cv. Akito, Grand Prix	Depolama, ABA, 8-HQC	+	Woltering ve Paillart, 2018
cv. Samuray	Sakkaroz, mannitol, ATP	+	Shafeii ve ark., 2019
cv. Top Secret	Çeşme, damıtılmış, zenzem, manyetik su	+	Hegazy ve İbrahim, 2019
cv. Utopia	(NH ₄) ₂ SO ₄ , Ca(NO ₃) ₂ , KNO ₃	+	Hatamian ve Souiri, 2019
cv. Baccara	Sıcak su, Kimyasal solüsyon	+	Hamidi ve ark., 2020
cv. Rosa, Krohen	Depolama, (1±6°C, 1±10°C, 25°C)	+	Kadhim ve Alwan, 2020
cv. Red Sky, Blizzard	Al ₂ (SO ₄) ₃ , Etanol, Sakkaroz	+	Gebremedhin, 2020

Derecelendirmeden sonra kesme güller, polietilen film kaplı oluklu mukavva kutulara paketlenir; kutunun ucuna ince nemli kâğıt talaşı serilerek çiçeklere yastık sağlanır. Güller genellikle 20'li demetler halinde ip veya lastik bantla bağlanır, çiçek tomurcukları oluklu kâğıda sarılıp üst kısımda sabitlenir, alt kısım ise kâğıt mendille sarılır. İki demet, tomurcukları kutu kenarına bakacak şekilde karşılıklı yerleştirilir ve kutu kapatılmadan önce kâğıt mendil ile kaplanır. Hava taşımacılığı için önceden soğutulmuş güller, polistiren kutularda buz veya donmuş jel paketleri ile taşınarak dış sıcaklıktan yalıtılır. Paketlemeden önce polietilen sarım su kaybını azaltır ve güller 0°C'de kuru depolamada 2

haftaya kadar muhafaza edilebilir; ayrıca 4-5°C'de %75 nemde suda depolanabilir. Vazo suyuna %1 sakkaroz, garmisit ve sitrik asit eklenmesi su alımını kolaylaştırır. Depolama, taşımacılık ve vazo ömrü sırasında boyun bükme, açılma ve çiçek yaşlanması gibi morfolojik değişimler görülebilir (Senapati ve ark., 2016; Demircioğlu, 2010; Kazaz ve ark., 2003).

Vazo ömrünü belirlerken hem hasat öncesi hem de değerlendirmenin çevresel koşullarına büyük ölçüde bağlı olabileceği dikkate alınmalıdır (Fanourakis ve ark., 2013). Kesme çiçeklerde, hasattan satışa kadar süreçte kalitenin korunması kesme çiçeğinin çeşidine, yetiştirilme, muhafaza ve vazo ömrü koşullarına bağlıdır. Kesme gül kalitesi ve raf ömrünün bir kısmının yetiştirme koşullarına geri kalanının ise hasat sonrası koşullara bağlıdır (Vlad ve Vlad, 2017; Horibe ve Yamada, 2017).

Kesme Krizantem

Kasımpatı *Chrysanthemum morifolium* Ramat dünyada kesme gülden sonra en fazla ticareti yapılan kesme çiçek türüdür. Ticari yetiştiricilikte krizantemler; sprej, standart ve santini olmak üzere üç tipe ayrılır. Sprej tip, zengin renk ve şekil çeşitliliği, bol çiçeklenmesi nedeniyle özellikle Çin'de en önemli kesme çiçek, ABD ve Avrupa'da ise gülden sonra en yaygın ikinci kesme çiçek türü olmuştur (Li ve ark., 2009). Standart tiplerde her sapta tek çiçek istenirken, sprej tiplerde çok sayıda çiçek bulunur; bu çeşitlerde hasat zamanı farklılık gösterir ve vazo ömrü açısından kritik öneme sahiptir. Standart çeşitlerde hasat, dış petaller tamamen açıldığında, merkezi petaller henüz yeşil rengini kaybetmemişken yapılır; sprej çeşitlerde ise merkezi çiçek açılıp çevresindeki çiçekler tam geliştiğinde hasat edilir. Kaliteli üretim için sapların en az 60 cm uzun, dik, güçlü ve sağlıklı olması gerekir. Krizantemler, 1-1,5°C'de kuru olarak 3-4 hafta, suda 2-10°C'de 5-10 gün saklanabilir (Korkut, 2004). Ayrıca hasat sonrası uygulanan farklı solüsyon çekirme, depolama ve bekletme işlemleri kesme krizantemlerin vazo ömrünü iyileştirmiştir (Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7).

Çizelge 5. Kesme krizantemlerde hasat sonrası solüsyon çekirme işlemleri

Çeşitler	Uygulamalar	Vazo Ömrü	Literatür
cv. Reagan White Krizantem	Etanol, Metanol, Nane, Kekik, Çörek Otu	+	Bazaz ve ark., 2015
	Sakkaroz, Salisilik asit	+	Asif ve ark., 2016
cv. Royal Accent	BA, AgNO ₃ , CoSO ₄ , NaOCl, Depolama	+	Badawy ve ark., 2016
cv. Puma	Gümüş nanopartikül	+	Carrillo-López ve ark., 2016
cv. White Gold	8-HQS, Sakkaroz	+	Choudhari ve Kulkarni, 2018
cv. Reagan White Krizantem	Metanol, Etanol, BA, Paclobutrazol	+	Petridou ve ark., 2001
	(NH ₄) ₂ SO ₄ , Ca(NO ₃) ₂ , KNO ₃	+	Souri ve ark., 2018

Çizelge 6. Kesme krizantemlerde hasat sonrası farklı işlemler

Çeşitler	Uygulamalar	Vazo Ömrü	Literatür
Krizantem	Sardunya özütü, sap ucu kesik (5 cm)	+	Hashemabadi ve ark., 2016
cv. Vasantika Krizantem	1 Kr ve 1.5 Kr gama ışınlama	+	Bajpay ve Dwivedi, 2017
	S-carvone	-	Damunupola ve ark., 2010
cv. Jinba	4 °C ve 7 °C'de depolama	+	Yoo ve ark., 2014
cv. Little Pink	1 Kr gama radyasyon, 8-HQS	+	Bajpay ve Dwivedi, 2018
cv. Jinba	ClO ₂ 'de 5°C'de ıslak depolama	+	Roh ve ark., 2019

Krizantemler genellikle 91x43x15 cm ölçülerindeki teşhir kutularında, dereceye göre ayrılarak paketlenir; çiçekler büyük ve gevşekse, kutunun uç kısımlarına oluklu kâğıttan yastık konulur. Demetler, çiçek tomurcukları kutu kenarına ve gövde uçları merkeze bakacak şekilde karşılıklı yerleştirilir. Tomurcukların gelişim aşamasına göre saklama süresi değişir: 2.

aşama tomurcuklar çok olgunlaşmadığından depolanmamalı, 3. aşama tomurcuklar 0-1 °C'de 2 haftaya kadar, 4. aşama tomurcuklar ise 3 haftaya kadar saklanabilir; tamamen açmış çiçekler 31°F (-0.5 °C)'de 3-4 hafta kuru olarak muhafaza edilebilir, 35-38°F (2-3 °C)'de ise saklama süresi 2 haftayı aşmamalıdır. Yaprak

sararması 5 °C’de daha yaygın, 1 °C’de ise daha az görülmektedir (Senapati ve ark., 2016)

Çizelge 7. Kesme krizantemlerde hasat sonrası farklı solüsyonda tutma işlemleri

Çeşitler	Uygulamalar	Vazo Ömrü	Literatür
cv. Jinba	NaOCl, Sakkaroz, BA	+	Yoo ve ark., 2016
cv. Anastasia White	Ucucu yağlar	+	El-Sheshtawy ve El-Seraf, 2016
cv. Tzevlev	AgNO ₃ , Sakkaroz	+	Sharma ve ark., 2016
cv. Zembla	8-HQS, Sakkaroz, Triton X-100	+	El-Shoura ve Arafa, 2017
Kesme krizantemler	CuSO ₄ , Kobalt klorür, Al ₂ (SO ₄) ₃	+	Amin, 2017
cv. Baekma	Chrysal OVB, Floralife, Hiflora	+	Roh ve ark., 2017
cv. Thai Chen Queen	Sakkaroz, 5-SSA, Al ₂ (SO ₄) ₃	+	Veluru ve ark., 2018
cv. Remix, Yellow Fiji	Askorbik asit	+	Budiarto, 2019
cv. Arctic queen	Sirke, Misket limon, <i>Pongamia</i> yağı, Neem	+	Nirmala ve ark., 2019
cv. White Fiji	Wuluh yıldız meyve özütü	+	Laksono ve Widyawati, 2020
cv. Boris Becker Sunny AgNP		+	Rashidiani ve ark., 2020
Kesme krizantem	STS, Putresin,	+	Sedaghatthoor ve ark., 2020

Sonuç

Kesme gül ve kesme krizantem dünyada en fazla ticareti yapılan önemli kesme çiçek türleri arasında yer almaktadır Her iki kesme çiçek türünde, hasat öncesi ve sonrası işlemler farklılık gösterse de, bu işlemlerin ortak amacı kesme çiçek kalitesini korumak ve vazo ömrünü uzatmaktır. Çalışmada incelenen kesme çiçek çeşitlerinde, hasat, şartlandırma, ön soğutma, solüsyon çektirme, solüsyonda bekletme, sınıflandırma, demetleme, paketleme, depolama, taşıma, satış ve vazo ömrü süreçlerinde kalitenin korunması ve vazo ömrünün uzatılması amacıyla yapılan uygulamaların etkili ve uygulanabilir olduğu, ancak sonuçların çeşitliliğe bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Kesme çiçeklerin depolama, taşıma ve vazo ömrü süreçlerindeki koşullar ile bu süreçlerde kullanılan solüsyonlar ve uygulamalar farklılık göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Prof. Dr. Ömür Dündar danışmanlığında yürütülen doktora tezinden üretilmiştir. Desteklerinden dolayı Prof. Dr. Ömür Dündar’a teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

Abdel-Kader, H.H., Hamza, A.M., Elbaz, T.T., Eissa, S.M., 2017. Effects of Some Chemicals on Vase Life of Some Cut Flowers I. Effect of 8-Hydroxyquinoline

Sulfate, Silver Nitrate, Silver Nano Particles and Chitosan on Vase Life and Quality of Cut Rose Flowers (*Rosa hybrida* cv. “Black Magic”). Journal of Plant Production, 8(1), 49-53.

AleKasir, K., Naghshiband Hassani, R., Motalebi Azar, A., 2017. Effects of Silver Nanoparticles (SNPs) Pulsing Treatment and Sucrose Holding on Flower and Leaf Senescence of Cut Rose. Journal of Ornamental Plants, 7(2), 103-113.

Amin, O.A., 2017. Effect of Some Chemical Treatments on Keeping Quality and Vase Life of Cut Chrysanthemum Flowers. Middle East J. Agric. Res, 6(1), 208-220.

Amingad, V., Sreenivas, K.N., Fakrudin, B., Seetharamu, G.K., Shankarappa, T.H., Venugopalan, R., 2017. Comparison of Silver Nanoparticles and Other Metal Nanoparticles on Postharvest Attributes and Bacterial Load in Cut Roses var. Taj Mahal. International Journal of Pure and Applied Bioscience, 5(6), 579-584.

Asif, M., Ahmad I., Qasim, M., Ahmad, R., 2016. Effect of Pulsing with Various Preservatives on Postharvest Performance of Cut Polianthes Tuberosa L. ‘Single’ Spikes. Pak. J. Agri. Sci., Vol. 53(2), 331-338.

Awan, M.O.U., Khan, N., Ali, M., Junaid, M., Sohail, Nawaz, F., Khan, R., Shah, J.A.,

- Ali, A., Mehmood, N., Ullah, Z., Ahmad, I., Khalil, A.U.R., 2017. Response of Cut Rose cv. Cardinal to Sucrose and NaOCl Concentration. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 6(1): 171-179.
- Badawy, N.M., Hassan, S.E., El-Shoura, H.A.S., El-Shreif, M.H.M., E-Napwya, M. El-Quesni F., 2016. Effect of Pulsing in Preservative Solution, Growth Regulator BA and Cold Storage on the Longevity of Chrysanthemum Cut Flowers cv. Royal Accent. *J. Agric. Sci.,Cairo*, 24(1), 139-146.
- Bajpay, A., Dwivedi, D.H., 2017. Effect of Vase Solutions and Gamma Radiation on Vase Life of Chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* R.) cv. Vasantika. *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 5(3), 522-529.
- Bajpay, A., Dwivedi, D.H., 2018. Effects of Holding Solutions and Gamma Radiation on Flower Longevity of Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora*) cv. Little Pink. *Int. J. Pure App. Biosci.* 6(1): 1133-1138.
- Bazaz, A.M., Tehranifar, A., Karizaki, A.R., 2015. Use of Ethanol, Methanol and Essential Oils to Improve Vase-life of Chrysanthemum Cut Flowers. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 9(8), 1431-1436.
- Budiarto, K., 2019. Effects of Ascorbic Acids on Post-Harvest Longevity of Chrysanthemum Cut Flowers. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*, Vol 7, No 1, 33-40.
- Carrillo-López, L.M., Morgado-González, A., Morgado-González, A., 2016. Biosynthesized Silver Nanoparticles Used in Preservative Solutions for Chrysanthemum cv. Puma. *Journal of Nanomaterials*, 1-10.
- Chamani, E., Wagstaff, C., 2019. Effects of Postharvest Relative Humidity and Various Re-cutting on Vase Life of Cut Rose Flowers. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 6(1), 70-82.
- Choudhari, R., Kulkarni, B.S., 2018. Effect of pulsing on improving the vase life of cut chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev.) cv. White Double. *IJCS*, 6(1), 1453-1457.
- Cocetta, G., Ferrante, A., 2018. Postharvest Application of Hydrogen Peroxide and Salicylic Acid Differently Affects the Quality and Vase Life of Cut Rose (*Rosa hybrida* L.) Petals and Leaves. *Advances in Horticultural Science*, 32(3), 371-378.
- Damunupola, J.W., Qian, T., Muusers, R., Joyce, D.C., Irving, D.E., van Meeteren, U., 2010. Effect of S-carvone on Vase Life Parameters of Selected Cut Flower and Foliage Species. *Postharvest Biology and Technology*, 55(1), 66-69.
- Danaee, E., Abdossi, V., 2018. Effect of Different Concentration and Application Methods of Polyamines (Putrescine, Spermine, Spermidine) on Some Morphological, Physiological, and Enzymatic Characteristics and Vase Life of *Rosa hybrida* cv. 'Dolce Vita' Cut Flower. *Journal of Ornamental Plants*, 8(3), 171-182.
- Demircioğlu, H., 2010. Kesme Gülde (*Rosa hybrida* First Red) Farklı 1-MCP Dozu Uygulamalarının ve Farklı Depolama Koşullarının Vazo Ömrü Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Demircioğlu, H., Dündar, Ö., Özkaya, O., 2018. The Effect of Different Treatments of 1-MCP Doses on the Storage and Vase Life in the Rose Cultivar 'First Red'. In VIII International Postharvest Symposium: Enhancing Supply Chain and Consumer Benefits-Ethical and Technological Issues 1194 (pp. 861-866). *Acta Hort.* 1194. ISHS 2018. DOI 10.17660/ActaHortic.2018.1194.121.
- El-Nabarawy, M.A., El-Kafafi, E.H., Abo El-Enien, H.E., Salama, M.K., 2018. Senescence of Rose Flowers 2-regulation Aging and Prolong their Vase Life. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 45(3), 869-890.
- El-Sheshtawy, A.A., El-Serafy, R.S., 2016. Improving the Postharvest Quality of Chrysanthemum Cut Flowers by Natural Preservative Solution. *Menoufia Journal of Plant Production*, 1(1), 113-123.
- El-Shoura, H.A.S., Arafa, F.F., 2017. Effect of pH, 8-Hydroxyquinoline sulphate, Sucrose and Wetting Agents on Vase life and quality of Chrysanthemum cut flowers cv.

- Zembla White. Middle East J, 6(4), 1328-1331.
- Fanourakis, D., Pieruschka, R., Savvides, A., Macnish, A.J., Sarlikioti, V., Woltering, E.J., 2013. Sources of Vase Life Variation in Cut Roses: A Review. Postharvest Biology and Technology 78, 1–15.
- Fetouh, M.I., Saad-Allah, K.M., 2017. Evaluation of Synthetic Zirconyl Complex as Potential Floral Preservative on Postharvest Quality of Cut Roses *Rosa hybrida* L. cv. Grand Prix. Journal of Plant Production, 8(1), 33-38.
- Foukaraki, S.G., Cook, B., Papadimitriou, M.D., Terry, L., 2017. Effect of Methyl Jasmonate and Sucrose on Endogenous Non-structural Carbohydrates in Petals and Leaves of Cut ‘First Red’ Roses (*Rosa hybrida* L.). Journal of Ornamental Plants, 7(2), 73-80.
- Gebremedhin, H., 2020. Effects of Aluminum Sulphate, Ethanol, Sucrose and their Combination on the Longevity and Physiological Properties of Rose (*Rosa hybrida* L.) Cut Flowers. Journal of Horticultural Research, 28 (1), 29-38.
- Geerdink, G.M., de Oliveira Pessoa, C., Tezotto-Uliana, J.V., Dias, G.M., Kluge, R.A., 2016. Salicylate Compounds and 1-Methylcyclopropene on Postharvest of ‘Vega’ Cut Rose. Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha, 17(1), 119-126.
- Grisotto, M.C., and Caixeta-Filho, J.V., 2018. Physical Losses in the Rose Supply Chain: A Brazilian Case Study. Journal on Processing and Energy in Agriculture, 22(4), 166-169.
- Gupta, J., Dubey, R.K., 2018. Factors Affecting Post-harvest Life of Flower Crops. Int. J. Curr. Microbiol Appl. Sci., 7, 548-557.
- Hamidi, E.H., Roein, Z., Karimi, M., 2020. Extending the Vase Life of Rose Cut Flower cv. Bakara Using Inhibitors of Physiological Vascular Occlusion. Journal of Horticulture and Postharvest Research, 3 (1-March 2020), 35-48.
- Hashemabadi, D., Abedini-Aboksari, H., Sedaghatoor, S., Kaviani, B., 2016. Geranium (*Pelargonium graveolens*) Extract and Mechanical Treatment Improve Water Relation, Enzyme Activity and Longevity of Cut Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat.) Kitamura) Flowers. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 15(5), 185-203.
- Hatamian, M., Souri, M.K., 2019. Postharvest Quality of Roses under Different Levels of Nitrogenous Compounds in Holding Solution. Open Agriculture, 4(1), 79-85.
- He, Y., Qian, L., Liu, X., Hu, R., Huang, M., Liu, Y., Chen, G., Losic, D., Zhu, H., 2018. Graphene Oxide as an Antimicrobial Agent can Extend the Vase Life of Cut Flowers. Nano Research, 11 (11), 6010-6022.
- Hegazy, A.A., Ibrahim, F.R., 2019. Impact of Different Water Types on some Post Harvest Characteristics of Rosa Spp. cv. Top Secret Flowers. Journal of Plant Production, 10(7), 489-494.
- Hong, T.T.H., Viet, B.T., 2016. Study to Extend the Vase Life of Cut Rose (*Rosa hybrida* L.) Flowers. Science and Technology Development Journal, 19 (2), 48-57.
- Horibe, T., Yamada, K., 2017. Petal Growth Physiology of Cut Rose Flowers: Progress and Future Prospects. Journal of Horticultural Research, 25(1), 5-18.
- Huang, S., Gong, B., Wei, F., Ma, H., 2017. Pre-harvest 1-methylcyclopropene Application Affects Post-harvest Physiology and Storage Life of the Cut Rose cv. Carola. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 58(2), 144-151.
- Jowkar, M.M., Hassanzadeh, N., Kafi, M., Khalighi, A., 2017. Comprehensive Microbial Study on Biocide Application as Vase Solution Preservatives for Cut ‘Cherry Brandy’ Rose Flower. International Journal of Horticultural Science and Technology, Vol. 4, No. 1; 89-103.
- Kadhim, A.Q., Alwan, M.I., 2020. Effect of Variety and Temperature in the Vase Life of *Rose hybrid* Flowers. Plant Archives Volume 20, No. 1, 2258-2262.
- Kazaz, S., Aşkın, M.A., Tekintaş, F.E., 2003. Kesme Çiçeklerde Hasat Sonrası Ömrü Arttıran Uygulamalar. IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi-Antalya.
- Kazaz, S., 2015. Kesme Çiçeklerde Hasat Sonrası Ömrü Etkileyen Faktörler. Türktob Dergisi, Sayı 14, 42-45.
- Kazemi, M., Abdossi, V., Kalateh Jari, S., Ladan Moghadam, A.R., 2018. Effect of Pre-and

- Postharvest Salicylic Acid Treatment on Physio-chemical Attributes in Relation to the Vase Life of Cut Rose Flowers. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 93(1), 81-90.
- Kinfe, B., Girmay L., Yosief, R., Mehari, S., Maekele, S., Rao, G.S., 2018. Impact of Different Preservative Solutions on Extending Vase Life of Rose (*Rosa hybrid*) Cut Flowers. Trends in Biosciences, 11(29), 3562-3568.
- Korkut, A.B., 2004. Çiçekçilik. Hasat Yayıncılık.
- Laksono, A.D., Widyawati, N., 2020. The Effect of Soaking Solution Starfruit Extract and Sugar on Vase Life White Standard Chrysanthemum Cut Flower (*Dendranthema grandiflora* L.) 'White Fiji'. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 9(1), 10-18.
- Li, T., Niki, T., Nishijima, T., Douzono, M., Koshioka, M., Hisamatsu, T., 2009. Roles of CmFL, CmAFL1, and CmSOC1 in the Transition from Vegetative to Reproductive Growth in *Chrysanthemum morifolium* Ramat. J Hortic Sci Biotechnol; 84:447-53.
- Lin, X., Negenborn, R.R., Duinkerken, M.B., Lodewijks, G., 2018. Reducing Unmet Demand and Spoilage in Cut Rose Logistics: Modeling and Control of Fast Moving Perishable Goods. Transportation Research Record, 2672(9), 130-140.
- Mirjalili, S.A., Kavooosi, B., Peyro, Y., 2018. Assessment of Vase Life and Postharvest Quality of Cut Rose (*Rosa hybrida* cv. Angelina) Flowers by Application of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Essential Oil and 8-hydroxyquinoline Sulfate. Advances in Horticultural Science, 32(3), 363-370.
- Mousavi, E.S., Naderi, D., Jari, S.K., Abdossi, V., Dehghanzadeh, H., 2017. Biocontrol of Gray Mold on *Rosa Hybrida* cv. Baccara with *Bacillus subtilis*. Trakia Journal of Sciences, 15(2), 168-173.
- Nirmala, A., Rao, A.M., Prasanth, P., Reddy, S.N., Chary, D.S., 2019. Locally Available Preservatives Effect on Postharvest Quality and Extension of Vase Life of Cut Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora*) cv. Arctic Queen. IJCS, 7(5), 454-461.
- Petridou, M., Voyiatzi, C., Voyiatzis, D., 2001. Methanol, Ethanol and other Compounds Retard Leaf Senescence and Improve the Vase Life and Quality of Cut Chrysanthemum Flowers. Postharvest Biology and Technology, 23(1), 79-83.
- Pouri, H.A., Nejad, A.R., Shahbazi, F., 2017. Effects of Simulated In-transit Vibration on the Vase Life and Post-harvest Characteristics of Cut Rose Flowers. Horticulture, Environment and Biotechnology, 58(1), 38-47.
- Qureshi, A., Gupta, Y.C., Dhiman, S.R., Kashyap, B., Gupta, R.K., Kaushal, M., 2019. Effect of Different Preservative Solutions on Post-Harvest Life of Cut Rose (*Rosa hybrida* L.) cv. "Blush". Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 8(11), 98-104.
- Rashidiani, N., Nazari, F., Javadi, T., Samadi, S., 2020. Comparative Postharvest Responses of Carnation and Chrysanthemum to Synthesized Silver Nanoparticles (AgNPs). Advances in Horticultural Science, 34(2), 133-145.
- Ren, P.J., Jin, X., Liao, W.B., Wang, M., Niu, L.J., Li, X.P., Xu X.T., Zhu, Y.C., 2017. Effect of Hydrogen-Rich Water on Vase Life and Quality in Cut Lily and Rose Flowers. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 58(6), 576-584.
- Roh, Y.S., Kim, I.K., Yoo, Y.K., 2017. Vase Life and Quality of Cut Flower by NaOCl and Sucrose Treatment as wet harvesting solution in standard Chrysanthemum 'Baekma'. Journal of People, Plants, and Environment, 20(5), 521-530.
- Roh, Y.S., Kim, I.K., Yoo, Y.K., 2019. Vase Life and Quality of Cut Flower by Wet Solution according to Shipping Period and Temperature in *Dendranthema grandiflorum* 'Jinba'. Journal of People, Plants, and Environment, 22(6), 583-591.
- Salehi Salmi, M.R., Falehi Hoseini, M., Heidari, M., Daneshvar, M.H., 2018. Extending Vase Life of Cut Rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Bacara by Essential Oils. Adv. Hort. Sci., 32(1): 61-69.
- Sedaghatthoor, S., Narouei, Z., Sajjadi, S.A., Piri, S., 2020. The Effect of Chemical Treatments (Silver Thiosulfate and Putrescine) on Vase Life and Quality of Cut *Chrysanthemum Morifolium* (Ram.)

- Flowers. Cogent Biology, 6(1), 1754320. 1-12.
- Senapati, A.K., Raj, D., Jain, R., Patel, N.L., 2016. Advances in Packaging and Storage of Flowers. Commercial horticulture, 34, 473-488.
- Shafeii, E., Roein, Z., Shiri, M.A., 2019. Effect of Exogenous Application of Different Sources of Energy Supply on Postharvest Quality of *Rosa hybrida* cv. Samurai Cut Flower. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 20(3), 275-284.
- Sharma, S.K., Kumar, J., Singh, J.P., Kaushik, H., 2016. Vase Life and Quality of Spray Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* 'Tzevlev') as in Fluenced by Floral Preservatives. HortFlora Research Spectrum. Vol. 5, Issue 4; 335-338.
- Sharma, P., Thakur, N., 2020. Effect of Pulsing and Storage Methods for Extending Vase Life of Cut Flowers. IJCS, 8(6), 1320-1328.
- Souri, M.K., Goodarzizadeh, S., Ahmadi, M., Hatamian, M., 2018. Characteristics of Postharvest Quality of Chrysanthemum Cut Flowers under Pretreatment with Nitrogenous Compounds. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 17(3), 83-90.
- Tilahun, S., Soon, J.C., Do Su, P., 2015. Influence of Pulsing Biocides on Vase Life of Cut Roses (*Rosa hybrida* L.). Science, Technology and Arts Research Journal, 4(3), 79-82.
- TUİK, 2024. <https://data.tuik.gov.tr/bitkisel/uretim>. Erişim Tarihi:28.12.2024
- Veluru, A., Neema, M., Prakash, K., Arora, A., Kumar, P.N., and Singh, M.C., 2018. Regulation of Chrysanthemum Cut Flower Senescence Using 5-Sulfosalicylic Acid and Aluminium Sulphate. Journal of Applied Horticulture, 20(3), 242-246.
- Vlad, I., Vlad, M., 2017. The Influence of the harvesting time on the Shelf Life of Rose Flowers. Analele Universității din Oradea, Fascicula: Protecția Mediului, 28, 155-158.
- Wang, Q., Mu, J., Shan, C., Wang, W., Fu, S., 2017. Effects of Cerium on the Antioxidant Defence System in the Petals and the Contents of Pigments in the Calyces of *Rosa chinensis* Jacq. Cut Flower. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 92(6), 630-635.
- Woltering, E.J., Paillart, M.J.M., 2018. Effect of Cold Storage on Stomatal Functionality, Water Relations and Flower Performance in Cut Roses, Postharvest Biology and Technology, Volume 136, 66-73.
- Yayeh, M., Alemayehu, M., Alemayehu, G., 2017. Aluminum Sulfate as Pulsing Preservative for Export-oriented Rose Flowers under Bahir Dar Conditions, Northwestern Ethiopia. Journal of Agriculture and Environmental Sciences Volume, 2, 1, 21-36.
- Yoo, Y.K., Roh, Y.S., Kim, S L., 2014. Effects of Postharvest Storage Temperature and Period on Vase Life and Quality of Cut Flower in Standard Chrysanthemum 'Jinba'. J. Korean People Plants Environ. 17: 521-526.
- Yoo, Y.K., Oh, H.J., Roh, Y.S., Kim, I.K., 2016. Effects of Pretreatment of NaOCl, Sucrose, and Benzyladenine on Vase Life and Quality of Cut Flower in Standard Chrysanthemum 'Jinba'. Journal of Korean Society for People, Plants and Environment, 19(6), 559-566.

Alatarım Dergisi Etik İlkeler ve Yayın Politikası

Yayın Etiği

Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Alatarım Dergisi'nin yayın süreci, bilginin bilimsel yöntemle yansız biçimde üretilmesi, geliştirilmesi ve paylaşılmasına dayanır.

Hakemli makaleler, bilimsel yöntemin uygulanmasını, yansızlığı sağlayan çalışmalardır. Bilimsel üretimin gerçekleştirilmesinde yayın sürecinin tüm bileşenlerinin; editör, yayın kurulu, yazarlar ve hakemlerin etik ilkelere uymaları gerekir. Bu kapsamda Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Alatarım Dergisi'nin yayın etiği ile açık erişim politikası da, Yayın Etiği Komitesi'nin (Committee on Publication Ethics, COPE) açık erişimde yayınladığı kılavuzlar ve politikalar doğrultusunda (Örneğin "Yayın Etiği Komitesi (COPE) Davranış Kuralları ve Dergi Editörleri İçin En İyi Uygulama Kılavuzları; "Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors" ve "COPE Best Practice Guidelines for Journal Editors") yayın sürecinin tüm bileşenlerinin etik ilkelere uymasını gerektirmektedir.

Yazarların Etik Sorumlulukları

- Çalışmayla ilişkili verilerin doğruluğundan emin olmak, araştırmasına ilişkin kayıtlarını düzenli tutmak ve olası bir talep üzerine bu verilere erişim verebilmek.
- Gönderdiği makalenin başka bir yerde yayınlanmadığından veya kabul edilmediğinden emin olmak.
- Sunduğu içerik yayınlanmış veya sunulan içerikle eşleşirse, bu çakışmayı kabul etmek ve alıntı yapmak, gerektiğinde editöre, çalışmasıyla ilgili benzer içeriğe sahip olabilecek herhangi bir çalışma varsa bunun bir kopyasını sunmak, başka kaynaklardan herhangi bir içeriği çoğaltmak ya da kullanmak için izin almak, atıf göstermek.
- Makaleye katkı sağlamayan kişilerin adını yazar olarak yazmamak. Makale değerlendirme süreci başladıktan sonra makalenin yazar sırasını değiştirmemek, yazar çıkartma ve ekleme talep etmemek.
- Herhangi bir çıkar çatışması durumunda, makalesiyle ilgili etik bir ihlal tespit ettiğinde bunu editör ve yayıncı ile paylaşmak, hata beyanı, zeyilname, tazminat bildirimi yayınlamak veya gerekli görüldüğü durumlarda çalışmayı geri çekmek.
- Benzerlik oranı %20'nin altında olmalıdır.

Editörlerin Etik Görev ve Sorumlulukları

- Cinsiyet, dini veya politik inançlar, yazarların etnik veya coğrafi kökenleri üzerine ayırım yapılmaksızın görevlerini yerine getirirken dengeli, objektif ve adil bir şekilde hareket etmek.
- Dergiye gönderilen çalışmaları içeriğine göre değerlendirmek, hiçbir yazara ayrıcalık göstermemek.
- Olası çıkar çatışmalarını önlemek adına gerekli önlemleri almak ve varsa mevcut beyanları değerlendirmek.
- Dergiyi sürekli geliştirmeye, yayın niteliğini yükseltmeye çaba göstermek.
- Makale ve dergi yayım sürecinde fikri mülkiyet hakları, bilimsel-etik olmayan davranışlarla, intihalle, atıf çeteciliğiyle ilgili önlemleri almak.
- Etik ihlali niteliğinde bir şikâyet olması durumunda, derginin politika ve prosedürlerine bağlı kalarak gerekli prosedürleri uygulamak. Yazarlara, gelen şikâyete cevap vermek için bir fırsat vermek, çalışma kime ait olursa olsun gerekli yaptırımları uygulamaktan kaçmamak.
- Derginin amaç ve kapsamına uygun olmaması durumunda gelen çalışmayı reddetmek.
- Derginin yayın politikaları arasında bulunan kör hakemlik ve değerlendirme süreci politikalarını uygular, hakemlerin kimlik bilgilerini gizli tutmak, her makalenin yansız ve süresi içinde değerlendirilmesini sağlamak,

Hakemlerin Etik Sorumlulukları

- Editörün karar verme sürecine katkıda bulunmak için makaleyi objektif olarak zamanında incelemek ve sadece uzmanlık alanı ile ilgili çalışmaları değerlendirmeyi kabul etmek.
- Değerlendirmeyi nesnel bir şekilde sadece çalışmanın içeriği ile ilgili olarak yapmak. Dini, siyasi ve ekonomik çıkarlar gözetmeden çalışmayı değerlendirmek.
- Değerlendirmesini kabul ettikleri makaleyi süresi içinde değerlendirmek.
- Yayınlanacak makalenin kalitesini yükseltmeye yardımcı olacak yönlendirmelerde bulunmak ve çalışmayı titizlikle incelemek. Yorumlarını yapıcı ve nazik bir dille yazara iletme.
- Editör ve yazar tarafından sağlanan bilgilerin gizliliğini korumak, gizlilik ilkesi gereği incelediği çalışmayı değerlendirme sürecinden sonra yok etmek, kör hakemliğe aykırı bir durum varsa editöre bildirmek ve çalışmayı değerlendirmemek.
- Potansiyel çıkar çatışmalarının (mali, kurumsal, işbirlikçi ya da yazar ve yazar arasındaki diğer ilişkiler) farkında olmak ve gerekirse bu yazı için yardımlarını geri çekmek konusunda editörü uyarmak.

alatarım Dergisi Yayın İlkeleri

alatarım (Online) dergisi TÜBİTAK/ULAKBİM TR Dizin ve CAB INTERNATIONAL tarafından dizinlenen, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü tarafından yılda 2 defa ve tarımsal içerikli makalelerin elektronik olarak yayımlandığı hakemli bir dergidir. Bu dergide *tüm tarımsal konularda* araştırma ve derleme makaleler yayınlanmaktadır.

1. Yayınlanacak olan makaleler başka hiçbir yerde yayınlanmamış olmalıdır.
2. Yayınlanan her makalenin sorumluluğu yazar(lar)ına aittir.
3. Gönderilen makale yayın kurulunca incelenerek, değerlendirilmesi için hakemlere gönderilmektedir. Hakemlerce yayınlanmaya değer bulunan makaleler yayınlanmaktadır.
4. Makale yayın sırası yayın kuruluna geliş sırasına göre olacaktır. Gönderilen makaleler yayınlansın veya yayınlanmasın geri verilmemektedir.
5. Yayın kurulu gerekli gördüğü takdirde makalede kısaltma ve düzeltme yapabilmektedir.
6. Yayınlanan yazılardan dolayı yazar(lar)a telif hakkı ödenmemektedir.

Dergi yazışma adresi:

alatarım Dergisi

Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

33740 Erdemli - Mersin

e-posta

: **alatarım@yahoo.com**

alatarım Dergisi Yazım Kuralları

1. Dergi yayın dili Türkçe ve İngilizce'dir. Sadece Abstract ve Key Words kısımları İngilizce veya Türkçe olmalıdır.
2. Abstract ve Öz 250, Key Words ve Anahtar Kelimeler 5 kelimeyi geçmemelidir.
3. Yazım sırası **Türkçe Başlık, Yazar(lar)ın Ad(lar)ı ve Kurum(lar)ı, Öz, Anahtar Kelimeler, İngilizce Başlık, Abstract, Key Words, Sorumlu Yazar, E-mail Adresi, Giriş, Materyal ve Metot, Bulgular ve Tartışma, Sonuç, Kaynaklar** kısmından oluşmalıdır. **Teşekkür** kısmı bulunması durumunda Kaynaklar kısmından önce yazılmalıdır. Derleme makalelerde Abstract, Öz ve Kaynaklar dışındaki kısımlar olmamalıdır.
4. Tüm makale A4 (210x290 mm) boyutunda, sağ, sol, üst ve alt kısımlardan 3,0 cm kenar boşluğu bırakılarak, tüm metin iki yana yaslı olarak, MS Word uyumlu programda, Times New Roman yazı karakterinde, 11 punto ve en fazla 8 sayfa olarak yazılmalıdır.
5. Metnin hiçbir yerinde paragraf girintisi kullanılmamalı, ancak paragraflar arası bir aralık boşluk bırakılmalıdır. Ayrıca satır numaraları eklenmelidir.
6. Başlıktan sonra bir aralık boşluk bırakılarak yazar(lar)ın ad(lar)ı açık bir şekilde yazılmalıdır. Yazar(lar)ın kurum(lar)ı isimlerinin önüne konulan rakamlar yardımıyla isimlerin altında şekilde yazılmalıdır. Sorumlu yazar ve e-mail adresi abstracttan sonra yazılmalıdır.
7. Çizelge başlıkları üst, şekil başlıkları alt kısımda bulunmalıdır. Çizelge ve şekil isimleri küçük harflerle yazılmalıdır.
8. Kısaltmalarda Uluslararası Birimler Sistemine (SI) uyulacaktır. Standart kısaltmalarda (cm, g, TAGEM, vb) nokta kullanılmamalıdır.
9. Kaynaklar metin içerisinde yazarın soyadı ve yıl esasına göre verilmelidir. Soyadın ilk harfi büyük ve yıl ile arasında virgül olmalıdır. İki yazara ait kaynak kullanıldığında soyadlar arasında **ve** bağlacı, ikiden fazla olması durumunda birinci yazarın soyadından sonra **ve ark.** ifadesi kullanılmalıdır. Kaynaklar kısmında ise soyad ve yıl sırasına göre alfabetik sırayla yazılmalıdır. Birinci satır normal, alt satırlar 1 cm içeriden başlamalıdır. Kaynak yazımı aşağıdaki genel kalıba uygun olmalıdır.

a) Kaynak bir kitap ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, kitabın adı, basımevi, basım yeri ve sayfa sayısı

McGregor, S.E., 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. USDA, Washington. 411.

b) Editörlü bir kitaptan alıntı ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, eserin başlığı, editörün adının baş harfi, soyadı, kitabın adı, basımevi, basım yeri ve çalışmanın başlangıç ve bitiş sayfaları

Carpenter, F.L., 1983. Pollination Energetics in Avian Communities: Simple Concepts and Complex Realities. Insect Foraging Energetics. (C.E. JONES ve R.J. LITTLE, eds) Handbook of Experimental Pollination Biology. Van Nostrand Reinhold Company Limited. Wokingham, Berkshire, England. 215-234.

c) Bir dergide yayınlanan makale ise;

Yazarın soyadı, adının baş harfi, yıl, makale başlığı, derginin adı, derginin cilt ve sayısı (sayı parantez içinde verilmelidir) ile çalışmanın başlangıç ve bitiş sayfaları

Dreller, C., Tarpy, D.R., 2000. Perception of the Pollen Need by Foragers in a Honeybee Colony. Animal Behaviour. 59(1):91-96.

d) Bir yazarın çok sayıda yayını incelenmişse ismini tekrarlamaya gerek yoktur. Bir yazarın aynı yılda yayınlanmış birden fazla yayını varsa **a** ve **b** gibi harflerle gösterilmelidir.

f) Yazarı bilinmeyen ancak bir kurum tarafından yayınlanmış yayınlarda kurum adı verilmeli, uluslararası kısaltması varsa açık adıyla yazılmalı ve yayın yılı verilmelidir.

g) Elektronik adresten yararlanılan kaynakta, kaynağın erişilebileceği URL ve erişim tarihi verilmelidir. <http://arastirma.tarim.gov.tr/alata> Erişim tarihi: 12.10.2017.

h) Kaynak yayınlanmamış bir rapor, tez veya ders notu ise bilgiler olağan düzende verildikten sonra parantez içinde **"yayınlanmamış"** sözcüğü eklenmelidir.

ALATA

BAHÇE KÜLTÜRLERİ ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ

Alata Horticultural Research Institute

33740 Erdemli, MERSİN, TÜRKİYE

Tel : 0 324 518 00 52 - 54

Fax : 0 324 518 00 80

e-mail : alata@tarimorman.gov.tr

<http://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata>