

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



HASAT SONRASI MELATONİN UYGULAMASININ
SOĞUKTA MUHAFAZA SÜRESİNCE AVOKADO
MEYVELERİNİN BİYOKİMYASAL İÇERİKLERİ VE BAZI
KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KÜBRA FEYZA YILMAZ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Müttalip GÜNDOĞDU

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

Dr. Öğr. Üyesi Akgül TAŞ

BOLU, OCAK - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Kübra Feyza YILMAZ tarafından hazırlanan “**HASAT SONRASI MELATONİN UYGULAMASININ SOĞUKTA MUHAFAZA SÜRESİNCE AVOKADO MEYVELERİNİN BİYOKİMYASAL İÇERİKLERİ VE BAZI KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği kabul edilmiştir. 4/01/2024.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Müttalip GÜNDOĞDU
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Orhan KARAKAYA
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Emrah GÜLER
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....
KÜBRA FEYZA YILMAZ

ÖZET

HASAT SONRASI MELATONİN UYGULAMASININ SOĞUKTA MUHAFAZA SÜRESİNCE AVOKADO MEYVELERİNİN BİYOKİMYASAL İÇERİKLERİ VE BAZI KALİTE KRİTERLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
KÜBRA FEYZA YILMAZ
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR MÜTTALİP GÜNDOĞDU)
(İKİNCİ DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ AKGÜL TAŞ)
BOLU, OCAK - 2024
XIII + 45

Bu çalışmada, hasat sonrası çabuk bozulabilen avokado meyvesine, hasat sonrası 0,25 mM, 0,5 mM ve 1,0 mM dozlarında melatonin uygulanmış ve meyveler, 30 gün, 60 gün ve 90 gün sürelerde depolanmıştır. Ayrıca, bazı meyveler kontrol grubu olarak, yine aynı gün sürelerde herhangi bir işleme tabi tutulmadan depolanmışlardır. Meyvelerde depolama sırasında; ağırlık kaybı, çürüme oranı, meyve sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), pH ve meyve renk özellikleri (L^* , a^* , b^* , kroma ve Hue°) ve belirli biyokimyasal özellikler (toplam fenolik içeriği, toplam antosiyanin içeriği, toplam protein içeriği ve DPPH aktivitesi değeri) araştırılmıştır. Çalışmada, farklı melatonin uygulamalarına göre farklı depolama sürelerinde kontrol grubu meyvelerde, genel olarak ağırlık kaybı, çürüme oranı, SÇKM, TEA ve renk değerlerinde artışlar; toplam fenolik içeriği, toplam antosiyanin içeriği, toplam protein içeriği, DPPH aktivitesi değeri ve meyve sertliği açısından ise azalışlar gözlenmiştir. Çalışmada, sonuç olarak, 30 günlük, 60 günlük ve 90 günlük depolama süreleri ve kalite parametrelerine göre değişmekle birlikte, en çok 1,0 mM melatonin uygulamasının depolanan avokado meyvesinde kalite özelliklerini daha iyi koruduğu saptanmıştır. Ayrıca, kullanılan tüm melatonin dozlarının (0,25 mM, 0,5 mM ve 1,0 mM) avokado meyvesinin kalitesini ve depolama ömrünü korumak için hasat sonrası bir araç olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: *Persea americana*, Avokado, Melatonin, Depolama, Kalite Özellikleri, Hasat Sonrası

ABSTRACT

EFFECT OF POSTHARVEST MELATONIN TREATMENT ON BIOCHEMICAL CONTENTS AND SOME QUALITY CRITERIA OF AVOCADO FRUITS DURING COLD STORAGE

MSC THESIS

KUBRA FEYZA YILMAZ

BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF HORTICULTURE

(SUPERVISOR: PROF. DR. MUTTALIP GUNDOGDU)

(CO-SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. AKGUL TAS)

BOLU, JANUARY 2024

XIII+45

In this study, post-harvest doses of 0,25 mM, 0,5 mM and 1,0 mM melatonin were applied to perishable avocado fruit and the fruits were stored for 30 days, 60 days and 90 days. Additionally, some fruits were stored as a control group on the same day without any processing. During storage in fruits, weight loss, decay rate, fruit firmness, amount of water-soluble solids (SSC), titratable acidity (TA), pH and fruit color characteristics (L^* , a^* , b^* , chroma and Hue^o) and specific biochemical properties (total phenolic content, total anthocyanin content, total protein content and DPPH activity value) were investigated. In the study, according to different melatonin applications at different storage periods, generally, there were increases in weight loss, decay rate, SSC, TA and color values in control group fruits, and there were decreases in same group fruits in terms of total phenolic content, total anthocyanin content, total protein content, DPPH activity value and fruit firmness. As a result of the study, it was determined that although it varied according to 30-day, 60-day and 90-day storage periods and quality parameters, the application of 1,0 mM melatonin at most preserved the quality characteristics of the stored avocado fruit better. It was also concluded that all melatonin doses used (0,25 mM, 0,5 mM and 1,0 mM) could be used as a post-harvest tool to preserve the quality and storage life of avocado fruit.

KEYWORDS: *Persea americana*, Avocado, Melatonin, Storage, Quality Characteristics, Post Harvest

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
TABLO LİSTESİ	x
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM	12
3.1 Bitki Materyali	12
3.2 Metot	13
3.2.1 Meyve Ağırlık Kaybı	13
3.2.2 Meyve Çürüme Oranı	14
3.2.3 Meyve Eti Sertliği	15
3.2.4 Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı	15
3.2.5 Titre Edilebilir Asitlik (TEA).....	16
3.2.6 pH	16
3.2.7 Meyve Eti ve Kabuk Rengi	16
3.2.8 Meyvenin Biyokimyasal Özellikleri	18
3.2.8.1 Toplam Fenolik	18
3.2.8.2 DPPH İndirgenme Aktivitesi	18
3.2.8.3 Toplam Protein Miktarı	18
3.2.8.4 Toplam Antosiyanin Miktarı	19
3.2.9 İstatistiksel Analizler	19
4. BULGULAR	20
4.1 Ağırlık Kaybı	20
4.2 Çürüme Oranı	20
4.3 Meyve Eti Sertliği	21
4.4 Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı	21
4.5 Titre Edilebilir Asitlik	22
4.6 pH	22
4.7 Meyve Eti Rengi	24

4.7.1	L* Değeri.....	24
4.7.2	a* Değeri.....	24
4.7.3	b* Değeri	25
4.7.4	c Değeri (kroma).....	25
4.7.5	Hue Değeri.....	26
4.8	Meyve Kabuk Rengi.....	28
4.8.1	L* Değeri.....	28
4.8.2	a* Değeri.....	28
4.8.3	b* Değeri	29
4.8.4	C Değeri (kroma).....	29
4.8.5	Hue Değeri.....	30
4.9	Fizikokimyasal Özelliklerin Temel Bileşenler Analizi	32
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	37
6.	KAYNAKLAR.....	43



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Türkiye’de iller bazında avokado üretim alanı ve miktarı	6
Şekil 3.1 Renk ölçümünde kullanılan L*, a*, b*, Hue ve Kroma (Chroma) değerlerinin skalası (Kulcu, 2018).....	17
Şekil 4.1. Fenolik bileşiklerin depolama süreleri ve melatonin işlemlerine göre gruplandırılmış temel bileşen analizine göre dağılımı.....	32
Şekil 4.2 Biyokimyasal özelliklerin ısı haritası analizi.....	36



TABLO LİSTESİ

Tablo	1.1 Türkiye’de avokado meyvesinin son beş yıllık üretim miktarı (TÜİK,2022).....	5
Tablo	1.2 Türkiye’de iller bazında avokado üretim alanı ve miktarı (TÜİK, 2022).....	5
Tablo	4.1 Melatonin uygulamasının Avokado çeşidinin fizikokimyasal özelliklerine etkisi.....	23
Tablo	4.2 Melatonin uygulamasının Avokado çeşidinin meyve et rengi üzerine etkisi.	27
Tablo	4.3 Melatonin uygulamasının Avokado çeşidinin meyve kabuk rengi üzerine etkisi.....	31
Tablo	4.4 Melatonin uygulamasının avokado çeşidinin biyokimyasal özelliklerine etkisi.....	35



FOTOĞRAF LİSTESİ

Fotoğraf 3.1	Bitki materyalinin çalışma öncesinde laboratuvarda görünümü .	12
Fotoğraf 3.2	Fuerte avokado çeşidinin depolama öncesi görünümü	12
Fotoğraf 3.3	Meyve örneklerinin depolama öncesi pet kaplara alınması	13
Fotoğraf 3.4	Çalışmanın 90. gününde meyve çürüme oranları	14
Fotoğraf 3.5	Meyve Eti Sertliği Ölçüm Cihazı (penetrometre)	15
Fotoğraf 3.6	Meyve örneklerinin sulandırılarak homojenize edilmesi	15
Fotoğraf 3.7	Sulandırma öncesinde meyve örneklerinin tartılması	16
Fotoğraf 3.8	El tipi kolorimetre ile renk ölçümü	17



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

FAO	:Gıda ve Tarım Örgütü
g	:Gram
mM	:Milimol
DPPH	:2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
MAP	:Modifiye Atmosferli Paketleme
SÇKM	:Suda çözünür kuru madde miktarı
TEA	:Titre edilebilir asitlik
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
%	:Yüzde
°C	:Santigrat Derece
w/v	:Ağırlık hacme göre
FW	:Fresh weight (taze ağırlık)

TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimim boyunca yanımda olan, tez çalışmamın tamamında sabrını, desteğini ve mesleki bilgisini benden esirgemeyen çok değerli tez danışmanlarım Prof. Dr. Müttalip GÜNDOĞDU ve Dr. Öğr. Üyesi Akgül TAŞ'a;

Her ihtiyacım olduğunda yardımlarını benden esirgemeyen kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Emrah GÜLER'e;

Hayatımın her anında yanımda olan değerli eşim ve biricik anneme;

Tez yazım sürecinde yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Müh. Yunus KURTULUŐ'a en içten teşekkürlerimi sunarım.



1. GİRİŞ

Lauraceae (defnegiller) familyasına ait bir ağaç olan avokado (*Persea americana* Mill), yenilebilir meyvesi için, çoğunlukla subtropikal iklimlerde yaygın olarak yetiştirilmekte olup ‘Avokado’ tabiri, aynı zamanda ağacın meyvesini de ifade etmektedir. Avokado, genel olarak, ‘Amerikan armudu, timsah armudu, avokado armudu, aquacate ve ahuacatl’ gibi çeşitli isimlerle anılmaktadır. Orijini Meksika olan avokado, Meksika’dan And Dağları Bölgesi’ne kadar oldukça geniş coğrafi bölgeye yayılan bir meyvedir. Meyvenin yetiştiriciliği ve ticareti bu alanlarda yaygın olarak yapılmaktadır. Avokadonun Dünya genelinde yetiştiriciliği değerlendirildiğinde, en büyük üreticilerin Meksika, ABD, Şili, Kolombiya, Brezilya, Endonezya, Güney Afrika, Çin ve Peru olduğu görülür.

Arkeolojik kalıntılar, avokado seleksiyonunun ve kültüre alma faaliyetlerinin 10.000 yıllık bir periyot boyunca Meksika’da sürdürüldüğünü göstermektedir. Avokado, ilk olarak, Güney Amerika’da kültüre alınmıştır. İspanyol fetihlerinden önce avokado, tek tek fidan şeklinde bireysel ağaçlar olarak yetiştirilmiştir. 1900’lü yıllara gelindiğinde, bahçe bitkileri yetiştiricilerinin aşılınmış ağaçların üretiminin çok daha kolay ve hızlı olduğunu keşfetmeleri, üstün fidanların devamlılığını ve bahçelerin hızla kurulmasını sağlamıştır. Ticari anlamda avokado yetiştiriciliği ise, 1911 yılında ‘Fuerte’ çeşidinin Meksika’dan seçilerek Kaliforniya’ya getirilmesi ile başlamıştır. Orijini Meksika olan avokadonun sekiz farklı çeşidi bulunmaktadır ve bu çeşitlerden üç tanesi, ticari açıdan önem arz etmektedir. Bahsedilen bu tarımsal ırklar; nemli, alçak tropik bölgelerde iyi gelişen Antil (West Indian/Batı Hint) grubu (*P. americana* Mill. var. *americana*), tropikal yüksek bölgelere uyumlu Meksika grubu (*P. americana* Mill. var. *drymifolia*) ve orta yükseklikteki tropik bölgelere uyumlu olan Guatemala grubu (*P. nubigena* var. *guatemalensis*)’dur. Ticari avokado üretimi, temel olarak, bu üç ırk içinde seçilmiş çeşitlere ve bunlar arasında geliştirilen mezezlere dayanmaktadır.

Avokado, son yıllarda gitgide popülaritesi artarak “süper gıda” haline gelen bir meyvedir. Tüketicilerin avokadoyu tüketmelerinin farklı yollarını bulmaları, bu meyveyi çok yönlü ve daha tercih edilebilir hale getirebilmektedir.

Avokadonun kremamsı dokusu ve lezzeti, tüketiciler tarafından özellikle

beğenilirken; meyvenin sağlık yönünden faydaları da avokadoya duyulan ilgiyi her geçen gün artırmaktadır. Yapılan araştırmalarla, en çok avokado tüketen ülkenin ABD olduğu bilinmektedir. Buna göre, ülkedeki insanların %70'i, avokadoyu oldukça besleyici ve değerli bir meyve olarak görmektedir. Nitekim, meyvenin içerdiği sağlıklı yağlar, önemli bir tercih sebebidir (Hass Avocado Board, 2021).

Asya Kıtası, dünyanın %60'ının yaşadığı bir bölgedir ve burada iyi beslenme ve sağlıklı bir yaşam felsefesinin yaygınlığı, avokado pazarının büyümesinde oldukça önem arz etmektedir. Ayrıca, toplumların sağlık bilincinin artması, dünya genelindeki avokado tüketimini gittikçe artırmaktadır. Avokadolar, kcal cinsinden yüksek enerji içeriğine sahip olsalar da bu enerjinin %80'i, tekli doymamış yağ asitlerinden oluşmaktadır (Dreher ve Davenport, 2013). Bunun yanı sıra, avokado çok iyi bir potasyum kaynağıdır (Harvard T.H. Chan Halk Sağlığı Okulu, 2022). Avokado meyveleri, diyet planlamalarında genellikle göz ardı edilen fakat insan sağlığı açısından büyük önem taşıyan B6, C ve E vitaminlerinin yanında, magnezyum ve folat açısından da oldukça zengindir (Kubala, 2021). Avokadolar, taze meyve olarak tüketilmesine ek olarak, kozmetik endüstrisi için de değerli bir yağ kaynağıdır. Doymamış yağlar, potasyum, tiamin, riboflavin ve A vitamini yönünden zengin olan avokado meyveleri, 'avocadene' adlı benzersiz bir yağ alkolü içermektedir. Bu yağ alkolü, ishalden yüksek tansiyona kadar bir dizi hastalık üzerinde tedavi edici etkiler yapmaktadır. Ancak avokadonun yaprakları zararlıdır hatta öldürücü toksik etkiye sahip olabilir. Yaprakları hayvanlarda özellikle gastrointestinal sistem hastalıklarına sebebiyet verebilmektedir.

2010 yılında dünya üzerindeki toplam avokado üretim alanı 432.321 hektarken, bu alan 2015 yılında 563.948 hektara; 2020 yılında ise 807.469 hektara yükselmiştir. Faostat verilerine göre, 2020 yılında avokado üretim alanlarından 9.981 kg/hektar başına verim alınmıştır. Meksika, tek başına avokado üretim alanlarının %27,79'una sahiptir ve bu ülke, toplam üretimin %29,7'sini karşılamaktadır. Tüm dünyayı etkileyen covid pandemisinde görülmüştür ki sağlık ve tarım, insan hayatı için birinci sırada gelmektedir. Avokado bu anlamda, birçok ülke için ciddi bir gelir kaynağı olmuştur. Dünya üzerinde üretim alanlarının sınırlı olması ve besleyiciliğinin yüksek olması, bu meyvenin ekonomik değerini ciddi ölçüde artırmaktadır. Dünyada avokado üretiminde öncü

lkeler sırasıyla; Meksika, Dominik Cumhuriyeti, Peru, Kolombiya, Brezilya, Kenya, Etiyopya ve Şili'dir. İsrail, 1960'lı yıllarda, muz ağağlarını sökerek yerlerine daha yüksek gelirgetireceğini düŐünerek avokado ekmiŐtir. Avokado retimi ülkemizde de tıpkı İsrail rneğinde olduğu gibi, her geçen gün artmaktadır. Akdeniz Bölgesi, zellikle Türkiye'de avokado üretiminde nc durumdadır (Bahęeci ve Engindeniz, 2022).

Avokado meyvesinin boyutları, oldukęa deęiŐken olabilmektedir. Yetiştirilen bölgenin iklim koşulları, çeŐit seğimi, dikogami sebebiyle erkek ve dişi çiçeklerin açma zamanları gibi faktörlere bağlı olarak, meyvenin boyutu, Őekli, kabuk rengi ve kalınlığı değişkenlik göstermektedir. Bazı ırklarda meyve boyutu yaklaşık bir yumurta kadarken, bazı ırklarda ise tek bir meyve ağırlığı 1-2 kilogramı bulabilmektedir. Avokado meyveleri, yuvarlak ya da armut Őekilli olabilirler. Pürüzlü veya derimsi bir kabuk ile kaplı olan meyvelerin içinde iki kotiledonlu büyük bir çekirdek bulunmaktadır.

Avokado ağağları, boyuna veya enine gelişim gösterebilmektedir. Ağağlarda, 10-30 cm arasında değişen oval veya yumurta Őekilli yapraklar vardır. Küçük açık yeşil renkte olan çanak yapraklar içerisinde, beyaz ve sarı renkli çiçekler bulunmaktadır. Avokado içekleri, yoğun salkımlar halindedir ve gerçek ta yapraklardan yoksundurlar. Çiçekler, botanik açıdan incelendiğinde, üç ayrı döngüde düzenlenmiŐ (*seria*, *corolla*, *androecium* ve *gynoecium*) dokuz stamene ve bu stamenler içerisinde, tek bir tohumun oluŐabileceęi tek odacıklı ve tek hücreli bir yumurtalığa sahiptirler.

Avokadoda, A ve B olmak üzere iki tür içek bulunur. Bu içekler dikogamdır yani erkek ve dişi çiçekler farklı zamanlarda olgunlaŐmaktadır. Her içek sadece iki kez açılır. İki farklı içek bir arada yetiŐtirildięinde, olgunlaŐma zamanları aynı zamana denk getirilerek çapraz tozlaŐma teŐvik edilir ve meyve üretimi artırılır. Dikogami, bu bakımdan meyve verimliliği üzerinde oldukęa önemli bir etkiye sahiptir.

Avokado ieği hem dişi hem de erkek organlara sahiptir (hermafroditlik). Fakat bu organlar, aynı anda aktif durumda değildir (dikogami). Her içek ilk açıldığında, sadece dişi organları aktif olup erkek organlar aktif olmamakta ve içek tozu yayamamaktadır. Bu nedenle, bir çiçeğin diŐiik tepesi, baŐka avokado çiçeklerinden gelen iek tozlarını kabul etmekte ve bu döneme çiçeğin 'dişi dönemi' denilmektedir. iek, bu dişi dönemde sadece 2-3 saat 'açık' kalmakta

ve bu süre içinde çiçek tozlarını kabul etmektedir. Daha sonra çiçekler kapanmakta, günün geri kalan kısmında ve o gece, 'kapalı' olarak kalmaktadır.

Ertesi gün aynı çiçek tekrar açıldığında, çiçeğin dışicik tepesi, artık çiçek tozu kabul etmemektedir. Erkek organlar ise aktif ve çiçek tozu yayabilir durumda bulunmaktadır. Bu döneme çiçeğin 'erkek dönemi' denilmektedir. Bu çiçek tozları, ağaçta bulunan ve dişi dönemde olan diğer çiçeklerin dişi organını tozlayabilmektedir. Buna göre, her çiçek ilk açıldığında dişi, ikinci açıldığında ise erkek dönemde olmaktadır. İkinci gün, çiçek birkaç saat 'açık' kaldıktan sonra tamamen kapanmaktadır. Eğer çiçekler ilk açıldığında başarılı bir tozlanma olmuşsa ve diğer koşullar da uygunsa meyve tutumu gerçekleşmektedir. Avokadolarda çeşitlere göre değişen, iki tip çiçek vardır. Bunlara 'A' ve 'B' tipi çiçekler denilmektedir. 'A' tipi çiçekler, ilk günün sabahı 'dişi' ve ikinci günün sabahı 'erkek' dönemde olmaktadır. 'B' tipi çiçekler ise, öğleden sonra 'dişi' ve ertesi sabah 'erkek' dönemde olmaktadır.

Avokadoda bulunan bu iki çiçek tipi, tozlama yönünden birbirini tamamlamaktadır. Avokadonun 'A' ve 'B' gibi 2 tip çiçeğe sahip olması, çeşitlerin karşılıklı olarak birbirlerini tozlama imkânını sağlayabilmektedir (Bayram, 2009). Avokado entomofil (*enthomophyl*) bir bitkidir. Meyvede çiçek tozlanması böcekler aracılığıyla gerçekleşir.

Ortalama hava sıcaklığı 21 °C'ın üstünde olduğu sürece, iki çiçeklenme tipi, saat olarak beklenen zamanda oluşmaktadır. Ortalama sıcaklık 21 °C'ın altına düştüğünde, çiçeğin organları işlevini yerine getirememekte ve 15,5 °C'ın altına düştüğünde ise meyve tutumu olmamaktadır. Avokadonun, her dem yeşil, subtropik bir meyve türü olması nedeniyle, ticari yetiştiriciliği, kışları ılık geçen tropik ve subtropik bölgelerde yapılmaktadır. Avokado, kış ve ilkbahar geç donlarından, çiçeklenme ve meyve tutum dönemi düşük sıcaklıklardan, ani sıcaklık dalgalanmalarından, şiddetli esen rüzgârlardan ve fidan dönemi yüksek sıcaklıklardan çok fazla etkilenebilmektedir. Avokado bahçesi tesis edilecek arazi, kuvvetli rüzgârlardan nispeten korunmuş ve fazla soğuk olmayan yerlerden seçilmelidir. Düşük sıcaklıklardan etkilenme oranı avokado çeşidine göre -2 °C ile -6,5 °C arasında değişiklik göstermektedir. Avokado, toprak istekleri bakımından oldukça toleranslı bir meyvedir. Avokado ağaçları, hafiften ağır bünyeli topraklara kadar değişen birçok toprak tipinde yetişebilmektedir. Bununla birlikte avokadolar için en iyi topraklar; derin (1 metreden fazla) verimli, iyi

drenajlı, özellikle kumlu-tınlı ve alüvyal topraklar ile toprak pH'sı nötre yakın veya hafif asit reaksiyonlu olmalıdır (pH 5-7). Ayrıca, toprakta taban suyu seviyesi, en fazla 1,5-2 m civarında olmalıdır. Eğer taban suyu seviyesi bu değerlerden daha yüksekse, drenajla istenilen seviyeye düşürülmelidir (Bayram, 2009).

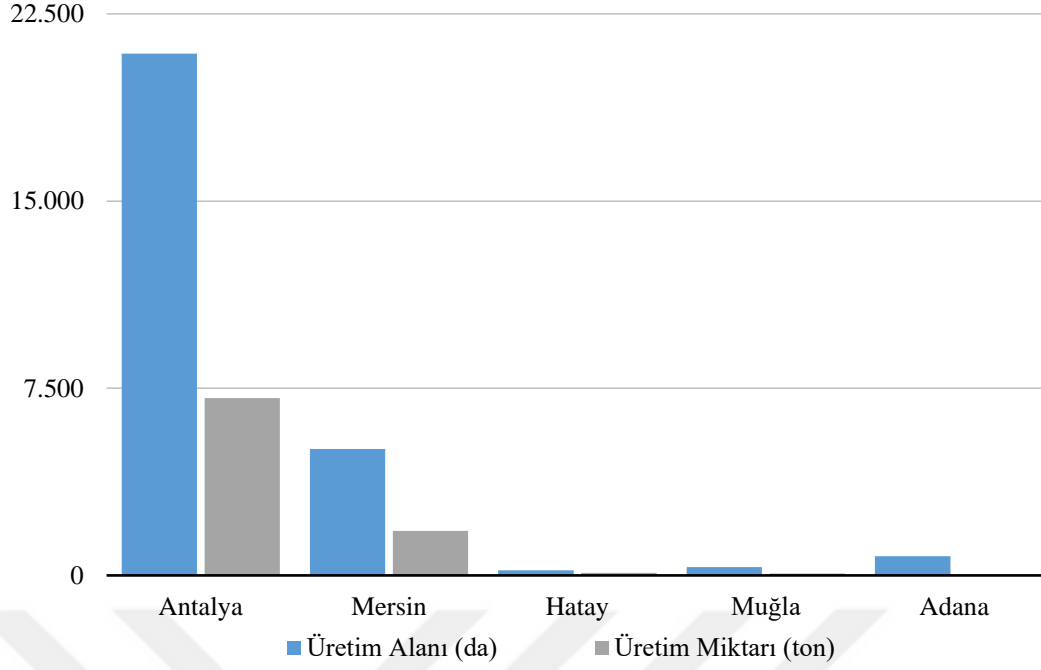
1970'li yılların başında, ülkemizde avokado ticaretinin yaygınlaştırılması amacıyla, FAO aracılığıyla, Kaliforniya'dan 'Fuerte', 'Hass', 'Bacon' ve 'Zutano' olmak üzere, 4 önemli avokado çeşidi getirilmiştir (Bahçeci ve Engindeniz, 2022). TÜİK (2022) verilerine göre, Türkiye'de son beş yılda avokado üretim miktarı sürekli artış göstermiş ve 2022 yılında ise toplam üretim bir önceki yıla göre yaklaşık olarak 4 kat artmıştır (Tablo 1.1.).

Tablo 1.1 Türkiye'de avokado meyvesinin son beş yıllık üretim miktarı (TÜİK,2022)

Avokado/ Yıllar	Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı / Adet Sayısı	Toplu Meyveliklerin Alanı / Dekar	Verim Kg / Meyve Veren Ağaç	Üretim Miktarı / Ton
2018	56607	5560	56	3164
2019	72519	9491	58	4209
2020	86897	12648	68	5923
2021	121090	27282	75	9081
2022	409520	36194	98	40181

Tablo 1.2 Türkiye'de iller bazında avokado üretim alanı ve miktarı (TÜİK, 2022)

İller	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
Antalya	20.906	7.102
Mersin	5.067	1.788
Hatay	205	106
Muğla	328	79
Adana	766	6



Şekil 1.1 Türkiye’de iller bazında avokado üretim alanı ve miktarı

TÜİK 2022 yılı verilerine ülkemizde avokado üretiminde 5 ilimiz ön plana çıkmaktadır. Antalya 20.906 da üretim alanı ve 7102 ton meyve üretimi ile ilk sırada yer alırken 1788 ton ile Mersin izlemektedir. Mersin’den sonra en fazla üretim sırasıyla Hatay (106 ton), Muğla (79 ton) ve Adana (6 ton)’da yapılmaktadır.

Ülkemizde avokado üretim alanı 2010 yılında 146 hektar iken bu sayı 2020 yılında 1265 hektara yükselmiştir. 2010 yılında meyve veren ağaç sayısı 34.000 iken 2020’de 275.000 ağaca ulaşılmıştır. Türkiye 2020 yılında 5923 ton avokado üretim miktarı ile avokado üreten ülkeler arasında 44. Sırada yer almıştır (Bahçeci ve Engindeniz,2022).

Dünya gıda üretimi ve tüketimi arasında çok ince bir denge durumu vardır. Dünya nüfusu, güncel verilere göre 8 milyarı geçmiştir ve bu sayının yüzyıl sonunda, iki katına çıkacağı öngörülmektedir. Buna göre, gelecek yılların en önemli problemi, insanlar için yeterli gıdanın sağlanabilme ve bunun asgari düzeyde tutulabilme durumudur. Bu endişe göz önüne alındığında, tarımsal üretimde karşılaşılan en önemli sorunu, ürünlerdeki hasat sonrası kayıplar oluşturmaktadır. Ne yazık ki, ülkemizde üretilen bahçe bitkilerinin yaklaşık %40’ı, hasat sonrasında çeşitli nedenlerle kayba uğramaktadır. Pek çok insanın açlıkla mücadele ettiği bu çağda, bu kayıp hem ülkemiz hem dünya açısından çok yüksek bir orandır.

Tarımsal üretimde yetiştirilen tarla bitkileri, meyveler ve sebzeler üzerinde meydana gelebilecek kayıpları önleyebilmek amacıyla, pek çok önlem ve çarelere başvurulmaktadır. Bahçe tarımı açısından özellikle de depolanan meyvelerde kalite kayıplarının önlenmesi, oldukça önemli bir durumdur. Kalite özelliklerini kaybederek kısa sürede bozulabilen meyvelerin depolanması esnasında, dışarıdan eksojen olarak uygulanabilen bileşikler aracılığıyla, meyve kalite özellikleri daha iyi korunabilmektedir. Buna göre, böyle bir özelliği literatürde ispatlanan bileşiklerden birisi de ‘melatonin’dir.

Çeşitli birçok meyvelerde doğal olarak bulunan bir hormon olan melatonin uygulaması, depolama sırasında meyvelerin kalite özelliklerinin iyileştirilmesi açısından son yıllarda tercih edilmeye başlanan bir yöntemdir (Liu ve ark., 2020; Violante ve Pérez, 2022). Avokado da dahil olmak üzere, çilek, kiraz, kivi, elma, üzüm, muz, ananas ve koyu yeşil sebzeler gibi birçok bitki organizmasında belirli miktarlarda bulunabilen melatonin (Nabavi ve ark., 2019), bitkilerde tohumların, köklerin, meyvelerin gelişmesinde ve olgunlaşmasında önemli faydalar sağlayan bir hormondur (Wang ve ark., 2019).

Bu çalışma, farklı sürelerde (30, 60 ve 90 gün) depolanan avokado meyvesinin fizikokimyasal özellikleri üzerinde, 0,25, 0,50 ve 1,0 mM melatonin dozlarının etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Literatür araştırmalarında, avokado meyvesinde melatoninle ilgili olarak sınırlı sayıda çalışmalar söz konusudur. Dolayısıyla, bu çalışmanın bu yöndeki çeşitli araştırmalara katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Avokado, Meksika orijinli tropikal bir meyve olup zamanla dünyanın en popüler süper gıdalarından biri haline gelmiştir. Bu meyve, geleneksel ya da yaratıcı tariflerde sıklıkla kullanılırken; ‘guacamole, avokado ekmeği, California roll, smoothie’ gibi birçok popüler besinin de ham maddesini oluşturmaktadır. Tüketicilerin avokadoyu kullanırken daha yaratıcı tarifler geliştirebilmesi, meyvenin çok yönlülüğünü ve ticari önemini artıran bir durumdur. Kişilerin sağlıklı beslenme konusunda bilinçlenmeleri, avokado tüketimini ciddi oranda artırmıştır. 2000 yılında dünya çapında avokado tüketimi 6 milyar pound iken, 2020’de bu sayı 18 milyon pounda yükselmiştir (Huang ve ark., 2023).

Alanya’da yetişen ‘Hass’ ve ‘Fuerte’ çeşidi avokado yapraklarının toplam fenolik madde içeriğinin optimal ekstraksiyon yöntemini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada; maserasyon (AHM, AFM), infüzyon (AHİ, AFI), ses dalgaları destekli ekstraksiyon (AHU, AFU) ve Soxhlet (AHS, AFS) olmak üzere 4 farklı yöntem kullanılmıştır. Ekstrelerin flavanoid miktarları ve fenolik bileşenleri belirlenmiş ve total antioksidan aktiviteleri bulunmuştur. Çalışmada, 1,1 difenil-2 pikrilhidrazil (DPPH) radikalini süpüren etki, 2,2 -azino-bis (3 - etilbenzotiazolin-6 sulfonik asit) (ABTS) radikalini süpüren etki ve Demir İndirgeme Antioksidan Gücünün (FRAP) tayin edilmesi yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, avokado yapraklarının en yüksek etkinliği, ABTS radikalini süpüren deney düzenğinde görülmüştür. Ayrıca, Hass çeşidi yapraklarının AHU ve AHS ekstreleri, Fuerte çeşidi yapraklarının ise AFU ve AFS ekstrelerinin azami seviyede olduğu da görülmüştür (Yavuz, 2022).

Fuerte ve Zutano avokado çeşitleri ile yürütülen bir çalışmada modifiye atmosferde paketleme (MAP) ve 1-Metilsiklopropan (1-MCP) uygulamalarının muhafaza üzerine etkinlikleri araştırılmıştır. Çalışmada, ürünler 6 °C’de ve %90-95 oransal nemdeki soğuk hava depolarında 3 ay süreyle muhafaza edilmiş ve ayda bir depodan çıkarılarak meyve eti sertliği, asit miktarı, ağırlık değişimleri, suda çözünür kuru madde (SÇKM), meyve kabuğu ve meyve eti rengi, pH, yağ oranı, fizyolojik değişimler ve genel görünüş parametreleri ölçülmüştür. Bununla birlikte, 3 gün boyunca %70-75 oransal nem ve 20 °C’de bekletilmiş ve analizler tekrarlanmıştır. Çalışmanın sonunda, Fuerte ve Zutano çeşidi avokadoların majör kalite kaybı olmadan 6 °C ve %85-90 oransal nemde 2 ay depolanabileceği

görülmüştür. Ayrıca, çalışmada, MAP ambalajının kullanılması durumunda, bu sürenin 3 aya çıkartılabileceği belirtilmiştir (Duman, 2016).

Güney Afrika avokado endüstrisi temel olarak ihracata dayanmaktadır. Meyve kalitesinin korunması amacıyla yapılan bir çalışmada hasat sonrası işlemlerin avokado meyvesinin raf ömrü üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma; üç tekrardan oluşan rastgele blok düzeninde düzenlenen ön paketleme (sıcak su ve balmumu), paketleme (düşük yoğunluklu polietilen ve biyobozunur filmler) ve depolama sıcaklıkları (oda ve soğuk depo) olmak üzere üç bileşenden meydana gelmektedir. 28 günlük soğuk depolama simülasyonu boyunca hasat sonrası işlemlerin “Hass” avokadolarının fiziksel, kimyasal ve duyu kalite parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Kalite parametreleri olarak püre viskozitesi, nem içeriği, kuru madde, pH, suda çözünebilir kuru madde miktarı, toplam titrasyon asidi ve subjektif kalite özellikleri ele alınmıştır. Depolama koşulları ölçülen parametreleri anlamlı şekilde etkilemiştir ($p < 0,05$). Soğuk zincir koşulları (5,5 °C’de 2 gün; 5 °C’de 6 gün; 4,5 °C’de 20 gün ve hepsi %95 bağıl nemde) meyve kalitesinin korunmasında en yüksek faydayı sağlamıştır. Balmumu kaplama, soğuk depolama koşulları ve düşük yoğunluklu polietilen ambalaj uygulaması kombinasyonu olgunlaşmayı iki hafta geciktirmiştir. Nem içeriği ve SÇKM’de minimum değişikliklerin yanında viskozitede de faydalı olmuştur (Kassim ve Workneh,2020).

Avokado meyvesinin anavatanı olan Meksika’da yapılan bir çalışmada, meyvenin hasat sonrası korunmasında antraknoz mantarı zararının önlenmesi için kitosan uygulaması yapılmıştır. Avokado meyvesi *Colletotrichum sp.* zararına duyarlıdır ve bu nedenle hasat sonrası dönemde büyük kayıplar verilmektedir. Ancak bir yandan da fungusit kullanımının hem çevreye hem tüketiciye zararı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle hasat sonrası mantarlarıyla mücadelede yeni alternatifler araştırılmaktadır. Bu alternatiflerden biri de antifungal etkisi olduğu bilinen kitosan filmlerinin uygulanmasıdır. Bu çalışmada, düşük ve orta moleküler ağırlıklı kitosanın avokado meyvelerinden izole edilen *Colletotrichum sp.* suşu üzerindeki *in vitro* antifungal aktivitesi değerlendirilmiştir. Bununla birlikte avokado meyvesinin hasat sonrası kalitesi üzerindeki kitosan etkisi de değerlendirilmiştir. Kitosan solüsyonları %0,1, %0,5, %1, %1,5 ve %2 w/v konsantrasyonlarında; miselyal büyümeyi, spor oluşumunu ve sporların çimlenmesinin inhibisyonunu değerlendirmek için kullanılmış ve her 24 saatte bir

9 gün boyunca ölçümler kaydedilmiştir. *In vivo* denemeler, avokado meyvelerine *Colletotrichum sp.* (1×10^6 spor/ml) süspansiyonu ile inoküle edilerek yapılmıştır. Meyveler düşük moleküler ağırlıklı kitosan solüsyonuna batırılmış; işlenen meyvelerin hastalık insidansı, ağırlık kaybı, meyve eti sertliği ve SÇKM içeriği 25 °C’de 12 gün depolama sonrasında değerlendirilmiştir. *In vitro* sonuçlar, düşük ve orta moleküler ağırlıklı kitosan solüsyonunun %1’inin *Colletotrichum sp.*’nin miselyal büyümesinin %90’dan fazlasını inhibe ettiğini; spor oluşumunu azalttığını ve konidiaların çimlenmesini azalttığını göstermiştir. *In vivo* sonuçlar avokado meyvesine kitosan uygulamasının ağırlık kaybını azalttığını; meyve eti sertliğini koruduğunu ve hastalık insidansını azalttığını ortaya koymuştur (Xoca-Orozco ve ark., 2018).

Hasat sonrası dönemde yapılan bir çalışmada avokado meyvelerinin hasat sonrasında kontrollü atmosfer koşullarında raf ömrünü uzatmak için oksidatif stresle mücadelede bazı enzimatik ve non-enzimatik antioksidan sistemlerinin performansı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada meyve eti (mesocarp) ve kabuk (exocarp) ayrı ayrı ele alınmış ve antioksidan sistemleri ile fizyolojik bozuklukların meydana gelme olasılığı arasında bir ilişki olabileceği düşünülmüştür. Sonuçlar, süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POD), katalaz (CAT), fenilalanin amonyum liyaz (PAL) ve polifenoloksidaz (PPO) gibi enzimatik ve fenolik bileşikler gibi non-enzimatik sistemlerin depolama süresince farklı tepkiler verdiğini göstermiştir. Genel olarak SOD, CAT, PAL ve PPO depolama boyunca önemli değişiklik göstermemiştir. Tüketim olgunluğunda meyve etinde SOD, POD ve PAL aktiviteleri azalırken; kabukta CAT artış göstermiştir. Fenolik bileşikler ise zaman geçtikçe meyve etinde artarken; kabukta azalmıştır. Depolama süresince kabukta ve meyve etinde sırasıyla düşük SOD ve düşük SOD ve POD aktivitesi ve düşük fenolik bileşik içeriği (p-kumarik asit türevleri ile kafeik asit türevleri) ölçülmüştür. Çalışma sonuçları avokado meyvelerinin uzak pazarlara taşınması sırasında tüketim olgunluğuna ulaşana kadar fizyolojik bozuklukların oluşmasını önlemek için bir hasat sonrası teknolojisi olarak kontrollü atmosfer koşullarının kullanılabileceğini göstermektedir (Chirinos ve ark., 2023).

Ozon, mikroorganizmaları öldürebilen güçlü bir oksitleyici ajandır. Ancak bu etkisinden faydalanabilmek için meyvenin yeterli süre boyunca yüksek dozda ozona maruz bırakılması gerekir. Ozonun avokado meyvesinin fizikokimyasal

özellikleri üzerindeki etkilerini görmek ve depolama süresini uzatma kabiliyetini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada 10,20 ve 40 ppm dozlarında ozon sırasıyla 15,30 ve 45 dakika süreyle avokado dilimleri üzerine uygulanmıştır. Meyveler 4-6  C sıcaklıkta ve %85-90 nemde 28 gün boyunca depolanmıştır. Ölçülen kalite  zellikleri: SÇKM, toplam asitlik yüzdesi, askorbik asit içeriği (C vitamini, mg/100g FW), klorofil a, klorofil b ve toplam karotenoid içeriği (TCC, mg/g FW), toplam fenolik içeriği (TPC, mg/100 g FW) ve polifenoloksidaz (PPO,  g/FW) aktivitesidir. Ozon uygulanmamış meyvelerle karşılaştırıldığında, ozon uygulamaları avokado dilimlerinin depo ömrünü ve kalite özelliklerini olumlu etkilemiştir. Çalışma sonunda 40 ppm ozona maruz bırakılan avokado dilimlerinde SÇKM, polifenol oksidaz aktivitesi ve askorbik asit içeriği artış gösterirken; toplam asitlik ve toplam fenolik içeriği azalmıştır. Ancak 20 ppm ozona maruz kalan avokado dilimlerinde daha fazla klorofil a, klorofil b ve toplam karotenoid içeriği gözlenmiştir (Yousef ve ark., 2022).

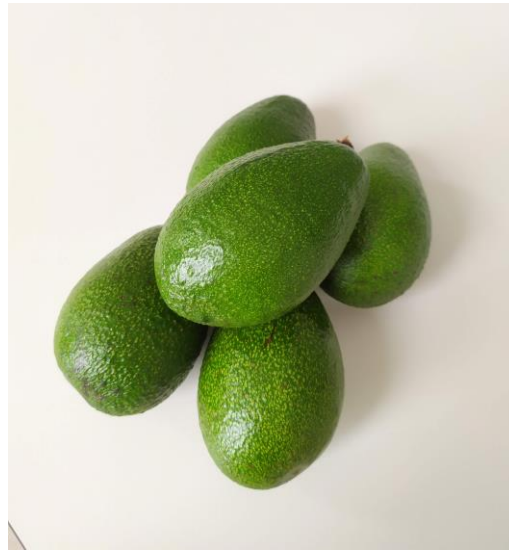
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Bitki Materyali

Araştırmada kullanılan avokado meyve örnekleri, Mersin ili Erdemli ilçesi Elvanlı Kasabasında bulunan avokado bahçesinden hasat edilmiştir. Tek olgunluk dönemi kullanılmış; meyvelerin olgunluk seviyeleri, kabuk renkleri ve ağırlıklarında üniformite olmasına dikkat edilmiştir.



Fotoğraf 3.1 Bitki materyalinin çalışma öncesinde laboratuvarda görünümü



Fotoğraf 3.2 Fuerte avokado çeşidinin depolama öncesi görünümü

3.2 Metot

Hasat edilen meyveler Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde soğuk hava deposuna alınmıştır. Bu çalışma, üç tekrür (her tekrürde 1 kg meyve), 3 doz melatonin (0,25 mM, 0,5 mM ve 1,0 mM) ve farklı depolama sürelerinden (30, 60 ve 90 gün) oluşan bir deneme desenine göre tasarlanmıştır. Çalışmada, meyve örnekleri, sırasıyla, 0 mM (kontrol, distile su), 0,25 mM, 0,50 mM ve 1,0 mM melatonin solüsyonlarına 30 dakika süreyle daldırılmıştır. Sonrasında, meyveler delikli polietilen (PE) kaplara konulup 30 gün süreyle saklanmak üzere, soğuk hava deposuna (6 °C ve 85-90 RH) yerleştirilmiştir. 0,01 mm kalınlığında 36*50*33 cm boyutlarında ve 1,5 kg avokado meyvesini taşıyabilecek Polietilen Tereftalat (PET) kaplar kullanılmıştır.

Çalışmada ölçümler, depolama başlangıcında (hasat) ve 90 günlük depolama süresi boyunca her 30 günde bir yapılmıştır.



Fotoğraf 3.3 Meyve örneklerinin depolama öncesi pet kaplara alınması

3.2.1 Meyve Ağırlık Kaybı

Avokado meyvelerinde ağırlık kaybı, 0,01 g hassasiyetli Necklife marka dijital hassas terazi kullanılarak ölçülmüştür. Hosseini ve ark. (2018)'e göre,

ağırlık kaybı aşağıdaki şu formülle hesaplanmıştır:

$$[(\text{depolama başlangıcındaki meyve ağırlığı} - \text{depolama sırasındaki meyve ağırlığı}) / (\text{depolama başlangıcındaki meyve ağırlığı})] \times 100$$

3.2.2 Meyve Çürüme Oranı

Avokado meyvesindeki çürüme, 0 = çürüme yok, 1 = hafif (çürüme, meyve yüzeyinin %25'ine kadar olan kısmını kapsar), 2 = orta (çürüme, meyve yüzeyinin %25'i ile %50'si arasını kapsar) ve 3 = şiddetli (çürüme, meyve yüzeyinin %50'sinden fazlasını kapsar) skalası ile puanlanmıştır. Buna göre, meyvede çürüme oranı, şu formül kullanılarak belirlenmiştir:

$$[(1 \times FN1 + 2 \times FN2 + 3 \times FN3) \times 100 / (3 \times FN)]$$

Formülde, FN toplam meyve sayısını; FN1, FN2 ve FN3 ise farklı çürüme puanlarını gösteren meyve sayılarını gösterir (Cao ve ark., 2010).



Fotoğraf 3.4 Çalışmanın 90. gününde meyve çürüme oranları

3.2.3 Meyve Eti Sertliği

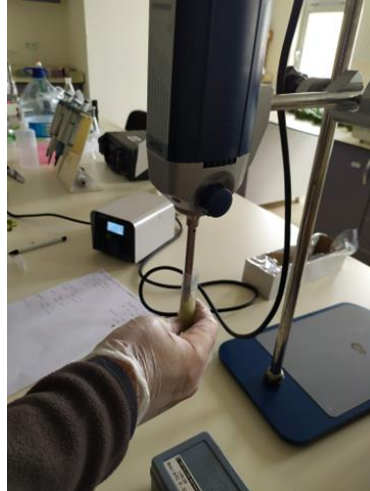
Meyve sertliği, bir el penetrometresi (VTSYIQI GY-3, ABD) ile belirlenmiştir. Ölçümler, meyvenin her iki yanından penetrometre ile girilerek yapılmıştır. Sertlik, iki okumanın ortalaması alınarak Newton birimi (N) cinsinden ifade edilmiştir (Hanif ark., 2020).



Fotoğraf 3.5 Meyve Eti Sertliği Ölçüm Cihazı (penetrometre)

3.2.4 Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı

Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), taşınabilir el tipi refraktometre (ATC, BX50, Türkiye) ile belirlenmiştir.



Fotoğraf 3.6 Meyve örneklerinin distile su ile homojenize edilerek ekstrakt elde edilmesi



Fotoğraf 3.7 Sulandırma öncesinde meyve örneklerinin tartılması

3.2.5 Titre Edilebilir Asitlik (TEA)

Titre edilebilir asitlik (TEA) değeri, titrasyon yöntemiyle belirlenmiştir. Buna göre, TEA, 0,1M NaOH'a karşı 2 gram meyve örneğinin 10 mL distile su ile sulandırılıp homojenize edilmesiyle elde edilen ekstraktan ölçülmesiyle belirlenmiş olup, bu değer, malik asit cinsinden hesaplanmıştır ve % olarak ifade edilmiştir.

3.2.6 pH

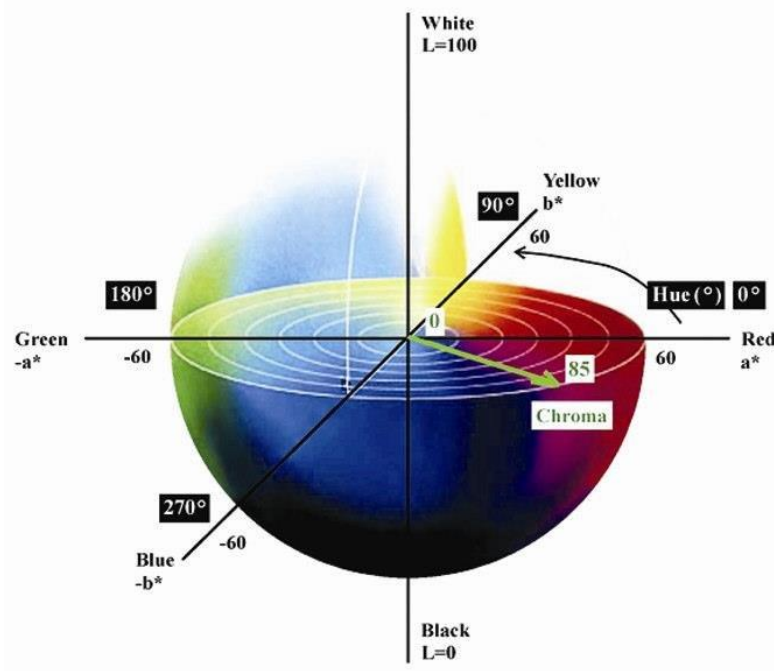
Meyve pH'sı masa tipi bir pH ölçer (Thermo, OrionStar A111, ABD) kullanılarak ölçülmüştür (Hanif ve ark., 2020).

3.2.7 Meyve Eti ve Kabuk Rengi

Avokado meyvesinin et ve kabuk renk değerleri (L^* , a^* , b^* , kroma ve Hue° açısı), depolama süresi boyunca beş tekrarlı olacak biçimde, kolorimetre (3nh NR60C, Çin) kullanılıp, 3 meyvenin iki farklı tarafından ölçülmüştür. Daha sonra, ölçülen bu iki okumanın ortalaması alınıp renk değerleri belirlenmiştir (Kibar ve Kibar, 2017).



Fotoğraf 3.8 El tipi kolorimetre ile renk ölçümü



Şekil 3.1 Renk ölçümünde kullanılan L*, a*, b*, Hue ve Kroma (Chroma) değerlerinin skalası (Kulcu, 2018)

3.2.8 Meyvenin Biyokimyasal Özellikleri

3.2.8.1 Toplam Fenolik

Toplam fenolik içeriğini (mg GAE/g) belirlemek için Waterhouse (2002) tarafından bildirilen mikro ölçekli prosedür, modifiye edilerek kullanılmıştır. İlk olarak, 50 µL metanolik ekstrakta, 1600 µL distile su ve 50 µL Folin-Ciocalteu bileşeni ilave edilmiş ve karışım yavaşça karıştırılmıştır. Daha sonra, 300 µL %7 (a/h) kalsiyum karbonat çözeltisi ilave edilmiş ve karışım, vortekslenmiştir. Karışım, oda koşullarında karanlıkta 2 saat bekletildikten sonra, UV-Vis spektrofotometre (SP-UV1100, DLAB, Pekin, Çin) kullanılarak 760 nm'de absorbansı okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri, 0,5,1, 2, 3, 4, 5 ve 6 mM gallik asit kullanılarak hazırlanan standart eğri ($R^2 = 0,99$) ile elde edilen denklemin, aynı prosedürle hesaplanmasıyla gerçek içeriğe dönüştürülmüştür.

3.2.8.2 DPPH İndirgenme Aktivitesi

Sigma-Aldrich'ten (Darmstadt, Almanya) satın alınan 2,2 Difenil 1 pikrilhidrazil, DPPH aktivitesini ölçmek için 0,7-0,8 aralığında nihai absorbansla etanol içerisinde hazırlanmıştır. Daha sonra, aktivite aşağıdaki prosedür kullanılarak ölçülmüştür. En uygun metanolik ekstrakt miktarı, ön denemeler sonucunda nihai hacim 2 mL olacak şekilde belirlenmiştir. Çalışmada, 50 µL numune, 1450 µL etanol ve 500 µL DPPH solüsyonu sırasıyla eklenerek vortekslenmiştir. Hazırlanan çözelti, 15 dakika sonra UV-Vis spektrofotometre kullanılarak 520 nm dalga boyunda ölçülmüştür ve DPPH kapasitesi, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Güler ve ark., 2023).

$$\text{DPPH (\%)} = (A_{\text{Kör}} - A_{\text{örnek}}) / A_{\text{Kör}} \times 100.$$

3.2.8.3 Toplam Protein Miktarı

Daha önce hazırlanıp +4 °C 'de saklanan bitki örnekleri, 10 kez sulandırılarak spektrofotometrede absorbansları ölçülmüştür. Seyreltilmiş numuneler, Bradford Coomassie Blue boyası ile 595 nm'de boş küvete karşı üç kopya halinde okunmuştur. Elde edilen absorbans değerleri kaydedilerek ortalaması alınmış ve standart eğri kullanılarak her numune için protein konsantrasyonları hesaplanmıştır (Bradford, 1976).

3.2.8.4 Toplam Antosiyanin Miktarı

Toplam monomerik antosiyaninin belirlenmesi için Fuleki ve Francis (1968) tarafından tanımlanan pH diferansiyel yöntemi, bazı modifikasyonlar yapılarak uygulanmıştır. Buna göre, maksimum dalga boyunda 0,4 – 0,8 aralığında absorbans elde etmek için metanolik ekstraktan alınacak uygun miktar belirlenerek seyreltme faktörü kaydedilmiştir. Daha sonra, hazırlanan dilüsyonun 0,4 mL'si iki ayrı tüpe boşaltılmış ve bunlar, pH 1,0 ve pH 4,5 tampon çözeltileri ile 2 mL'ye tamamlanmıştır. Sonra, tüplerin kapakları kapatılmış ve karanlık koşullarda +4 °C 'de 2 saat bekletilmiştir. Numuneler, 516 nm ve 700 nm dalga boylarında ölçülmüş ve gerçek absorbans aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\text{Absorbans (A)} = (A_{516} - A_{700})_{\text{pH 1.0}} - (A_{516} - A_{700})_{\text{pH 4,5}}$$

Ek olarak, elde edilen absorbans değeri, aşağıdaki formüle eklenerek toplam monomerik antosiyanin miktarı hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam antosiyanin (mg/L)} = (A \times 10^3 \times \text{MW} \times \text{DF}) / (E \times L)$$

A: absorbans,

MW: pigmentlerin moleküler ağırlığı, (siyanidin 3 glukozit; 484,83 g/mol),

DF: seyreltme faktörü,

E: molar absorbans (26.900),

L: küvetin optik yolu (1 cm)

3.2.9 İstatistiksel Analizler

Avokado meyvesine ilişkin incelenen özelliklerin etkilerini analiz etmek amacıyla iki yönlü ANOVA kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar, Student's t testi ile değerlendirilmiş ve anlamlılık düzeyi $P < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. İstatistiksel analizlerde JMP 13 (SAS Institute Inc., Cary, NC) kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Ağırlık Kaybı

Depolanan avokado meyvesinde ağırlık kaybı açısından depolama süresi x melatonin interaksyonu incelendiğinde, veriler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($P<0,001$). Çalışmada, 30 günlük depolanan ve 0,5 mM melatonin dozu uygulanan meyveler haricinde, tüm depolama süreleri ve melatonin dozlarında kontrole göre önemli ölçüde daha az ağırlık kayıplarının olduğu görülmüştür. Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (%0,95 ağırlık kaybı) ve 1,0 mM (%0,8 ağırlık kaybı) melatonin uygulanan meyvelerde kontrol (%1,12 ağırlık kaybı) meyvelere göre önemli ölçüde daha az ağırlık kayıpları tespit edilirken, 0,50 mM (%1,14 ağırlık kaybı) melatonin uygulanan meyvelerde ise kontrol (%1,12 ağırlık kaybı) meyvelere göre daha fazla ağırlık kaybı görülmüştür ($P<0,001$). Ayrıca, 60 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (%5,2 ağırlık kaybı), 0,5 mM (%6,89 ağırlık kaybı) ve 1,0 mM (%7,06 ağırlık kaybı) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (%7,27 ağırlık kaybı) meyvelere göre önemli ölçüde daha az ağırlık kayıpları tespit edilmiştir ($P<0,001$). 90 günlük depolama sonunda ise yine, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (%2,77 ağırlık kaybı), 0,50 mM (%2,66 ağırlık kaybı) ve 1,0 mM (%3,14 ağırlık kaybı) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (%3,36 ağırlık kaybı) meyvelere göre önemli ölçüde daha az ağırlık kayıpları saptanmıştır ($P<0,001$) (Tablo 4.1).

4.2 Çürüme Oranı

Çalışmada çürüme oranı verileri değerlendirildiğinde, 1,0 mM melatonin uygulanan meyveler haricinde, 0,25 mM ve 0,5 mM melatonin uygulanan meyvelerde, depolama süresi arttıkça, çürüme oranları da artmıştır ($P<0,001$). 30 günlük depolama sonunda, uygulanan her üç melatonin dozunda (0,25 mM, 0,5 mM ve 1,0 mM melatonin) da herhangi bir çürüme tespit edilmemiştir. 60 günlük depolama sonunda, sadece 1,0 mM melatonin uygulanan meyvelerde herhangi bir çürümeye rastlanmamış olup, 0,25 mM (çürüme oranı: %40) ve 0,5 mM (çürüme oranı: %40) melatonin uygulanan meyvelerde ise çürüme gözlenmiştir. 90 günlük depolama sonunda ise her üç melatonin dozunda [(0,25 mM (çürüme oranı: %80), 0,5 mM (çürüme oranı: %80) ve 1,0 mM (çürüme oranı: %60)] da çürüme tespit edilmiştir. Çalışmada, özellikle de 1,0 mM melatonin uygulanan

meyvelerde hem 30 günlük hem de 60 günlük depolama sonucunda çürüme belirtileri görülmemiştir (Tablo 4.1).

4.3 Meyve Eti Sertliği

Meyve eti sertliği verileri incelendiğinde, tüm melatonin (0,25 mM, 0,5 mM ve 1,0 mM melatonin) uygulamalarında depolama süresi arttıkça (30, 60 ve 90 gün), meyve sertliğinde azalmalar görülmüştür (Tablo 4.1) ($P < 0,001$). 30 günlük depolama sonunda, kontrol (meyve eti sertliği: 10,70 kg/cm²) meyvelere göre meyve eti sertliğinin arttığı herhangi bir melatonin uygulama dozuna rastlanmamıştır ($P > 0,001$) (0,25 mM, 0,50 mM ve 1,0 mM melatonin uygulanan meyvelerde sırasıyla meyve eti sertlikleri, 9,47 kg/cm², 10,10 kg/cm², 10,20 kg/cm²). 60 günlük depolama sonunda, kontrol (meyve eti sertliği: 9,13 kg/cm²) meyvelere göre, 0,25 mM (meyve eti sertliği: 5,10 kg/cm²) ve 0,50 mM (meyve eti sertliği: 8,77 kg/cm²) melatonin uygulanan meyvelerde önemli ölçüde daha az meyve eti sertlikleri tespit edilirken ($P < 0,001$), 1,0 mM (meyve eti sertliği: 9,63 kg/cm²) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle aynı ölçüde meyve eti sertliği gözlenmiştir ($P > 0,001$). 90 günlük depolama sonunda ise kontrol (meyve eti sertliği: 6,77 kg/cm²) meyvelere göre, sadece 1,0 mM (meyve eti sertliği: 7,0 kg/cm²) melatonin uygulanan meyvelerde önemli ölçüde daha fazla meyve eti sertliği tespit edilirken ($P < 0,001$), 0,25 mM (meyve eti sertliği: 6,70 kg/cm²) ve 0,5 mM (meyve eti sertliği: 6,57 kg/cm²) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle aynı ölçüde meyve eti sertlikleri incelenmiştir ($P < 0,001$) (Tablo 4.1).

4.4 Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı

Avokado meyvelerinin SÇKM içerikleri açısından depolama süresi x melatonin interaksiyonu incelendiğinde, $P < 0,001$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Verilere göre, farklı melatonin uygulamalarında belirlenen SÇKM değerleri, farklı depolama sürelerine göre değişkenlik göstermiştir. Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (SÇKM: %0,67), 0,5 mM (SÇKM: %0,63) ve 1,0 mM (SÇKM: %0,53) melatonin)] uygulandığı meyvelerde de kontrol (SÇKM: %0,73) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük SÇKM miktarları tespit edilmiştir ($P < 0,001$). 60 günlük depolama sonunda, 0,50 mM (SÇKM: %1,50) ve 1,0 mM (SÇKM: %1,73) melatonin uygulaması yapılan meyvelerde, kontrol (SÇKM: %1,43) meyvelere

göre, önemli ölçüde daha fazla SÇKM miktarları saptanırken ($P<0,001$), 0,25 mM (SÇKM: %1,40) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle (SÇKM: %1,43) aynı ölçüde SÇKM miktarı gözlenmiştir ($P>0,001$). 90 günlük depolama sonunda ise 0,25 mM (SÇKM: %1,27) ve 1,0 mM (SÇKM: %1,53) melatonin uygulaması yapılan meyvelerde, kontrol (SÇKM: %1,07) meyvelere göre, önemli ölçüde daha fazla SÇKM miktarları tespit edilirken ($P<0,001$), 0,50 mM (SÇKM: %1,0) melatonin uygulanan meyvelerde ise kontrol (SÇKM: %1,07) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük SÇKM miktarı incelenmiştir ($P<0,001$) (Tablo 4.1).

4.5 Titre Edilebilir Asitlik

Çalışmada, depolama süresi x melatonin interaksiyonunun TEA değerleri incelendiğinde, sadece 30 günlük depolama sonunda istatistiki açıdan anlamlı değerler elde edilmiş olup ($P<0,001$), 60 günlük ve 90 günlük depolamalar sonucunda ise istatistiki anlamda farklar tespit edilmemiştir ($P>0,001$). Buna göre, çalışmada 30 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (TEA: %0,23), 0,5 mM (TEA: %0,21) ve 1,0 mM (TEA: %0,19) melatonin)] uygulandığı meyvelerde de kontrol (TEA: %0,44) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük TEA değerleri tespit edilmiştir ($P<0,001$) (Tablo 4.1).

4.6 pH

Çalışmada pH değerleri karşılaştırıldığında, depolama süresi x melatonin interaksiyonuna göre, 30 günlük ve 90 günlük depolama süreleri sonunda melatonin uygulamalarında istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiş olup ($P<0,001$), 60 günlük depolama sonunda ise melatonin uygulamalarında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmemiştir ($P>0,001$). Buna göre, çalışmada 30 günlük ve 90 günlük depolamalar sonunda, her üç melatonin dozunun [(30 günlük depolama sonunda 0,25 mM (pH: 6,62), 0,5 mM (pH: 6,83) ve 1,0 mM (pH: 6,91) melatonin); 90 günlük depolama sonunda 0,25 mM (pH: 6,62), 0,5 mM (pH: 6,65) ve 1,0 mM (pH: 6,70) melatonin)] uygulandığı meyvelerde de kontrol (30 günlük depolama sonunda pH: 6,57; 90 günlük depolama sonunda pH: 6,57) meyvelere göre önemli ölçüde daha fazla pH değerleri tespit edilmiştir ($P<0,001$) (Tablo 4.1).

Tablo 4.1 Melatonin uygulamasının Avokado çeşidinin fizikokimyasal özelliklerine etkisi

Depolama zamanı	Ağırlık Kaybı (%)	Çürüme Oranı (%)	Sertlik (kg/cm ²)	SÇKM (%)	pH	TEA (%)	
Hasat	0,00±0,00d	0,00 ± 0,00 c	9,83 ± 1,12 ab	1,87 ± 0,09 a	6,86 ± 0,14 a	0,54 ± 0,22 a	
30	1,00±0,04c	0,00 ± 0,00 c	10,12 ± 0,32 a	0,64 ± 0,04 d	4,55 ± 0,05 c	0,27 ± 0,04 b	
60	6,60±0,25a	20,00 ± 6,03 b	8,16 ± 0,60 b	1,52 ± 0,06 b	6,73 ± 0,05 ab	0,16 ± 0,02 c	
90	2,98±0,08b	65,00 ± 5,00 a	6,76 ± 0,27 c	1,22 ± 0,08 c	6,63 ± 0,04 b	0,04 ± 0,00 d	
Uygulamalar							
Kontrol	2,94 ± 0,84 a	10,00 ± 5,22 b	9,11 ± 0,57 a	1,28 ± 0,13 a	6,14 ± 0,28 a	0,29 ± 0,08 a	
Mel 0,25 mM	2,97 ± 0,62 a	40,00 ± 11,55 a	7,09 ± 0,74 b	1,11 ± 0,12 a	5,96 ± 0,33 a	0,17 ± 0,04 ab	
Mel 0,5 mM	3,56 ± 0,86 a	40,00 ± 11,55 a	8,48 ± 0,57 ab	1,04 ± 0,13 a	5,99 ± 0,38 a	0,14 ± 0,03 b	
Mel 1 mM	3,67 ± 0,91 a	20,00 ± 10,00 ab	8,94 ± 0,55 a	1,27 ± 0,20 a	6,04 ± 0,38 a	0,12 ± 0,02 b	
Depolama zamanı × Melatonin interaction							
Hasat	0,00 ± 0,00 m	0,67 ± 0,67 d	9,83 ± 1,12 a	1,87 ± 0,09 a	6,86 ± 0,14 ab	0,54 ± 0,22 a	
Gün30	Kontrol	1,12 ± 0,01 j	0,00 ± 0,00 e	10,70 ± 0,06 a	0,73 ± 0,09 ef	6,57 ± 0,05 c	0,44 ± 0,06 a
	Mel 0,25 mM	0,95 ± 0,01 k	0,00 ± 0,00 e	9,47 ± 1,13 a	0,67 ± 0,09 f	6,62 ± 0,03 bc	0,23 ± 0,09 b
	Mel 0,5 mM	1,14 ± 0,01 i	0,00 ± 0,00 e	10,10 ± 0,50 a	0,63 ± 0,03 f	6,83 ± 0,06 ab	0,21 ± 0,02 b
	Mel 1 mM	0,80 ± 0,01 l	0,00 ± 0,00 e	10,20 ± 0,55 a	0,53 ± 0,03 f	6,91 ± 0,05 a	0,19 ± 0,01 b
Gün60	Kontrol	7,27 ± 0,01 a	0,00 ± 0,00 e	9,13 ± 0,98 a	1,43 ± 0,09 c	4,57 ± 0,04 d	0,13 ± 0,01 b
	Mel 0,25 mM	5,20 ± 0,01 d	40,00 ± 0,00 c	5,10 ± 0,57 c	1,40 ± 0,15 c	4,64 ± 0,14 d	0,23 ± 0,00 b
	Mel 0,5 mM	6,89 ± 0,01 c	40,00 ± 0,00 c	8,77 ± 0,47 ab	1,50 ± 0,12 bc	4,49 ± 0,05 d	0,16 ± 0,04 b
	Mel 1 mM	7,06 ± 0,01 b	0,00 ± 0,00 e	9,63 ± 0,09 a	1,73 ± 0,09 ab	4,52 ± 0,12 d	0,13 ± 0,01 b
Gün90	Kontrol	3,36 ± 0,01 e	40,00 ± 0,00 c	6,77 ± 0,88 c	1,07 ± 0,09 d	6,57 ± 0,04 c	0,06 ± 0,02 b
	Mel 0,25 mM	2,77 ± 0,01 g	80,00 ± 0,00 a	6,70 ± 0,38 c	1,27 ± 0,03 cd	6,62 ± 0,04 bc	0,04 ± 0,01 b
	Mel 0,5 mM	2,66 ± 0,01 h	80,00 ± 0,00 a	6,57 ± 0,48 c	1,00 ± 0,06 de	6,65 ± 0,15 bc	0,04 ± 0,01 b
	Mel 1 mM	3,14 ± 0,01 f	60,00 ± 0,00 b	7,00 ± 0,60 bc	1,53 ± 0,20 bc	6,70 ± 0,08 abc	0,03 ± 0,00 b
ANOVA							
F _{Depolama Zamanı}	286,37***	41,51***	11,15***	46,6***	501,87***	16***	
F _{Melatonin}	0,22 ^{ns}	2,69*	2,19 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,06 ^{ns}	2,37*	
F _{Depolama Zamanı × Melatonin}	166505,66***	29916***	6,82***	19,42***	141,89***	4,96***	

4.7 Meyve Eti Rengi

Depolama sırasında farklı melatonin uygulamalarına bağlı olarak, avokado meyvesinin et rengi parametrelerine ait L*, a*, b*, kroma ve Hue° açısı değerleri arasındaki farklar, çoğunlukla P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Meyvelerin depolanması esnasında, renk yoğunluğunda artış ve azalışlar gözlemlenmiştir.

4.7.1 L* Değeri

Çalışmada, depolama süresi x melatonin interaksyonu incelendiğinde, L* renk değerinde, 30 günlük ve 90 günlük depolama süreleri sonunda melatonin uygulamalarında istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiş olup (P<0,01), 60 günlük depolama sonunda ise melatonin uygulamalarında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmemiştir (P>0,01). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (L*: 57,19), 0,5 mM (L*: 57,38) ve 1,0 mM (L*: 57,34) melatonin)] uygulandığı meyvelerde de kontrol (L*: 55,60) meyvelere göre önemli ölçüde daha fazla L* değerleri tespit edilmiştir (P<0,01). Öte yandan, 90 günlük depolama sonunda ise her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (L*: 48,57), 0,5 mM (L*: 36,67) ve 1,0 mM (L*: 47,55) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (L*: 50,35) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük L* değerleri gözlenmiştir (P<0,01) (Tablo 4.2).

4.7.2 a* Değeri

Çalışmada, depolama süresi x melatonin interaksyonuna göre, bir diğer renk parametresi olan a* değerinde, 30 günlük, 60 günlük ve 90 günlük depolama sürelerinin üçünde de melatonin uygulamalarında istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiştir (P<0,01). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, sadece 1,0 mM (a*: 1,03) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (a*: 0,06) göre önemli ölçüde daha fazla a* değeri tespit edilmiş olup (P<0,01), 0,25 mM (a*: 0,03) ve 0,5 mM (a*: 0,12) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrole (a*: 0,06) aynı ölçüde a* değerleri incelenmiştir (P>0,01). 60 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (a*: 1,58), 0,50 mM (a*: 2,01) ve 1,0 mM (a*: 1,99) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (a*: 1,34) meyvelere göre önemli ölçüde daha fazla a* değerleri tespit edilmiştir

($P<0,01$). 90 günlük depolama sonunda, sadece 0,5 mM (a^* : 3,87) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (a^* : 3,70) göre önemli ölçüde daha fazla a^* değeri tespit edilmiş olup ($P<0,01$), 0,25 mM (a^* : 1,85) ve 1,0 mM (a^* : 2,87) melatonin uygulanan meyvelerde ise kontrol (a^* : 3,70) meyvelere göre daha düşük a^* değerleri saptanmıştır ($P<0,01$) (Tablo 4.2).

4.7.3 b* Değeri

Depolama süresi x melatonin interaksyonuna göre, renk parametrelerinden b^* değerinde, 30 günlük depolama süresinde melatonin uygulamalarının üçünde de istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiştir ($P<0,01$). Ayrıca, 90 günlük depolama süresinde 0,5 mM melatonin uygulamasında da istatistiki açıdan anlamlılık tespit edilmiştir. Çalışmada, 60 günlük depolama sonunda ise melatonin uygulamalarında istatistiki anlamda farklılıklar tespit edilmemiştir ($P>0,01$). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (b^* : 24,00), 0,5 mM (b^* : 23,73) ve 1,0 mM (b^* : 22,45) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (b^* : 27,47) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük b^* değerleri gözlenmiştir ($P<0,01$). 90 günlük depolama sonunda, sadece 0,5 mM (b^* : 20,75) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (b^* : 22,68) göre önemli ölçüde daha düşük b^* değeri tespit edilmiş olup ($P<0,01$), 0,25 mM (b^* : 24,04) ve 1,0 mM (b^* : 23,52) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrole (b^* : 22,68) aynı ölçüde b^* değerleri incelenmiştir ($P>0,01$) (Tablo 4.2).

4.7.4 c Değeri (kroma)

Depolama süresi x melatonin interaksyonuna göre, kroma değerinde, 30 günlük depolama süresinde melatonin uygulamalarının üçünde de istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiştir ($P<0,01$). Ayrıca, 90 günlük depolama süresinde 0,5 mM melatonin uygulamasında da istatistiki açıdan anlamlılık tespit edilmiştir. Çalışmada, 60 günlük depolama sonunda ise melatonin uygulamalarında istatistiki anlamda farklılıklar saptanmamıştır ($P>0,01$). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (kroma: 24,02), 0,5 mM (kroma: 23,73) ve 1,0 mM (kroma: 22,49) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (kroma: 27,48) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük kroma değerleri gözlenmiştir ($P<0,01$). 90 günlük depolama sonunda, sadece 0,5 mM (kroma: 21,20) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (kroma: 23,04) göre önemli ölçüde daha düşük kroma değeri tespit edilmiş olup ($P<0,01$), 0,25 mM

(kroma: 24,24) ve 1,0 mM (kroma: 24,09) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle (kroma: 23,04) aynı ölçüde kroma değerleri incelenmiştir ($P>0,01$) (Tablo 4.2).

4.7.5 Hue Değeri

Depolama süresi x melatonin interaksyonuna göre, Hue° açısı değerinde, 90 günlük depolama süresinde melatonin uygulamalarının üçünde de istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiştir ($P<0,01$). Ayrıca, 30 günlük depolama süresinde 1,0 mM melatonin uygulamasında da istatistiki açıdan anlamlılık tespit edilmiştir. Çalışmada, 60 günlük depolama sonunda ise melatonin uygulamalarında istatistiki anlamda farklılıklar gözlenmemiştir ($P>0,01$). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, sadece 1,0 mM (Hue°: 87,43) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (Hue°: 90,08) göre önemli ölçüde daha düşük Hue° açısı değeri tespit edilmiş olup ($P<0,01$), 0,25 mM (Hue°: 89,87) ve 0,5 mM (Hue°: 89,75) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle (Hue°: 90,08) aynı ölçüde Hue° açısı değerleri incelenmiştir ($P>0,01$). Ek olarak, 90 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (Hue°: 84,96) ve 1,0 mM (Hue°: 82,19) melatonin uygulanan meyvelerde kontrol (Hue°: 80,63) meyvelere göre önemli ölçüde daha yüksek Hue° açısı değerleri tespit edilmiş olup ($P<0,01$), 0,5 mM (Hue°: 77,82) melatonin uygulanan meyvelerde ise kontrol (Hue°: 80,63) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük Hue° açısı değeri gözlenmiştir ($P<0,01$) (Tablo 4.2).

Tablo 4.2 Melatonin uygulamasının Avokado çeşidinin meyve et rengi üzerine etkisi.

Depolama zamanı	Meyve Et Rengi					
	L*	a*	b*	Kroma	Hue°	
Hasat	57,05 ± 0,99 a	-0,84 ± 1,11 c	26,66 ± 0,54 a	26,67 ± 0,55 a	89,87 ± 0,51 ab	
30	56,88 ± 0,69 a	0,28 ± 0,21 c	24,41 ± 0,88 ab	24,43 ± 0,88 a	89,28 ± 0,52 a	
60	52,66 ± 0,98 a	1,73 ± 0,34 b	24,07 ± 0,61 ab	24,19 ± 0,59 a	85,68 ± 0,92 b	
90	45,79 ± 2,42 b	3,07 ± 0,47 a	22,75 ± 1,02 b	23,14 ± 0,98 a	81,40 ± 1,55 c	
Depolama zamanı						
Control	53,93 ± 1,17 a	1,04 ± 0,62 a	25,16 ± 0,93 a	25,28 ± 0,90 a	86,82 ± 1,31 a	
Mel 0,25 mM	53,45 ± 1,33 a	1,15 ± 0,50 a	24,14 ± 0,66 ab	24,24 ± 0,63 ab	87,03 ± 1,29 a	
Mel 0,5 mM	48,24 ± 3,81 a	2,00 ± 0,68 a	22,51 ± 1,30 b	22,73 ± 1,23 b	83,97 ± 2,28 a	
Mel 1 mM	52,53 ± 1,87 a	1,96 ± 0,42 a	23,66 ± 0,63 ab	23,90 ± 0,63 ab	85,01 ± 1,24 a	
Depolama zamanı × Melatonin interaction						
Hasat	57,05 ± 0,99 a	-0,84 ± 1,11 c	26,66 ± 0,54 ab	26,67 ± 0,55 ab	89,87 ± 0,51 a	
Gün30	Kontrol	55,60 ± 2,12 ab	-0,06 ± 0,23 de	27,47 ± 3,03 a	27,48 ± 3,03 a	90,08 ± 0,50 a
	Mel 0,25 mM	57,19 ± 0,99 a	0,03 ± 0,41 de	24,00 ± 0,55 abc	24,02 ± 0,55 abc	89,87 ± 0,93 a
	Mel 0,5 mM	57,38 ± 1,13 a	0,12 ± 0,32 de	23,73 ± 0,55 abc	23,73 ± 0,55 abc	89,75 ± 0,73 a
	Mel 1 mM	57,34 ± 1,59 a	1,03 ± 0,56 cde	22,45 ± 0,56 bc	22,49 ± 0,57 bc	87,43 ± 1,38 ab
Gün60	Kontrol	52,70 ± 1,48 abc	1,34 ± 0,49 cde	23,82 ± 0,66 abc	23,92 ± 0,65 abc	86,69 ± 1,15 abc
	Mel 0,25 mM	54,59 ± 0,53 abc	1,58 ± 0,61 bcd	24,37 ± 0,81 abc	24,45 ± 0,77 abc	86,27 ± 1,46 abc
	Mel 0,5 mM	50,66 ± 3,27 abc	2,01 ± 1,30 abcd	23,06 ± 2,42 abc	23,26 ± 2,32 abc	84,33 ± 3,62 abc
	Mel 1 mM	52,70 ± 2,03 abc	1,99 ± 0,27 abcd	25,02 ± 0,48 abc	25,13 ± 0,48 abc	85,42 ± 0,58 abc
Gün90	Kontrol	50,35 ± 2,97 abc	3,70 ± 1,01 ab	22,68 ± 1,08 abc	23,04 ± 1,03 abc	80,63 ± 2,64 cd
	Mel 0,25 mM	48,57 ± 0,73 bc	1,85 ± 1,21 abcd	24,04 ± 2,05 abc	24,24 ± 1,95 abc	84,96 ± 3,26 abc
	Mel 0,5 mM	36,67 ± 7,11 d	3,87 ± 0,51 a	20,75 ± 3,42 c	21,20 ± 3,28 c	77,82 ± 3,61 d
	Mel 1 mM	47,55 ± 3,34 c	2,87 ± 0,95 abc	23,52 ± 1,59 abc	24,09 ± 1,57 abc	82,19 ± 3,01 bcd
ANOVA						
F _{Depolama Zamanı}	10,01***	12,94***	1,7 ^{ns}	1,37 ^{ns}	10,71***	
F _{Melatonin}	1,4 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,47 ^{ns}	1,45 ^{ns}	0,87 ^{ns}	
F _{Depolama Zamanı × Melatonin}	4,4**	3,46**	1,06 ^{ns}	0,99 ^{ns}	3,18**	

Aynı sütundaki farklı harfler p≤0,05'teki istatistiksel farklılıkları gösterir. ns: önemli değil. *, **, *** sırasıyla p≤0,05, 0,01 ve 0,001'i gösterir.

4.8 Meyve Kabuk Rengi

Depolama sırasında farklı melatonin uygulamalarına bağlı olarak, avokado meyvesinin kabuk rengi parametrelerine ait L*, a*, b*, kroma ve Hue° açısı değerleri arasındaki farklar, çoğunlukla P<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Depolama esnasında, avokado kabuk rengi yoğunluklarında artış ve azalışlar saptanmıştır.

4.8.1 L* Değeri

Çalışmada, depolama süresi x melatonin interaksyonu incelendiğinde, L* renk değerinde, 30 günlük, 60 günlük ve 90 günlük depolama süreleri sonunda melatonin uygulamalarında çoğunlukla istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiştir (P<0,01). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (L*: 30,00), 0,5 mM (L*: 30,55) ve 1,0 mM (L*: 30,17) melatonin)] uygulandığı meyvelerde de kontrol (L*: 33,21) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük L* değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca, 60 günlük depolama sonunda, 1,0 mM (L*: 25,11) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (L*: 25,53) göre önemli ölçüde daha düşük L* değeri tespit edilmiş olup (P<0,01), 0,25 mM (L*: 27,36) ve 0,5 mM (L*: 27,67) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrole (L*: 25,53) aynı ölçüde L* değerleri incelenmiştir (P>0,01). 90 günlük depolama sonunda ise sadece 1,0 mM (L*: 28,81) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (L*: 27,05) göre önemli ölçüde daha fazla L* değeri tespit edilmiş olup (P<0,01), 0,25 mM (L*: 27,68) ve 0,5 mM (L*: 27,52) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrole (L*: 27,05) aynı ölçüde L* değerleri incelenmiştir (P>0,01) (Tablo 4.3).

4.8.2 a* Değeri

Çalışmada, depolama süresi x melatonin interaksyonuna göre, bir diğer renk parametresi olan a* değerinde, 30 günlük, 60 günlük ve 90 günlük depolama sürelerinin üçünde de melatonin uygulamalarında çoğunlukla istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiştir (P<0,01). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, 0,5 mM (a*: 2,67) ve 1,0 mM (a*: 2,92) melatonin uygulamaları yapılan meyvelerde kontrole (a*: 2,46) göre önemli ölçüde daha fazla a* değerleri tespit edilmiş olup (P<0,01), 0,25 mM (a*: 2,42) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrole (a*: 2,46) aynı ölçüde a* değeri incelenmiştir (P>0,01). Ek olarak, 60 günlük depolama sonunda, sadece 0,25 mM (a*: 2,33) melatonin

uygulanan meyvelerde kontrole (a*: 1,97) göre önemli ölçüde daha fazla a* değeri tespit edilmiştir (P<0,01). Aynı günlük depolama sonunda, 1,0 mM (a*: 1,86) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (a*: 1,97) göre önemli ölçüde daha düşük a* değeri tespit edilmiştir (P<0,01). Bu depolama süresinde, 0,5 mM (a*: 1,98) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle (a*: 1,97) aynı ölçüde a* değeri incelenmiştir (P>0,01). Çalışmada, 90 günlük depolama sonunda ise 0,25 mM (a*: 1,43) ve 1,0 mM (a*: 1,16) melatonin uygulamaları yapılan meyvelerde kontrole (a*: 0,71) göre önemli ölçüde daha fazla a* değerleri tespit edilmiş olup (P<0,01), 0,5 mM (a*: 0,57) melatonin uygulanan meyvelerde ise kontrol (a*: 0,71) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük a* değeri gözlenmiştir (P<0,01) (Tablo 4.3).

4.8.3 b* Değeri

Depolama süresi x melatonin interaksyonuna göre, b* değerinde, 30 günlük, 60 günlük ve 90 günlük depolama sürelerinde melatonin uygulamalarında istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiştir (P<0,01). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (b*: 17,78) ve 1,0 mM (b*: 17,16) melatonin uygulamaları yapılan meyvelerde kontrole (b*: 20,98) göre önemli ölçüde daha düşük b* değerleri tespit edilmiş olup (P<0,01), 0,5 mM (b*: 18,34) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle (b*: 20,98) aynı ölçüde b* değeri incelenmiştir (P>0,01). Ek olarak, 60 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (b*: 20,94) ve 0,5 mM (b*: 19,59) melatonin uygulamaları yapılan meyvelerde kontrole (b*: 17,93) göre önemli ölçüde daha fazla b* değerleri tespit edilmiş olup (P<0,01), 1,0 mM (b*: 16,34) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle (b*: 17,93) aynı ölçüde b* değeri incelenmiştir (P>0,01). 90 günlük depolama sonunda ise her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (b*: 20,14), 0,5 mM (b*: 18,98) ve 1,0 mM (b*: 23,29) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (b*: 17,62) meyvelere göre önemli ölçüde daha fazla b* değerleri gözlenmiştir (P<0,01) (Tablo 4.3).

4.8.4 C Değeri (kroma)

Depolama süresi x melatonin interaksyonu incelendiğinde, kroma değerinde, 30 günlük, 60 günlük ve 90 günlük depolama sürelerinde melatonin uygulamalarında istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiştir (P<0,01). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (kroma: 17,95) ve 1,0 mM (kroma: 17,51) melatonin uygulamaları yapılan meyvelerde kontrole (kroma: 21,21) göre

önemli ölçüde daha düşük kroma değerleri tespit edilmiş olup ($P<0,01$), 0,5 mM (kroma: 18,54) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle (kroma: 21,21) aynı ölçüde kroma değeri incelenmiştir ($P>0,01$). Ek olarak, 60 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (kroma: 21,07) ve 0,5 mM (kroma: 19,72) melatonin uygulamaları yapılan meyvelerde kontrole (kroma: 18,05) göre önemli ölçüde daha fazla kroma değerleri tespit edilmiş olup ($P<0,01$), 1,0 mM (kroma: 16,45) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrolle (kroma: 18,05) aynı ölçüde kroma değeri incelenmiştir ($P>0,01$). 90 günlük depolama sonunda ise her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (kroma: 20,21), 0,5 mM (kroma: 19,01) ve 1,0 mM (kroma: 23,34) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (kroma: 17,67) meyvelere göre önemli ölçüde daha fazla kroma değerleri gözlenmiştir ($P<0,01$) (Tablo 4.3).

4.8.5 Hue Değeri

Depolama süresi x melatonin interaksyonu değerlendirildiğinde, Hue° açısı değerinde, 30 günlük, 60 günlük ve 90 günlük depolama sürelerinde melatonin uygulamalarının üçünde de istatistiki açıdan anlamlı değerler gözlenmiştir ($P<0,01$). Buna göre, 30 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (Hue°: 97,61), 0,5 mM (Hue°: 98,22) ve 1,0 mM (Hue°: 99,69) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (Hue°: 96,94) meyvelere göre önemli ölçüde daha fazla Hue° açısı değerleri gözlenmiştir ($P<0,01$). Ayrıca, 60 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (Hue°: 96,39) ve 1,0 mM (Hue°: 96,24) melatonin uygulanan meyvelerde kontrol (Hue°: 95,98) meyvelere göre önemli ölçüde daha yüksek Hue° açısı değerleri tespit edilmiş olup, 0,5 mM (Hue°: 95,77) melatonin uygulanan meyvelerde ise kontrol (Hue°: 95,98) meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük Hue° açısı değeri gözlenmiştir ($P<0,01$). 90 günlük depolama sonunda ise her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (Hue°: 93,52), 0,5 mM (Hue°: 91,90) ve 1,0 mM (Hue°: 92,83) melatonin)] uygulandığı meyvelerde, kontrol (Hue°: 91,76) meyvelere göre önemli ölçüde daha fazla Hue° açısı değerleri gözlenmiştir ($P<0,01$) (Tablo 4.3).

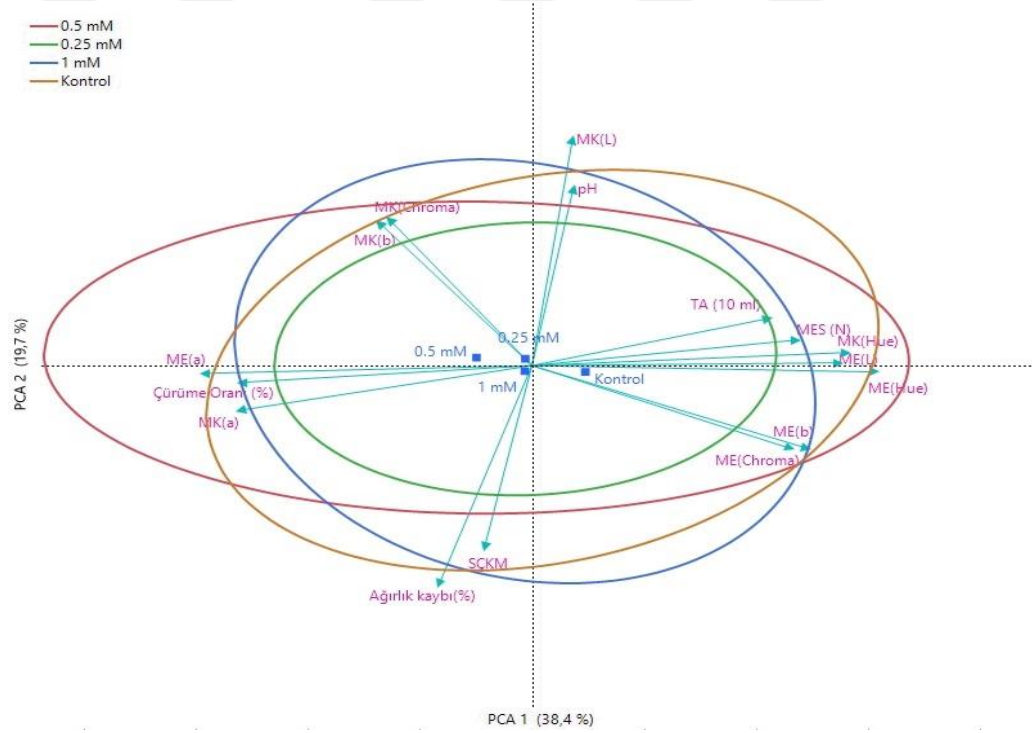
Tablo 4.3 Melatonin uygulamasının Avokado çeşidinin meyve kabuk rengi üzerine etkisi.

Depolama zamanı	Meyve Kabuk Rengi					
	L*	a*	b*	Kroma	Hue°	
Hasat	29,77 ± 0,59 ab	-3,24 ± 0,03 c	17,03 ± 0,42 a	17,33 ± 0,41 a	100,74 ± 0,40 a	
30	30,98 ± 0,92 a	-2,62 ± 0,17 bc	18,57 ± 0,72 a	18,80 ± 0,72 a	98,12 ± 0,62 a	
60	26,42 ± 0,95 b	-2,03 ± 0,20 b	18,70 ± 0,98 a	18,82 ± 0,98 a	96,10 ± 0,58 b	
90	27,77 ± 0,77 b	-0,97 ± 0,27 a	20,01 ± 1,07 a	20,06 ± 1,07 a	92,50 ± 0,81 c	
Uygulamalar						
Kontrol	28,89 ± 1,32 a	-2,10 ± 0,36 a	18,39 ± 0,81 a	18,57 ± 0,82 a	96,36 ± 1,22 a	
Mel 0,25 mM	28,35 ± 0,97 a	-2,06 ± 0,24 a	19,62 ± 1,10 a	19,74 ± 1,10 a	95,84 ± 0,77 a	
Mel 0,5 mM	28,58 ± 1,01 a	-1,74 ± 0,38 a	18,97 ± 0,84 a	19,09 ± 0,83 a	95,30 ± 1,18 a	
Mel 1 mM	28,03 ± 1,02 a	-1,98 ± 0,34 a	18,93 ± 1,40 a	19,10 ± 1,39 a	96,25 ± 1,20 a	
Depolama zamanı × Melatonin interaction						
Hasat	29,77 ± 0,59 abc	-3,24 ± 0,03 f	17,03 ± 0,42 b	17,33 ± 0,41 b	100,74 ± 0,40 a	
Gün30	Kontrol	33,21 ± 3,68 a	-2,46 ± 0,41 c-f	20,98 ± 1,99 ab	21,21 ± 1,95 ab	96,94 ± 1,89 a-d
	Mel 0,25 mM	30,00 ± 0,89 abc	-2,42 ± 0,41 c-f	17,78 ± 0,56 b	17,95 ± 0,60 b	97,61 ± 1,12 abc
	Mel 0,5 mM	30,55 ± 0,50 ab	-2,67 ± 0,34 def	18,34 ± 0,57 ab	18,54 ± 0,59 ab	98,22 ± 0,87 ab
	Mel 1 mM	30,17 ± 0,89 abc	-2,92 ± 0,34 ef	17,16 ± 1,59 b	17,51 ± 1,67 b	99,69 ± 0,85 ab
Gün60	Kontrol	25,53 ± 2,57 bc	-1,97 ± 0,60 b-f	17,93 ± 1,61 b	18,05 ± 1,66 b	95,98 ± 1,51 b-e
	Mel 0,25 mM	27,36 ± 2,29 bc	-2,33 ± 0,10 c-f	20,94 ± 2,41 ab	21,07 ± 2,40 ab	96,39 ± 0,43 bcd
	Mel 0,5 mM	27,67 ± 1,96 bc	-1,98 ± 0,49 b-f	19,59 ± 2,39 ab	19,72 ± 2,38 ab	95,77 ± 1,73 b-f
	Mel 1 mM	25,11 ± 1,32 c	-1,86 ± 0,49 a-e	16,34 ± 0,94 b	16,45 ± 0,99 b	96,24 ± 1,32 bcd
Gün90	Kontrol	27,05 ± 0,91 bc	-0,71 ± 0,77 ab	17,62 ± 1,78 b	17,67 ± 1,79 b	91,76 ± 2,50 f
	Mel 0,25 mM	27,68 ± 1,75 bc	-1,43 ± 0,48 a-d	20,14 ± 2,41 ab	20,21 ± 2,43 ab	93,52 ± 1,11 c-f
	Mel 0,5 mM	27,52 ± 2,27 bc	-0,57 ± 0,51 a	18,98 ± 1,41 ab	19,01 ± 1,39 ab	91,90 ± 1,73 ef
	Mel 1 mM	28,81 ± 1,78 abc	-1,16 ± 0,50 abc	23,29 ± 2,38 a	23,34 ± 2,36 a	92,83 ± 1,71 def
ANOVA						
F _{Depolama Zamanı}	5,13**	13,64***	0,91 ^{ns}	0,75 ^{ns}	17,23***	
F _{Melatonin}	0,11 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,18 ^{ns}	
F _{Depolama Zamanı × Melatonin}	1,41 ^{ns}	3,18**	1,31 ^{ns}	1,25 ^{ns}	3,83**	

Aynı sütundaki farklı harfler p≤0,05'teki istatistiksel farklılıkları gösterir. ns: önemli değil. *, **, *** sırasıyla p≤0,05, 0,01 ve 0,001'i gösterir.

4.9 Fizikokimyasal Özelliklerin Temel Bileşenler Analizi

Avokado meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri arasındaki korelasyonun PCA ile tanımlanmasına ait temel koordinat düzlemine dağılımları Şekil 4.1’de verilmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde; toplam varyasyonun ilk iki temel bileşen eksenini tarafından %58,1 değeri ile önemli ölçüde açıklandığı görülmektedir. Birinci temel bileşen eksenini, toplam varyasyonun %38,4’ünü, ikinci temel bileşen eksenini ise toplam varyasyonun %19,7’sini karşılamaktadır. Bu nedenle analizini değerlendirilmesinde bu eksenler önemli bulunmuştur. Agromorfolojik özellikler açısından ağırlık kaybının SÇKM ile yakın ilişkide olduğu ve paralellik gösterdiği görülmüştür. Çürüme oranı ile titre edilebilir asitlik değerlerinin negatif yönlü ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir. Meyve eti sertliği ile TA arasında pozitif yönlü ilişki olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.1. Fenolik bileşiklerin depolama süreleri ve melatonin işlemlerine göre gruplandırılmış temel bileşen analizine göre dağılımı

SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde miktarı, TA: titre edilebilir asitlik, ME(L): meyve eti rengi L* değeri, ME(a): meyve eti rengi a* değeri, ME(b) meyve eti rengi b* değeri, ME(Chroma) meyve eti rengi Kroma değeri, ME(Hue°): meyve eti rengi Hue° değeri, MK(L): meyve kabuk rengi L* değeri, MK(a) meyve kabuk rengi a* değeri, MK(b) meyve kabuk rengi b* değeri, MK(Chroma) meyve kabuk rengi Kroma değeri, MK(Hue°) meyve kabuk rengi Hue° değeri

4.10 Biyokimyasal Özellikler

Çalışmada, avokado meyvesinin biyokimyasal özelliklerinden toplam fenolik içerikleri değerlendirildiğinde, depolama süresi x melatonin interaksiyonuna göre, her üç depolama süreleri sonunda, melatonin uygulamalarında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0,01$). Buna göre, çalışmada 30 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (toplam fenolik: 0,37 mg/g), 0,5 mM (toplam fenolik: 0,30 mg/g) ve 1,0 mM (toplam fenolik: 0,32 mg/g) melatonin)] uygulandığı meyvelerde de kontrol (toplam fenolik: 0,22 mg/g) meyvelere göre önemli ölçüde daha fazla toplam fenolik içerikleri tespit edilmiştir ($P<0,01$). Öte yandan, 60 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (toplam fenolik: 0,27 mg/g), 0,5 mM (toplam fenolik: 0,20 mg/g) ve 1,0 mM (toplam fenolik: 0,25 mg/g) melatonin)] uygulandığı meyvelerde de kontrol (toplam fenolik: 0,33 mg/g) meyvelere göre önemli ölçüde daha az toplam fenolik içerikleri tespit edilmiştir ($P<0,01$). Ek olarak, 90 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (toplam fenolik: 0,32 mg/g) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (toplam fenolik: 0,23 mg/g) göre önemli ölçüde daha fazla; 1,0 mM (toplam fenolik: 0,20 mg/g) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (toplam fenolik: 0,23 mg/g) göre önemli ölçüde daha az toplam fenolik içerikleri tespit edilmiştir ($P<0,01$). Aynı depolama süresi sonunda, 0,5 mM (toplam fenolik: 0,24 mg/g) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrole (toplam fenolik: 0,23 mg/g) aynı ölçüde toplam fenolik içerikleri incelenmiştir ($P>0,01$) (Tablo 4.4).

Avokado meyvesinin DPPH aktivitesi değerleri incelendiğinde, depolama süresi x melatonin interaksiyonuna göre, her üç depolama süreleri sonunda, melatonin uygulamalarında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0,001$). Buna göre, çalışmada 30 günlük depolama sonunda, 0,5 mM (DPPH aktivitesi: %27,25) ve 1,0 mM (DPPH aktivitesi: %63,07) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (DPPH aktivitesi: %25,25) göre önemli ölçüde daha fazla; 0,25 mM (DPPH aktivitesi: %21,13) melatonin uygulanan meyvelerde ise kontrole (DPPH aktivitesi: %25,25) göre önemli ölçüde daha az DPPH aktivitesi değerleri tespit edilmiştir ($P<0,001$). Ek olarak, 60 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (DPPH aktivitesi: %23,80), 0,5 mM (DPPH aktivitesi: %22,50) ve 1,0 mM (DPPH aktivitesi: %21,39) melatonin)] uygulandığı

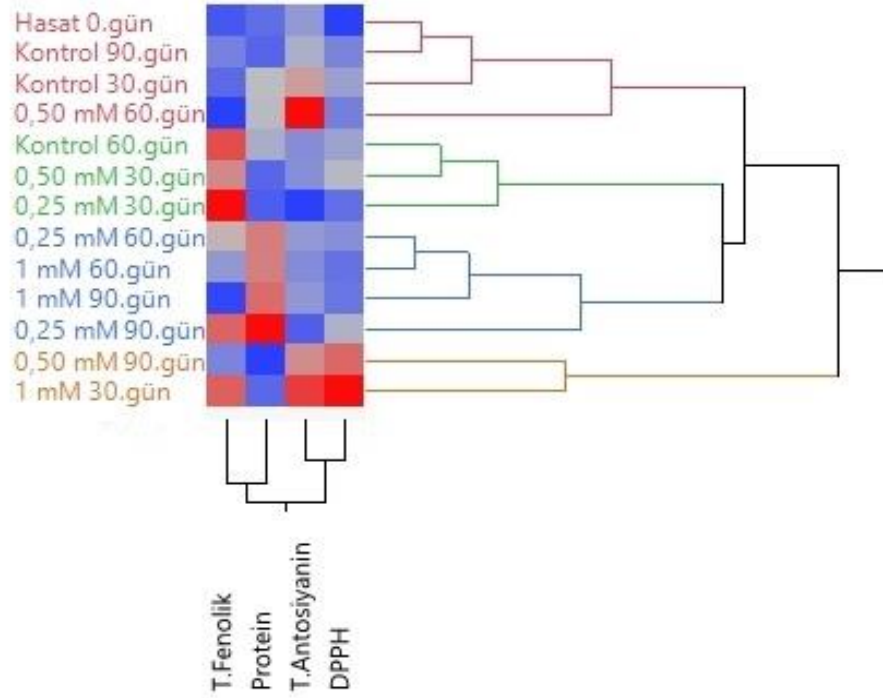
meyvelerde de kontrol (DPPH aktivitesi: %25,47) meyvelere göre önemli ölçüde daha az DPPH aktivitesi değerleri tespit edilmiştir ($P<0,001$). Ayrıca, 90 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (DPPH aktivitesi: %26,69) ve 0,5 mM (DPPH aktivitesi: %45,14) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (DPPH aktivitesi: %22,92) göre önemli ölçüde daha fazla; 1,0 mM (DPPH aktivitesi: %21,72) melatonin uygulanan meyvelerde ise kontrole (DPPH aktivitesi: %22,92) göre önemli ölçüde daha az DPPH aktivitesi değerleri tespit edilmiştir ($P<0,001$) (Tablo 4.4).

Avokado meyvesinin toplam protein içerikleri incelendiğinde, depolama süresi x melatonin interaksiyonuna göre, her üç depolama süreleri sonunda, melatonin uygulamalarında istatistiki açıdan önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0,05$). Buna göre, çalışmada 30 günlük depolama sonunda, her üç melatonin dozunun [(0,25 mM (toplam protein: 25,28 g/L), 0,5 mM (toplam protein: 25,69 g/L) ve 1,0 mM (toplam protein: 25,81 g/L) melatonin)] uygulandığı meyvelerde de kontrol (toplam protein: 29,96 g/L) meyvelere göre önemli ölçüde daha az toplam protein içerikleri tespit edilmiştir ($P<0,05$). Ek olarak, 60 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (toplam protein: 35,15 g/L) ve 1,0 mM (toplam protein: 34,87 g/L) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (toplam protein: 29,17 g/L) göre önemli ölçüde daha fazla toplam protein içerikleri tespit edilmiştir ($P<0,05$). Aynı depolama süresi sonunda, 0,5 mM (toplam protein: 29,79 g/L) melatonin uygulanan meyvelerde ise istatistiki olarak kontrole (toplam protein: 29,17 g/L) aynı ölçüde toplam protein içerikleri incelenmiştir ($P>0,05$). Ayrıca, 90 günlük depolama sonunda, 0,25 mM (toplam protein: 43,66 g/L) ve 1,0 mM (toplam protein: 36,48 g/L) melatonin uygulanan meyvelerde kontrole (toplam protein: 25,65 g/L) göre önemli ölçüde daha fazla; 0,5 mM (toplam protein: 23,77 g/L) melatonin uygulanan meyvelerde ise kontrole (toplam protein: 25,65 g/L) göre önemli ölçüde daha az toplam protein içerikleri tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Tablo 4.4)

Tablo 4.4 Melatonin uygulamasının avokado çeşidinin biyokimyasal özelliklerine etkisi

Depolama zamanı	T.Fenolik (mg/g)	T.Antosiyenin (mg/L)	DPPH(%)	Protein (g/L)
Hasat	0,21 ± 0 a	11,14 ± 0,02 a	17,08 ± 0,07 a	26,1 ± 0,01 a
30	0,3 ± 0,02 a	13,45 ± 2,01 a	34,17 ± 6,36 a	26,68 ± 0,71 a
60	0,26 ± 0,02 a	14,08 ± 3,7 a	23,29 ± 0,58 a	32,24 ± 2,35 a
90	0,25 ± 0,02 a	11,92 ± 1,1 a	29,12 ± 3,57 a	32,38 ± 3,15 a
Uygulamalar				
Kontrol	0,26 ± 0,02 ab	12,63 ± 1,04 ab	31,99 ± 5,13 a	28,26 ± 1,23 ab
Mel 0,25 mM	0,32 ± 0,02 a	8,77 ± 0,8 b	23,87 ± 1,02 a	34,69 ± 3,35 a
Mel 0,5 mM	0,24 ± 0,02 b	16,96 ± 4,72 a	30,46 ± 4,95 a	26,41 ± 1,57 b
Mel 1 mM	0,26 ± 0,03 ab	14,23 ± 2,23 ab	33,72 ± 9,41 a	32,38 ± 3,4 ab
Depolama zamanı × Melatonin interaction				
Hasat	0,21 ± 0,00 de	11,15 ± 0,02 abc	17,08 ± 0,07 h	26,10 ± 0,01 cd
Gün30	Kontrol	0,22 ± 0,00 de	15,15 ± 0,02 abc	25,25 ± 0,03 d
	Mel 0,25 mM	0,37 ± 0,02 a	6,84 ± 0,03 c	21,13 ± 0,13 g
	Mel 0,5mM	0,30 ± 0,02 abc	10,65 ± 0,02 bc	27,25 ± 0,03 c
	Mel 1mM	0,32 ± 0,02 ab	21,17 ± 0,02 ab	63,07 ± 0,07 a
Gün60	Kontrol	0,33 ± 0,02 ab	10,57 ± 1,75 bc	25,47 ± 0,04 d
	Mel 0,25 mM	0,27 ± 0,02 bcd	11,15 ± 0,02 abc	23,80 ± 0,02 e
	Mel 0,5mM	0,20 ± 0,02 e	24,10 ± 15,58 a	22,50 ± 0,05 f
	Mel 1mM	0,25 ± 0,06 cde	10,52 ± 1,60 bc	21,39 ± 0,39 g
Gün90	Kontrol	0,23 ± 0,03 cde	12,17 ± 1,55 abc	22,92 ± 0,03 f
	Mel 0,25 mM	0,32 ± 0,02 ab	8,34 ± 0,03 bc	26,69 ± 0,02 c
	Mel 0,5mM	0,24 ± 0,02 cde	16,16 ± 0,02 abc	45,14 ± 0,02 b
	Mel 1mM	0,20 ± 0,02 de	11,02 ± 0,30 abc	21,72 ± 0,72 g
ANOVA				
F _{Depolama Zamanı}	1,97 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1,79 ^{ns}	1,68 ^{ns}
F _{Melatonin}	2,28*	1,32 ^{ns}	0,8 ^{ns}	1,9 ^{ns}
F _{Depolama Zamanı × Melatonin}	5,39**	1,27 ^{ns}	2860,97***	3,23*

Aynı sütundaki farklı harfler p≤0,05'teki istatistiksel farklılıkları gösterir. ns: önemli değil. *, **, *** sırasıyla p≤0,05, 0,01 ve 0,001'i gösterir.



Şekil 4.2 Biyokimyasal özelliklerin ısı haritası analizi

Maviden kırmızıya renk skalası rengi, her özellik için minimumdan maksimuma değerleri gösterir.

Depolama sürelerinin ve melatonin dozlarının avokado meyvelerinin bazı biyokimyasal özelliklerine etkisini ortaya koymak amacıyla Isı Haritası (Heatmap) analizi yapılmıştır. Hiyerarşik kümeleme analizinde genotipler dört farklı kümeye ayrılmıştır. Hasat, kontrol 30 ve 90.gün ile 0,5 mM 60 gün uygulamaları düşük toplam fenolik, protein, toplam antosiyanin ve DPPH değerleri ile ayrı bir küme oluşturmuştur. Kontrol 60. gün, 0,5 mM 30.gün ve 0,25 mM 30.gün uygulamaları düşük protein, toplam antosiyanin ve DPPH değerleri ile ayrı bir küme oluşturmuştur. Benzer şekilde 0,25 mM 60. ve 90.gün ile 1 mM 60.gün ve 90.gün yüksek protein, düşük toplam antosiyanin ve DPPH değerleri ile ayrı bir küme oluşturmuştur. Ancak 0,5 mM 90.gün ve 1 mM 30.gün uygulamaları ile yüksek toplam antosiyanin ve DPPH, düşük protein ve toplam fenolik değerleri ile ayrı bir küme oluşturmuştur.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hasat sonrası belirli sürelerde depolanan ve 0,1 mM melatonin uygulanan nektarin (Bal, 2019), şeftali (Gao ve ark., 2016), armut (Zhai ve ark., 2018) ve kiraz (Wang ve ark., 2019) meyvelerinde kontrole göre istatistiki olarak daha düşük ağırlık kayıpları raporlanmıştır. Yüksek ağırlık kayıpları, meyvelerde gerçekleşen hızlı solunum ve terleme gibi olaylarla ilişkilendirilir. Bu çalışmada, farklı depolama sürelerinde depolanan avokado meyvelerinde tüm melatonin dozları büyük bir çoğunlukla ağırlık kayıplarını kontrol meyvelere göre önemli ölçüde azaltmıştır. Meyvelerde bu durumun gözlenmesinde, melatoninin solunum ve terleme gibi metabolik olayları daha da yavaşlatmasının etkili olabildiği düşünülmektedir. Bu çalışmada ağırlık kayıplarıyla ilgili elde edilen sonuçlar, yukarıdaki literatür araştırma sonuçlarını desteklemektedir. Öte yandan, çalışmalar arasında ortaya çıkan ağırlık kayıpları oranları farklılıklarının; farklı meyve türlerinin üzerinde çalışılması, farklı melatonin dozları ve depolama sürelerinin kullanılması gibi birçok farklı faktöre bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Shang ve ark. 2021 yılında yaptıkları çalışmalarında, yaban mersini meyvesine 0,01 mM, 0,05 mM ve 0,25 mM dozlarında melatonin uygulamış ve 0,05 mM melatonin uygulanan meyvelerde, kontrol meyvelere göre anlamlı şekilde daha az çürüme görüldüğünü (melatoninin çürümeyi anlamlı şekilde baskıladığını) bildirmişlerdir. Depolama sıcaklık değerlerinin fazla olması, meyvelerde çürüme oranlarını artırabilmektedir. Bu nedenle, depolanan meyvelerde depolama yerinin sıcaklık değerlerinin soğuğa yakın uygun değerlerde kalması, meyvelerde çürümelerin yavaşlatılmasında önemlidir.

Abiyotik bir faktör olan sıcaklıktan farklı olarak; meyveler üzerine dışarıdan uygulanan bileşikler aracılığıyla da meyvelerde çürüme oranları yavaşlatılmakta veya durdurulabilmektedir. Bu çalışmada, 30 günlük depolama sonunda tüm melatonin dozları ve 60 günlük depolama sonunda sadece 1,0 mM melatonin dozu, meyvelerde çürüme oranlarını kontrol meyvelere göre önemli şekilde azaltmıştır. Ayrıca, çürüme oranlarına ilişkin olarak verilen yukarıdaki literatür araştırma sonuçları ile bu çalışma sonuçları birbirini desteklemiştir. Öte yandan, çalışmalar arasında ortaya çıkan çürüme oranları farklılıklarının; farklı meyve türlerinin üzerinde çalışılması, farklı melatonin dozları ve depolama sürelerinin kullanılması gibi birçok faktörlere göre değişebileceği

unutulmamalıdır.

Shang ve ark. (2021), depolanan yaban mersini meyvesinde, 0,01 mM, 0,05 mM, 0,25 mM dozlu melatonin uyguladıkları çalışmalarında, 0,05 mM melatonin uygulanan meyvelerde, kontrol meyvelere göre önemli ölçüde daha yüksek meyve sertliği tespit etmişlerdir. Bir meyvenin yumuşaması, çözünmeyen protopektinlerin çözünür pektinlere parçalanmasıyla veya artan membran geçirgenliğine yol açan hücrel parçalanmalarla meydana gelmektedir. Meyvelerde yumuşamanın azalması yani hasat sonrası sertliğin korunması, ağırlık kayıplarının azalmasıyla ilişkili bir durum olabilir. Depolanan meyvelerde meyve eti sertliği ne kadar iyi olursa, o meyvenin kalite özellikleri o kadar uzun sürelerde korunabilmektedir (Kaur ve Kaur, 2019). Bu çalışmada, 90 günlük depolama sonunda sadece 1,0 mM melatonin dozu, meyvelerde meyve eti sertliklerini kontrol meyvelere göre önemli ölçüde artırmıştır. Meyve eti sertliklerine ilişkin olarak verilen yukarıdaki literatür araştırma sonuçları ile bu çalışma sonuçları birbirleriyle paralellik göstermiştir. Ancak, çalışmalar arasında ortaya çıkan meyve eti sertliği değerleri farklılıkları; farklı meyve türlerinin üzerinde çalışılması, farklı melatonin dozları ve depolama sürelerinin kullanılması gibi birçok faktörlerle ilişkilendirilmektedir.

Tu ve ark. (2022), farklı depolama sürelerinde depoladıkları avokado meyvesine 0,1 mM ve 0,5 mM dozlarında melatonin uygulaması yapmışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada, 2 gün, 4 gün ve 6 gün depolama süreleri sonunda, 0,5 mM melatonin dozunu uyguladıkları avokado meyvesinde, kontrole göre önemli ölçüde daha düşük SÇKM miktarı (SÇKM miktarları, sırasıyla; 2 günlük: %5,73, 4 günlük: %6,7, 6 günlük: 7,47) gözlemlemişlerdir.

Okatan ve ark. (2023), 10 mM melatonin uyguladıkları çilek meyvesinde, kontrol grubu meyvelere göre anlamlı derecede daha düşük (%6) SÇKM miktarı tespit etmişlerdir. Yapılan literatür incelemelerinde melatoninin, meyvelerde şeker metabolizmalarını düzenleyebildiği ve böylece meyvede yüksek çözünür kuru madde miktarı içeriğini koruyabildiği görülmüştür. Depolanan meyvelerde, SÇKM oranının yükselmeyip belirli miktarlarda tutulabilmesi, o meyvenin kalite özelliklerinin daha fazla korunabilmesinde önemli bir kriterdir (Tijero ve ark., 2019). Bu çalışmada, 30 günlük depolamada her üç melatonin dozunun uygulandığı meyvelerde ve 90 günlük depolamada ise 0,5 mM melatonin dozunun uygulandığı meyvelerde, kontrol meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük SÇKM miktarları gözlenmiştir. Meyve SÇKM oranlarıyla ilgili olarak

yukarıda değinilen literatür araştırma sonuçları ile bu çalışma sonuçları birbirini desteklemiştir. Öte yandan, çalışmalar arasındaki SÇKM oranları farklılıklarının; farklı meyve türlerinin üzerinde çalışılması, farklı melatonin dozları ve depolama sürelerinin kullanılması gibi birçok faktörle de bağlantılı olabileceği düşünülmektedir.

Medina-Santamarina ve ark. (2021), narda 0,1 mM ve 1,0 mM dozlarında melatonin uyguladıkları çalışmalarında, meyve titre edilebilir asitlik değerinin 0,1 mM melatonin uyguladıkları meyvelerde, kontrol meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük olarak gözlendiğini belirtmişlerdir. Depolanan meyvelerde TEA oranı yüksekliği, bir meyvenin kalite özelliklerinin hızlıca bozulabilmesindeki nedenlerden birisidir. Bu sebeple, meyvelerde bu değerlerin belirli oranlarda tutulabilmesi önemlidir. Bu çalışmada, 30 günlük depolanan meyvelerde her üç melatonin dozunda da kontrol meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük TEA değerleri gözlenmiştir. Öte yandan, meyve TEA değerleriyle ilgili olarak yukarıda değinilen literatür araştırma sonuçları ile bu çalışma sonuçları birbirini desteklemiştir. Ancak, çalışmalar arasında ortaya çıkan TEA değerleri farklılıklarının; farklı meyve türlerinin üzerinde çalışılması, farklı melatonin dozları ve depolama sürelerinin kullanılması gibi birçok faktörle de ilgili olabileceği unutulmamalıdır.

Sati ve ark. (2023), depolanan şeftalide melatonin uyguladıkları çalışmalarında, 7, 14 ve 21 günlük depolama sürelerinde, 100 µM melatonin dozu uygulanan meyvelerde, kontrol meyvelere göre anlamlı derecede daha yüksek pH değerleri tespit etmişlerdir. Bu literatür çalışmasıyla benzer şekilde, bu çalışmada da 30 günlük ve 90 günlük depolanan meyvelerde her üç melatonin dozunda, kontrole göre önemli ölçüde daha fazla pH değerleri gözlenmiştir. Öte yandan, çalışmalar arasında gözlenen pH değeri farklılıklarının; farklı meyve türlerinin üzerinde çalışılması, farklı melatonin dozları ve depolama sürelerinin kullanılması gibi birçok faktöre göre değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Pareek ve ark., 2015 ve García-Pastor ve ark., 2020 yılında yaptıkları çalışmalarda, depolanan nar meyvesinde melatonin uygulamasıyla, melatonin uygulanan meyvelerin kontrol meyvelere kıyasla daha koyu bir renge sahip olduğunu (kontrole göre önemli ölçüde daha az renk değerleri gösterdiğini) ve bu durumun, meyvenin koyuluğuna katkıda bulunan melatonin bileşiğinin meyvelerde antosiyanin biosentezini uyarmasıyla ilişkili olduğunu

bildirmişlerdir. Bu çalışmada depolanan avokado meyvesinin rengi; renk değerleri parametrelerine ve depolama sürelerine göre ayrı ayrı değişmekle birlikte, genel olarak, meyve et rengi açısından, 90 günlük depolanan avokado meyvesinde 0,5 mM ve 1,0 mM melatonin uygulamalarının; meyve kabuk rengi açısından ise 30 ve 60 günlük depolanan avokado meyvesinde 1,0 mM melatonin uygulamasının, kontrol meyvelere göre önemli ölçüde daha düşük renk değerleri gösterdiği ve dolayısıyla daha koyu bir renge sahip oldukları görülmüştür. Çalışmada, avokado meyve rengi bakımından elde edilen bu değerlerle yukarıdaki literatür çalışmaları değerleri birbiriyle paralellik göstermiştir. Ancak, çalışmalar arasındaki renk değerleri farklılıklarının; farklı meyve türlerinin üzerinde çalışılması, farklı melatonin dozları ve depolama sürelerinin kullanılması gibi birçok faktöre bağlı olduğu unutulmamalıdır.

Magri ve ark. (2022), avokadoda 1,0 mM melatonin dozu uyguladıkları çalışmalarında, melatoninli meyvelerde, kontrol meyvelere göre, toplam fenolik içeriklerinin önemli ölçüde artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Wang ve ark. (2020), sofralık üzümde 200 μ M melatonin uyguladıkları çalışmalarında, melatoninli meyvelerde, kontrol grubu meyvelere göre, toplam fenolik ve toplam antosiyanin içeriklerinin önemli şekilde artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

Cao ve ark. 2018 yılında nar; Jannatizadeh, 2019 yılında kayısı; Medina-Santamarina ve ark. 2021 yılında mango; Bhardwaj ve ark. 2022 yılında kivi ve Jiao ve ark. 2022 yılında şeftali meyvelerinde belirli dozlarda melatonin uygulayarak çalışmalarını yürütmüş ve çalışma sonunda toplam fenolik içeriklerinin kontrol meyvelere göre artış gösterdiğini raporlamışlardır.

Zhang ve ark. (2018), çilekte melatonin uyguladıkları araştırmalarında, melatoninli meyvelerde, toplam fenolik ve toplam antosiyanin içeriklerinin kontrole göre önemli şekilde artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Shah ve ark. (2023), çeşitli meyvelerde melatonin uygulamasının, DPPH aktivitesi değerini kontrol gruplara göre artırdığını bildirmişlerdir. Depolanan meyvelerde; toplam fenolik, antosiyanin, protein içeriği, DPPH aktivitesi gibi biyokimyasal özelliklerin yüksek değerlerde tutulmasının meyvelerin raf ömrünü uzattığı bilinmektedir. Bu çalışmada, depolanan avokado meyvesinin biyokimyasal özellikleri; özellik parametrelerine ve depolama sürelerine göre ayrı ayrı değişmekle birlikte, genel olarak, 30 günlük depolanan avokado meyvesinde 1,0 mM melatonin uygulamasının, 60 ve 90 günlük depolanan avokado meyvesinde ise 0,25 mM

melatonin uygulamalarının, kontrol meyvelere göre biyokimyasal özellikleri önemli ölçüde daha fazla artırdıkları saptanmıştır. Çalışmada, avokado meyvesinin biyokimyasal özellikleri açısından elde edilen bu değerlerle yukarıdaki literatür çalışmaları değerleri birbiriyle paralellik göstermiştir. Öte yandan, çalışmalar arasındaki değer farklılıklarının; farklı meyve türlerinin üzerinde çalışılması, farklı melatonin dozları ve depolama sürelerinin kullanılması gibi birçok faktörlere bağlı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada, hasat sonrası melatonin uygulamalarının depolanan avokado meyvesinin fizikokimyasal kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Melatonin, meyvedeki kalite kayıplarını önemli ölçüde azaltarak meyve kalitesinin korunmasında olumlu etki yapmıştır. Çalışmada, 30 gün depolanan ve 0,5 mM melatonin uygulanan meyveler haricinde, tüm depolama süreleri ve melatonin dozlarında, kontrol meyvelere göre ağırlık kayıpları önemli ölçüde azalmıştır. Meyvede çürüme oranlarına bakıldığında, 30 gün depolanan ve 0,25 mM, 0,5 mM, 1,0 mM melatonin uygulanan meyveler ile 60 gün depolanan ve 1,0 mM melatonin uygulanan meyvelerde hiçbir çürümeye rastlanmamıştır. Meyve sertliği açısından ise 90 gün depolanan ve 1,0 mM melatonin uygulanan meyvelerde, daha fazla meyve sertliği tespit edilmiştir. Depolanan avokado meyvesinde SÇKM oranları değerlendirildiğinde, 30 gün depolanan ve 0,25 mM, 0,5 mM, 1,0 mM melatonin uygulanan meyveler ile 90 gün depolanan ve 0,5 mM melatonin uygulanan meyvelerde önemli şekilde daha düşük SÇKM gözlenmiştir. Benzer şekilde, TEA oranı açısından ise 30 gün depolanan ve 0,25 mM, 0,50 mM, 1,0 mM melatonin uygulanan meyvelerde daha düşük TEA değerleri incelenmiştir. Avokado meyvesinin rengi incelendiğinde, genel olarak, meyve et rengi açısından, 90 gün depolanan meyvelerde 0,5 mM ve 1,0 mM melatonin uygulamaları, meyve kabuk rengi açısından ise 30 ve 60 gün depolanan meyvelerde 1,0 mM melatonin uygulaması, önemli ölçüde daha koyu renk değerleri göstermiştir. Avokado meyvesi biyokimyasal özellikleri açısından değerlendirildiğinde ise genel olarak, 30 günlük depolanan avokado meyvesinde 1,0 mM melatonin uygulamasının, 60 ve 90 günlük depolanan avokado meyvesinde ise 0,25 mM melatonin uygulamalarının, kontrol meyvelere göre biyokimyasal özellikleri daha fazla artırdıkları gözlenmiştir.

Çalışmada, sonuç olarak, 30 günlük, 60 günlük ve 90 günlük depolama süreleri ve kalite parametrelerine göre değişmekle birlikte, en çok 1,0 mM melatonin uygulamasının depolanan avokado meyvesinde kalite özelliklerini

uzun sürelerde daha iyi koruduğu kanaatine varılmıştır. Bu sonuçlar göz önüne alındığında avokado meyvesinin hasat sonrası kalitesini ve depolama ömrünü korumak amacıyla melatonin bir araç olarak kullanılabilceği söylenebilir. Bu çalışmada en iyi sonuç çalışılan en yüksek dozdan elde edildiği için ileriki çalışmalarda daha yüksek dozlarda melatonin uygulamasının daha iyi fayda göstereceği düşünölmektedir.



6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Abd El-Moniem, E. A. A., Yousef, A. R. M., Abdel-Razek, A. G., Badr, A. N., & Mahmoud, T. Sh. (2022). Effects of postharvest gaseous ozone treatment on quality attributes and extending storage life of fresh cut 'hass' avocado fruits. *Egyptian Journal of Chemistry*, 0(0), 0–0.
- Akkaya, L. ve Günver Dalkılıç, G. (2020). Fuerte avokado (*Persea americana* Mill.) çeşidinin *in vitro* çoğaltımı. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 2(3), 16-20.
- Bahceci, M & Engindeniz, S. (2022). *Recent Developments in Avocado Production in Turkey* (1000)
- Bal, E. (2019). Physicochemical changes in 'Santa Rosa' plum fruit treated with melatonin during cold storage. *J. Food Measur. Charact.*, 13, 1713-1720.
- Bayram, S. (2009). *Dünyada ve Türkiye'de Avokado Yetiştiriciliği*. BATEM.
- Bhardwaj, R., Pareek, S., Saravanan, C., Yahia, E.M., 2022. Contribution of pre-storage melatonin application to chilling tolerance of some mango fruit cultivars and relationship with polyamines metabolism and γ -aminobutyric acid shunt pathway. *Environ. Exp. Bot.*, 194: 104691.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye-binding. *Anal. Biochem.*, 72, 248-254.
- Cao, S., Hu, Z., Pang, B., Wang, H., Xie, H. ve Wu, F. (2010). Effect of ultrasound treatment on fruit decay and quality maintenance in strawberry after harvest. *Food Cont.*, 21, 529-532.
- Cao, S., Shao, J., Shi, L., Xu, L., Shen, Z., Chen, W., Yang, Z., 2018. Melatonin increases chilling tolerance in postharvest peach fruit by alleviating oxidative damage. *Sci. Rep.*, 8(1): 1-11.
- Chirinos, R., Delgado-Pariona, J., Aguilar-Galvez, A., Figueroa-Merma, A., Pacheco-Ávalos, A., Campos, D., & Pedreschi, R. (2023). Postharvest storage differentially modulates the enzymatic and non-enzymatic antioxidant system of the exocarp and mesocarp of Hass Avocado: Implications for disorders. *Plants*, 12(23), 4008.
- Dreher, M.L., and A.J. Davenport. 2013. "Hass Avocado Composition and Potential Health Effects." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53(7):738–750.
- Fuleki, T. ve Francis, F. J. (1968). Quantitative methods for anthocyanins. 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. *J. Food Sci.*, 33, 72-77.
- Gao, H., Zhang, Z. K., Chai, H. K., Cheng, N., Yang, Y., Wang, D. N., Yang, T. ve Cao, W. (2016). Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen species metabolism in peach fruit. *Postharvest Biol. Technol.*, 118, 103-110.
- García-Pastor, M. E., Zapata, P. J., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Valero, D. ve Serrano, M. (2020). The effects of salicylic acid and its derivatives on increasing pomegranate fruit quality and bioactive compounds at harvest and during storage. *Front. Plant Sci.*, 11, 668.
- Güler, E., Kan, E. ve Ünal, M. S. (2023). The diversity in grapes of *Vitis labrusca* grown in Bolu (Türkiye) assessed by multivariate approaches. *Genes*, 14, 1491.
- Hanif, A., Ahmad, S., Jaskani, M. J. ve Ahmad, R. (2020). Papaya treatment with putrescine maintained the overall quality and promoted the antioxidative enzyme activities of the stored fruit. *Sci. Hortic.*, 268, 109367.
- Harvard T.H. Chan School of Public Health. 2022. "Potassium." *The Nutrition Source*. Available online: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/potassium/>
- Hass Avocado Board. 2021. Avocados Tracking 2021- General Sample Segment Report. Report prepared by Cooper Roberts Research. Available online: <https://hassavocadoboard.com/wp-content/uploads/hab-research-insights-consumer-market-segment-report-2021.pdf>

- Hosseini, M. S., Zahedi, S. M., Abadía, J. ve Karimi, M. (2018). Effects of postharvest treatments with chitosan and putrescine to maintain quality and extend shelf-life of two banana cultivars. *Food Sci. Nutr.*, 6, 1328-1337.
- Huang, K. M., Guan, Z., Blare, T., & Hammami, A. M. (2023). *Global Avocado Boom. Choices*, 38(4).
- Jannatizadeh, A., 2019. Exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in pomegranate fruit during cold storage. *Sci. Hortic.*, 246: 544-549.
- Jiao, J., Jin, M., Liu, H., Suo, J., Yin, X., Zhu, Q., Rao, J., 2022. Application of melatonin in kiwifruit (*Actinidia chinensis*) alleviated chilling injury during cold storage. *Sci. Hortic.*, 296: 110876.
- Kassim, A., & Workneh, T. S. (2020). Influence of postharvest treatments and storage conditions on the quality of Hass Avocados. *Heliyon*, 6(6).
- Kaur, M. ve Kaur, A. (2019). Improvement in storability and quality of peach cv. Flordaprince with postharvest application of various chemicals. *J. Pharma. Phytochem.* 8, 460-464.
- Kibar, B. ve Kibar, H. (2017). Determination of the nutritional and seed properties of some wild edible plants consumed as vegetable in the Middle Black Sea Region of Turkey. *S. Afr. J. Bot.*, 108, 117-125.
- Kubala, J. 2021. "7 Potential Health Benefits of Avocado." *Healthline: Nutrition*. Available online: <https://www.healthline.com/nutrition/avocado-nutrition>
- Kulcu, R. (2018). *Determination of the effects of different packaging methods and materials on storage time of dried apple*. *International Journal of Science and Technology*, 4(2),238- 255.
- Liu, S., Huang, H., Huber, D. J., Pan, Y., Shi, X. ve Zhang, Z. (2020). Delay of ripening and softening in 'Guifei' mango fruit by postharvest application of melatonin. *Postharvest Biol. Technol.*, 163, 111136.
- Lye, H. S., Ong, M. K., Teh, L. K., Chang, C. C., & Wei, L. K. (2020). *Avocado. In Valorization of Fruit Processing By-products* (pp. 67–93).
- Magri, A., Cice, D., Capriolo, G., Petriccione, M., 2022. Effects of ascorbic acid and melatonin treatments on antioxidant system in fresh-cut avocado fruits during cold storage. *Food Bioprocess Technol.*, 15: 2468-2482.
- Medina-Santamarina, J., Serrano, M., Lorente-Mento, J. M., García-Pastor, M. E., Zapata, P. J., Valero, D. ve Guillén, F. (2021). Melatonin treatment of pomegranate trees increases crop yield and quality parameters at harvest and during storage. *Agronomy*, 11(5), 861.
- Medina-Santamarina, J., Zapata, P.J., Valverde, J.M., Valero, D., Serrano, M., Guillén, F., 2021b. Melatonin treatment of apricot trees leads to maintenance of fruit quality attributes during storage at chilling and non-chilling temperatures. *Agron.*, 11(5): 917.
- Nabavi, S. M., Nabavi, S. F., Sureda, A., Xiao, J., Dehpour, A. R., Shirooie, S. ve Daglia, M. (2019). Antiinflammatory effects of Melatonin: A mechanistic review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(1), S4-S16.
- Okatan, V., Aşkın, M. A., Polat, M., Bulduk, I., Çolak, A. M., Güçlü, S. F., Kahramanoğlu, İ., Tallarita, A. V. ve Caruso, G. (2023). Effects of melatonin dose on fruit yield, quality, and antioxidants of strawberry cultivars grown in different crop systems. *Agriculture*, 13, 71.
- Pareek, S., Valero, D. ve Serrano, M. (2015). Postharvest biology and technology of pomegranate. *J. Sci. Food Agr.*, 95, 2360-2369.
- Sati, H., Bhardwaj, R., Fawole, O. A. ve Pareek, S. (2023). Postharvest melatonin application preserves quality and imparts chilling tolerance in peaches. *Journal of Food Biochemistry*, 2023, 8126640.
- Shah, H.M.S., Singh, Z., Afrifa-Yamoah, E., Ul Hasan, M., Kaur, J., Woodward, A., 2023. Insight into the role of melatonin in mitigating chilling injury and maintaining the quality of cold-stored fruits and vegetables,. *Food Reviews International*.

- Shang, F., Liu, R., Wu, W., Han, Y., Fang, X., Chen, H. ve Gao, H. (2021). Effects of melatonin on the components, quality and antioxidant activities of blueberry fruits. *LWT*, *147*, 111582.
- Stephen, J., & Radhakrishnan, M. (2022). *Avocado (Persea americana Mill.) fruit: Nutritional value, handling and processing techniques, and health benefits*. In *Journal of Food Processing and Preservation* (Vol. 46, Issue 12). Hindawi Limited.
- Tijero, V., Muñoz, B. ve Munné-Bosch, S. (2019). Melatonin as an inhibitor of sweet cherries ripening in orchard trees. *Plant Physiol. Biochem.*, *140*, 88-95.
- Tu, V. T. C., Tra, H. T. T., An, H. D., Thanh, L. D., Nguyet, H. T. M. ve Hue, T. T. (2022). Influence of exogenous application of melatonin on biochemical changes of avocado fruit during ripening. *Academia Journal of Biology*, *44*(2), 123-132.
- TÜİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu. Available at www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 28 Ekim 2023).
- Violante, H. G. M. ve Pérez, M. V. A. (2022). Preharvest and postharvest application of microbial inoculants influencing postharvest storage technology in horticultural crops. In *Developments in Applied Microbiology and Biotechnology, Sustainable Horticulture, Academic Press*, pp. 399-436.
- Wang, F., Zhang, X., Yang, Q. ve Zhao, Q. (2019b). Exogenous melatonin delays postharvest fruit senescence and maintains the quality of sweet cherries. *Food Chem.*, *301*, 125311.
- Wang, J., Li, C-H., Farimani, M. M. ve Yang, J-L. (2019a). Dammarane-type saponins from *Gynostemma pentaphyllum* and their potential anti-AD activity. *Phytochemistry Letters*, *31*, 147-154.
- Wang, L., Luo, Z., Yang, M., Li, D., Qi, M., Xu, Y., Abdelshafy, A.M., Ban, Z., Wang, F., Li, L., 2020. Role of exogenous melatonin in table grapes: First evidence on contribution to the phenolics-oriented response. *Food Chem.*, *329*: 127155.
- Waterhouse, A. L. (2002). Determination of total phenolics. *Curr. Protoc. Food Anal. Chem.*, *6*, II.1.1–II.1.8.
- Xoca-Orozco, L. A., Aguilera-Aguirre, S., López-García, U. M., Gutiérrez-Martínez, P., Chacón-López, A. (2018). Effect of chitosan on the in vitro control of *Colletotrichum* sp., and its influence on post-harvest quality in Hass avocado fruits. *Revista Bio Ciencias* *5*, e355
- Yavuz, K. (2022). *Alanya’da Yetiştirilen Hass Ve Fuerte Avokado Yapraklarından Hazırlanan Ekstrelerde Total Antioksidan Ve Toplam Fenolik Bileşen Tayini*.
- Zhai, R., Liu, J., Liu, F., Zhao, Y., Liu, L., Fang, C., Wang, H., Li, X., Wang, Z. ve Ma, F. (2018). Melatonin limited ethylene production, softening and reduced physiology disorder in pear (*Pyrus communis* L.) fruit during senescence. *Postharvest Biol. Technol.*, *139*, 38-46.
- Zhang, Y., Huber, D.J., Hu, M., Jiang, G., Gao, Z., Xu, X., Jiang, Y., Zhang, Z., 2018. Delay of postharvest browning in litchi fruit by melatonin via the enhancing of antioxidative processes and oxidation repair. *J. Agric. Food. Chem.*, *66*(28): 7475-7484.