

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**KESTANE MANTARLARINDA (*Agaricus campestris*) MELATONİN VE
JELATİN UYGULAMALARININ HASAT SONU FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ramazan AĞIN
Danışman: Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU

VAN – 2024

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**KESTANE MANTARLARINDA (*AGARICUS CAMPESTRIS*) MELATONİN
VE JELATİN UYGULAMALARININ HASAT SONU FİZYOLOJİSİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ramazan AĞIN

Tez Savunma Sınavı Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Suat ŞENSOY (Başkan)

Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU (Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Yalçın GÜCER (Üye)

Bu çalışma Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından
FYL-2023-10801 No'lu proje ile desteklenmiştir.

VAN – 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU danışmanlığında, Ramazan AĞIN tarafından sunulan “Kestane Mantarlarında (*Agaricus campestris*) Melatonin ve Jelatin Uygulamalarının Hasat Sonu Fizyolojisi Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 28 /05 /2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Suat ŞENSOY

İmza:

Üye: Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU

İmza:

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Yalçın GÜÇER

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun /.... /..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

.....
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmza

Ramazan AĞIN



ÖZET

KESTANE MANTARLARINDA (*AGARICUS CAMPESTRIS*) MELATONİN VE JELATİN UYGULAMALARININ HASAT SONU FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİSİ

AĞIN, Ramazan

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU

Temmuz 2024, 65 sayfa

Bu çalışma, kestane mantarlarında (*Agaricus campestris*) melatonin ve jelatin uygulamalarının hasat sonrası fizyolojik değişiklikler üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. Araştırma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mantar Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yetiştirilen kestane mantarları kullanılarak yürütülmüştür. Hasat edilen mantarlar dört gruba ayrılmış ve sırasıyla kontrol, 0.5 mM melatonin, %1 jelatin ve 0.5 mM melatonin + %1 jelatin kombinasyonu şeklinde farklı uygulamalara tabi tutulmuştur. Uygulamalar sonrasında mantarlar, belirli aralıklarla (0, 4, 8, 12 ve 16. günlerde) soğuk hava depolarında analiz edilmiştir.

Analizlerde, mantarların ağırlık kaybı, renk değişimleri, solunum hızı, organik asit ve fenolik bileşik içerikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ağırlık kaybı açısından en düşük kayıp jelatin grubunda, en yüksek kayıp ise kontrol grubunda saptanmıştır. Renk analizlerinde L* (parlaklık), a* (kırmızılık) ve b* (sarılık) değerleri ile kroma ve hue açısı değerleri değerlendirilmiştir. Melatonin uygulamasının solunum hızını önemli ölçüde yavaşlattığı tespit edilmiştir.

Organik asit analizlerinde oksalik asit, sitrik asit, malik asit, süksenik asit, fumarik asit ve tartarik asit içerikleri ölçülmüştür. Depolama süresi boyunca protokatesuik asit, rutin, gallik asit ve klorojenik asit gibi fenolik bileşiklerin değerlerinde meydana gelen değişimler analiz edilmiştir. Sonuçlar, melatonin ve jelatin uygulamalarının fenolik bileşiklerin korunmasında ve mantarların kalite kaybının önlenmesinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Melatonin ve jelatin uygulamaları, mantarların stresle başa çıkma yeteneklerini artırarak fenolik bileşiklerin sentezini ve korunmasını sağlamıştır.

Sonuç olarak, melatonin ve jelatin uygulamalarının kestane mantarlarının hasat sonrası fizyolojisi üzerinde olumlu etkiler sağladığı görülmüştür. Bu uygulamaların, mantarların raf ömrünü uzatmak ve kalite kayıplarını azaltmak amacıyla potansiyel olarak kullanılabileceği öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: *Agaricus campestris*, Fenolik bileşikler, Hasat sonrası fizyoloji, Jelatin, Melatonin, Organik asitler



ABSTRACT

THE EFFECTS OF MELATONIN AND GELATIN APPLICATIONS ON THE POST-HARVEST PHYSIOLOGY OF *AGARICUS CAMPESTRIS*

AĞIN, Ramazan

M.Sc. Thesis, Department of Horticulture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU

July 2024, 65 pages

This study aimed to investigate the effects of melatonin and gelatin applications on post-harvest physiological changes in chestnut mushrooms (*Agaricus campestris*). The research was conducted using chestnut mushrooms grown at the Mushroom Research and Application Center of Van Yüzüncü Yıl University. The harvested mushrooms were divided into four groups and subjected to the following treatments, respectively: control, 0.5 mM melatonin, 1% gelatin, and a combination of 0.5 mM melatonin and 1% gelatin. After the treatments, the mushrooms were analyzed at regular intervals (on days 4, 8, 12, and 16) in cold storage.

The analyses included weight loss, color changes, respiration rate, organic acid content, and phenolic compound content. The lowest weight loss was observed in the gelatin group, while the highest weight loss was found in the control group. In color analysis, the L* (brightness), a* (redness), and b* (yellowness) values, as well as chroma and hue angle values, were evaluated. It was determined that melatonin treatment significantly slowed down the respiration rate.

In the organic acid analyses, the contents of oxalic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, fumaric acid, and tartaric acid were measured. The changes in the values of phenolic compounds such as protocatechuic acid, rutin, gallic acid, and chlorogenic acid during the storage period were analyzed. The results showed that melatonin and gelatin applications were effective in preserving phenolic compounds and preventing quality loss in mushrooms. Melatonin and gelatin treatments enhanced the mushrooms' ability to cope with stress, ensuring the synthesis and preservation of phenolic compounds.

In conclusion, melatonin and gelatin applications had positive effects on the post-harvest physiology of chestnut mushrooms. These applications can potentially be used to extend the shelf life and reduce quality losses in mushrooms.

Keywords: *Agaricus campestris*, Gelatin, Melatonin, Organic acids, Phenolic compounds, Post-harvest physiology



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmaya FYL-2023-10801 no'lu proje olarak destek veren Van YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na ve yardımsever çalışanlarına, Fen Bilimleri Enstitüsünün her zaman desteklerini gördüğüm yardımsever çalışanlarına teşekkür ederim.

Çalışmamın başından sonuna kadar beni her zaman destekleyen ve her aşamasında yanımda olduklarını hissettiğim sevgili arkadaşlarım Dr. Nurettin YILMAZ ve Ziraat Yük. Müh. Sercan DÜZGÜN'e çok teşekkür ederim.

Eğitim hayatım boyunca bana karşılıksız desteklerinden dolayı değerli aileme sonsuz teşekkür ederim.

2024

Ramazan AĞIN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
2.1 Mantarın Hasat Sonrasını Kapsayan Çalışmalar	5
2.2 Yenilebilir Kaplamalar ile ilgili Çalışmalar	7
2.3 Melatonin ile İlgili Yapılan Çalışmalar	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1 Materyal	13
3.2 Yöntem	17
3.2.1 Ağırlık Kaybı	17
3.2.2 Renk	17
3.2.3 Solunum Hızı	18
3.2.4 Organik Asitler	19
3.2.5 Fenolik Bileşikler	20
3.3 İstatistik Analizler	20
4. BULGULAR	23
4.1 Ağırlık Kaybı	23
4.2 Renk	24
4.2.1 L* Değeri	24
4.2.2 a* Değeri	25
4.2.3 b* Değeri	27
4.2.4 Kroma Değeri	28
4.2.5 Hue Değeri	29
4.3 Solunum Hızı	31
4.4 Organik Asitler	32
4.4.1 Oksalik Asit	32
4.4.2 Sitrik Asit	34

4.4.3 Malik Asit.....	35
4.4.4 Süksenik Asit.....	36
4.4.5 Fumarik Asit.....	38
4.4.6 Tartarik Asit	39
4.5 Fenolik Bileşikler.....	40
4.5.1 Protokateşik Asit	40
4.5.2 Rutin	42
4.5.3 Gallik	43
4.5.4 Klorogenik Asit	44
5. TARTIŞMA	47
5.1 Ağırlık Kaybı.....	47
5.2 Renk.....	48
5.3 Solunum Hızı.....	49
5.4 Organik Asitler	50
5.5 Fenolik bileşikler.....	51
6. SONUÇ	55
KAYNAKLAR.....	57
ÖZ GEÇMİŞ.....	65

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1 Çalışmada yapılacak uygulamalar.....	16
Çizelge 4.1 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının depolama dönemindeki ağırlık değişimleri (%)	23
Çizelge 4.2 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının L* değerinin depolama dönemindeki değişimler	24
Çizelge 4.3 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının a* değerinde depolama dönemindeki değişimler.....	26
Çizelge 4.4 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının b* değerinde depolama dönemindeki değişimler.....	27
Çizelge 4.5 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının kroma açısı değerinde depolama dönemindeki değişimler.....	28
Çizelge 4.6 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının hue açısı değerinde depolama dönemindeki değişimler.....	30
Çizelge 4.7 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının solunum hızında ($\text{CO}_2\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$) depolama dönemindeki değişimler	31
Çizelge 4.8 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının Oksalik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	33
Çizelge 4.9 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının sitrik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	34
Çizelge 4.10 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının malik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	35
Çizelge 4.11 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının suksenik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler.....	37
Çizelge 4.12 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının fumarik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler.....	38
Çizelge 4.13 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının fumarik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler.....	39
Çizelge 4.14 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının protokateşuik düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler.....	41

Çizelge 4.15 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının rutin asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	42
Çizelge 4.16 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının gallik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	43
Çizelge 4.17 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının klorojenik asit (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler.....	45



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Kestane mantarı <i>A. campesteris</i> yetiştirildiği üretim odasından bir görünümü	13
Şekil 3.2 <i>A. campesteris</i> mantar çeşidinin yetiştirildiği mantar üretim odasında misel sarım aşaması	13
Şekil 3.3 <i>A. campesteris</i> mantar çeşidinin yetiştirildiği mantar üretim odasında hasat aşamasında olan mantarlar.	14
Şekil 3.4 <i>A. campesteris</i> mantar çeşidinin sterilasyonu.....	14
Şekil 3.5 %1 jelatin ve 0.5 mM melatonine malzemesinin hazırlanması.....	15
Şekil 3.6 Yenilebilir kaplama malzemelerinin uygulanması ve kurutulması gerçekleşen kestane mantarları 4 gruba ayrılmıştır.....	15
Şekil 3.7 Strech film kaplama ve ambalajlama	16
Şekil 3.8 Renk skalası.....	17
Şekil 3.9 Çalışmada kullanılan Minolta marka renk ölçer	18
Şekil 3.10 Çalışmada kullanılan gaz analiz ölçer	19
Şekil 3.11 Çalışmada kullanılan HPLC	19
Şekil 3.12 Fenolik bileşiklerin ayırımında kullanılan HPLC	20
Şekil 4.1 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının depolama dönemindeki ağırlık değişimleri (%)	24
Şekil 4.2 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının L* değerinde depolama dönemindeki değişimler	25
Şekil 4.3 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının a* değerinde depolama dönemindeki değişimler	26
Şekil 4.4 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının b* değerinde depolama dönemindeki değişimler	28
Şekil 4.5 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının kroma açısı değerinde depolama dönemindeki değişimler.....	29
Şekil 4.6 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının hue açısı değerinde depolama dönemindeki değişimler.....	30
Şekil 4.7 Depolama süresi boyunca örneklerde gözlenen değişimler.	31

Şekil 4.8 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının solunum hızında ($\text{CO}_2\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$) depolama dönemindeki değişimler	32
Şekil 4.9 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının Oksalik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	33
Şekil 4.10 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının sitrik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	35
Şekil 4.11 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının malik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	36
Şekil 4.12 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının süksenik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	37
Şekil 4.13 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının fumarik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	39
Şekil 4.14 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının fumarik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	40
Şekil 4.15 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının protokatesuik düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler.....	41
Şekil 4.16 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının rutin asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	43
Şekil 4.17 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının gallik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler	44
Şekil 4.18 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının klorojenik asit (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler.....	45

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
°C	Santigrad derece
%	Yüzde
dk	Dakika
g	Gram
ml	Mililitre
mM	Milimolar
nm	Nanometre
rpm	Dakikadaki devir sayısı

Kısaltmalar	Açıklama
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
MEL	Melatonin
PPO	Polifenol Oksidaz
ROT	Reaktif Oksijen Türleri



1. GİRİŞ

Mantar yetiştiriciliği 17. yüzyılda Fransa'da başlamış ve daha sonra Uzak Doğu, Amerika ve Avrupa'da endüstriyel bir uygulama haline gelmiştir. Sağlıklı gıda talebinin artması, yenilebilir mantarlara olan ilgiyi artırmıştır. Bugün mantarlar, üretimin yıllık olarak tahminen %6-7 oranında arttığı 100'den fazla ülkede yetiştirilmektedir. Türkiye'de ticari mantar yetiştiriciliğine geçiş 1980'lerde başlamış ve 1990'larda önemli ticari değer kazanmıştır. 1990 ile 2000 yılları arasında mantar üretiminde hızlı bir büyüme olmuş ve tüketim, artan sosyal farkındalık ve değişen beslenme alışkanlıklarıyla ortalama %177 artmıştır (Turp ve Boylu, 2018).

Mantar yetiştiriciliği, kontrollü ortamlarda yıl boyunca üretim yapabilme, çevresel koşullardan bağımsız olma ve aynı alandan yılda altı kez hasat yapabilme potansiyeli nedeniyle son derece kârlı bir tarımsal faaliyettir. Mantarlar besin değeri açısından değerlidir; kolayca sindirilebilir proteinler ve %88-91 su içerirler. Ayrıca karbonhidratlar, amino asitler, şekerler, şeker alkoller, vitaminler (A, B, C, D ve K) ve mineraller açısından zengindirler ve düşük yağ içeriğine sahiptirler (Manzi vd., 1999; Bonatti vd., 2004).

2022 yılında dünya genelindeki mantar üretimi 48.3 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Bu üretimin büyük bir kısmı, 46.4 milyon ton ile Asya kıtasında gerçekleşmiş, Avrupa kıtası ise 1.3 milyon ton üretim ile bunu takip etmiştir. Asya kıtasında gerçekleşen üretim, dünya toplam mantar üretiminin %96'sını oluşturmaktadır. Buna karşılık Avrupa'nın üretimi, dünya toplamının sadece %2.7'sine denk gelmektedir. Asya'nın dünya mantar üretiminde baskın rol oynamasında en büyük paya sahip olan ülke Çin'dir. Çin, 45.4 milyon ton üretimle dünya genelinde en yüksek mantar üretimini gerçekleştiren ülke konumundadır. Asya'daki diğer önemli üretici ülkeler arasında Japonya ve Hindistan yer almaktadır. Avrupa kıtasında ise Polonya ve Hollanda gibi ülkeler mantar üretiminde öne çıkmaktadır, ancak bu kıtanın toplam üretimi Asya'nın çok altında kalmaktadır (FAO, 2024). Türkiye, dünya mantar üretimi sıralamasında 15. sırada yer alırken, ülke içindeki üretim ve tüketim bölgesel farklılıklar göstermektedir. Türkiye'de kültür mantarı üretimi, 1960'lı yıllarda başlamış ve 1990'lı yıllardan itibaren ticari anlamda önem kazanmaya başlamıştır. Ülke genelinde en yüksek üretim %61.5 oranıyla Akdeniz Bölgesi'nde gerçekleşirken, tüketim açısından Marmara Bölgesi %60

pay ile lider konumdadır. Antalya/Korkuteli, Burdur, Konya ve Kocaeli, Türkiye'de mantar üretiminin yoğun olarak yapıldığı iller arasında öne çıkmaktadır (Eren, 2016). Bu veriler, Asya'nın dünya mantar üretimindeki üstünlüğünü ve Türkiye'nin bu alandaki gelişimini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Asya kıtası, üretim kapasitesi ve hacmi açısından diğer kıtaların oldukça önündedir ve bu durum, kıtanın iklim koşulları, tarımsal altyapısı ve teknoloji kullanımındaki avantajlarına bağlanabilir.

Günümüzde tarım ve gıda ürünleri üretiminde artış yaşanmaktadır. Bu artış, ürünlerin muhafaza edilmesi ve raf ömürlerinin uzatılması gerekliliğini doğurmuştur. Gıdaların raf ömrünü uzatmak için depolama şartlarının uygun olması esastır. Bu amaçla kullanılan yenilebilir film ve kaplama uygulamaları, gıdaları korumak ve raf ömürlerini uzatmak için geliştirilmişlerdir. Bu uygulamalar, gıdanın yüzeyinde oluşturulan ince bir tabaka veya gıda ile birlikte tüketilebilen, sentetik olmayan ve doğal kaynaklardan elde edilen materyallerdir. Bu materyaller, nem, gaz ve katı maddelerin hareketini kontrol ederek gıdanın tazelik ve kalitesini korumaya yardımcı olur (Keleş, 2002; Çavuşoğlu vd., 2019).

Yenilebilir jelatin esaslı film kaplama, hayvanların deri ve kemiklerinde en bol bulunan yapısal protein olan kolajenin kısmi hidrolizi ile elde edilen çok işlevli bir hidrokolloiddir (Boran vd., 2011). Su ile yapılan jelatin jeller, düşük sıcaklıklarda erir ve jelleşir. Jelatinin erime sıcaklığı ile priz sıcaklığı arasındaki farkın diğer jelleştirici maddelere göre daha küçük olması, jelatinin diğer jelleştirici maddelere göre daha sık kullanılmasını sağlamaktadır (Boran vd., 2010).

Hasat sonrası meyve ve sebzelerin kalite kaybını azaltmak ve raf ömürlerini uzatmak, gıda endüstrisi için önemli bir hedeftir. Bu amaçla geliştirilen yöntemlerden biri, yenilebilir kaplama malzemelerinin kullanılmaktadır. Yenilebilir kaplamalar, gıdaların yüzeyinde ince bir film oluşturarak su kaybını (Dikel, 2012), solunum hızını ve mikrobiyal kontaminasyonu azaltır. Bu kaplamalar, doğal biyopolimerler kullanılarak üretildiği için çevre dostu bir alternatif sunmaktadır (Krochta ve De Mulder-Johnston, 1997). Jelatin, hayvansal kaynaklı bir protein olarak yenilebilir film kaplama malzemesi olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir. Jelatin kaplamalar, nem ve gaz geçirgenliğini kontrol etme özellikleri sayesinde gıdaların tazeliğini korunmaktadır. Ayrıca, jelatin doğal bir protein olduğu için toksik değildir ve biyolojik olarak parçalanabilir (Bourtoom, 2008). Bu özellikler, jelatini meyve ve sebzeler için ideal bir kaplama malzemesi

yapmaktadır. Jelatin kaplamaların çilek üzerindeki etkilerini incelemiş ve bu kaplamaların çileğin nem kaybını azaltarak raf ömrünü uzattığını belirlemiştir. Benzer şekilde, birçok çalışmada jelatin kaplamaların meyve ve sebzelerde oksidasyon ve renk değişimini engellediğini, böylece depolama süresince kalite kaybını azalttığını rapor etmiştir. Jelatin kaplamalar sadece fiziksel bir bariyer sağlamakla kalmaz, aynı zamanda içerdiği aktif bileşenler sayesinde antioksidan ve antimikrobiyal özellikler de sunar. Bu sayede, gıdaların mikrobiyal bozulmasını geciktirir ve besin değerlerini korur (Gennadios, 2002). Jelatinin su buharı ve gaz bariyer özellikleri, meyve ve sebzelerin solunum oranını azaltarak tazeliklerini daha uzun süre korumalarını sağlar (Rhim ve Ng, 2007).

Melatonin, hayvanlarda pineal bez tarafından salgılanan bir hormondur ve insanlarda ilk kez 1958 yılında tanımlanmıştır. 1995 yılında bu hormonun tek çenekli ve çift çenekli bitkilerde de bulunduğu keşfedilmiştir (Dubbels vd, 1995; Hattori vd, 1995). Melatoninin bitkilerin yapraklarında ve/veya köklerinde sentezlendiği ve ardından çiçeklere, meyvelere ve meristemlere taşındığı düşünülmektedir (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2013; Tan vd, 2013).

Pek çok bitki türünün tohumlarında, meyvelerinde, yapraklarında ve köklerinde yüksek miktarda melatonin bulunduğu tespit edilmiştir (Reiter, 1999; Tettamanti vd., 2000; Reiter vd, 2007). Melatoninin bitkilerde bulunduğu keşfedilmesinden sonra, artan sayıda araştırmada melatoninin çeşitli sebze, meyve, tohum, tahıl, tıbbi ve aromatik bitkiler ile süs ve yabani bitki türlerinde yer aldığı bildirilmiştir (Paredes vd., 2009; Arnao, 2014; Feng vd., 2014). Bu çalışmalar, melatoninin bitkisel dokularda yaygın olarak bulunduğunu ve farklı bitki türlerinde önemli işlevler üstlenebileceğini göstermektedir."

Melatonin, elma, çilek, domates, kiraz ve salatalık gibi çeşitli bitkilerde bulunan önemli bir indolamin hormondur. Bitki büyümesini ve gelişimini düzenleme, yaprak yaşlanmasını geciktirme ve meyve olgunlaşmasını etkileme gibi kritik rollere sahiptir (Hernández-Ruiz ve Arnao, 2018). Melatonin ayrıca reaktif oksijen türlerini (ROS) temizleyerek, antioksidan sistemi aktive ederek ve diğer antioksidanların etkinliğini artırarak bitkilerin abiyotik ve biyotik streslere karşı dayanıklılığını artıran bir antioksidan görevi görür (Debnath vd., 2019). Ayrıca, meyve biyolojisinde soğuk hasarını baskılamak

ve olgunlaşmayı ve çürüme oluşumunu geciktirmek gibi işlevleri de üstlenmektedir (Michailidis vd., 2021).

Meyve ve sebzelerde endojen olarak üretilen melatonin, olgunlaşma ve hasat sonrası süreçlerde önemli bir rol oynar. Dışarıdan uygulandığında, melatonin, meyve ve sebzelerdeki oksitlenmiş protein onarımında yer alan antioksidan enzimleri, enzimatik olmayan antioksidanları ve enzimleri artırarak bitkilerin fizyolojik süreçlerini düzenler (Xu vd, 2019). Dışarıdan uygulanan melatonin, brokoli (Zhu vd, 2018), salatalık (Xin vd, 2017) ve şeftalide (Gao vd, 2016) süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve peroksidaz (POD) gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini artırarak solunum aktivitesini artırmaktadır. Bu uygulama ayrıca hasat hızını azaltarak hasat sonrası yaşlanmayı geciktirmektedir.

Bu çalışmada, tarımsal sürdürülebilirliğe katkı sağlamak amacıyla kestane mantarlarında (*Agaricus campestris*) melatonin ve jelatin uygulamalarının hasat sonrası fizyolojik değişim ve kalite kaybı üzerine etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, bu uygulamaların mantarların depolama süresince fiziksel ve biyokimyasal değişimleri ile kararmalar üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1 Mantarın Hasat Sonrasını Kapsayan Çalışmalar

Mantarlarda gerçekleştirilen çalışmalarda, meydana gelen su kaybı duyarlılıklarından ötürü genellikle modifiye atmosfer paketlenme tercih edilmekte ve kalite ile muhafaza süresini artırmak için ek yöntemler uygulanmaktadır. Su kaybıyla birlikte tüm metabolik olayların yavaşlatılması açısından düşük sıcaklığın kritik olduğu bilinmektedir. Mohapatra vd (2010), 3.5, 5, 10 ile 15 °C sıcaklıkta depolanan mantarlarda doku ile renk bozulmasını korumada kritik rol oynadığı, düşük sıcaklık esmerleşme düzeyi ile sertliği azalttığını ortaya koymuşlardır.

Çavuşoğlu (2018), *A. bisporus* mantarlarında MAP ile streçleme kullanarak 0, 0.5 mM ile 1 mM metil jasmonat çözeltisine 2 dak. Daldırmıştır. 4°C'de 20 gün boyunca ağırlık kaybı ile ambalaj içi O₂ ve CO₂ miktarı MAP uygulamasının daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, titre edilebilir asitlik, L*, kroma, hue açısı değerleri, solunum ile etilen açısından streç film uygulamasının daha başarılı olduğu saptanmıştır. Metil jasmonat uygulamalarının ise *Agaricus bisporus* mantarları üzerinde bariz bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Gökçenay ve Çavuşoğlu (2018), tarafından yapılan bir çalışmada, açıkta, streç ve polietilen ambalaj ile sitokinin konsantrasyonlarının (0, 5, 10, 15 ppm Nitrozyne) etkileri incelenmiştir. Polietilen ile streçle kaplamanın kalite parametrelerini koruma açısından etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, nitrozyne uygulamalarının, özellikle 5 ile 10 ppm konsantrasyonlarının, açıkta yapılan uygulama ile MAP uygulamalarında ağırlık kaybı ile renk değerini korumada başarılı olduğu görülmüştür.

Lagnika vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, beyaz şapkali mantarlar üzerinde yüksek basınçlı argon, ultrason ile bu yöntemlerin kombinasyonu 4°C'de 9 gün sonunda argon uygulaması ağırlık kaybı ile solunum oranını düşürdüğünü saptamıştır. Ultrason uygulaması sonucunda polifenol oksidaz aktivitesini baskılamıştır. Üç uygulamada da rengin korunması, kontrol grubuna oranla başarılı olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle, fiziko-kimyasal özellikleri her üç uygulamada da kontrol grubundan kritik ölçüde farklı bulunmuştur (p<0.05).

Ding vd. (2016), beyaz şapkalı mantarlarda brassinolid (BL) uygulamasının kahverengileşmeyi önleyebileceğini ile bu şekilde mantarın ticari değerini koruyabileceğini öne sürmüşlerdir. Çalışmada, hasattan sonra mantarlar 0, 1 veya 3 μM BL çözeltisine 5 dak süreyle daldırılmış ile 13-16 gün boyunca 4°C'de karanlık bir ortamda muhafaza edilmiştir. Brassinolid uygulaması, toplam fenolik ve PPO aktivitesini azaltmış ve ağırlık kaybını yavaşlatmış, elektrolit sızıntısını önlemiş bunun yanısıra malondialdehit içeriğininde korumuştur.

Lin vd. (2017), *Agaricus bisporus* mantarlarında ambalaj içindeki yüksek CO_2 'nin etkilerini araştırmıştır. Araştırmada, mantarlar ambalajlama aşamasında %95-%100 CO_2 içeren ortamda 0, 12, 24 ile 48 saat süreyle tutulmuş ile ardından film dört köşesinden delinerek ambalajlar havalandırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, 12 saatlik CO_2 uygulamasının kahverengileşme indeksini (BI) azaltmada etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, yüksek CO_2 uygulamalarının MDA içeriğini kritik ölçüde engellediği, CAT ile POD aktiviteleri ile mantarın antioksidan kapasitesini artırdığı tespit edilmiştir.

Mantarların kritik kalite kayıplarından biri olan kahverengileşmeyi engellemek amacıyla 4-metoksi sinamik asidin (100 $\mu\text{mol L}^{-1}$) uygulaması sonrasında, $20\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklığa ve 85 ± 5 oransal nem içeren soğuk hava depolarında muhafaza edilmiştir. Araştırmaya göre bu uygulama sonucunda ağırlık kaybı, mantarın şapka açılma oranı, kahverengileşme derecesi, nispi sızıntı oranı, MDA içeriği ile süperoksit anyon oluşum oranının azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, bu uygulamanın mantarların solunumunu yavaşlatırken, CAT ile APX aktivitelerini artırdığı bunun yanısıra endojen antioksidanları koruduğu görülmüştür. Bunun yanında, kararmaya sebep olan PPO ile POD enzimlerinin fenoliklerle temasının geciktirildiği tespit edilmiştir (Hu vd., 2015).

Kısa süreli (20°C'de 60 saniye) salisilik asit (SA) daldırma uygulamalarının (0, 50, 250, 500 ve 1000 μM) 21 gün boyunca 4°C'de depolanan mantarlarda kahverengileşme üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma, elektrolit sızıntısı ve H_2O_2 birikimi ile ilişkili reaktif madde (tiyobarbitürik asit) içeriğindeki artışın kahverengileşme ile birlikte arttığını göstermiştir. 250 μM SA uygulaması, kahverengileşmeyi ve buna bağlı olarak elektrolit sızıntısı, tiyobarbitürik asit ve H_2O_2 birikimindeki artışları geciktirmiştir. SA uygulanan mantarlarda, düşük PPO aktivitesi ve yüksek fenilalanin amonyak liyaz (PAL) enzim aktivitesi tespit edilmiştir. Ayrıca, SA uygulanan mantarlarda antioksidan enzimlerin (SOD, CAT ve APX) aktiviteleri daha yüksek

bulunmuştur. Bu sonuçlar, 250 µM salisilik asit uygulamasının hasat sonrası kahverengileşmeyi azaltmada etkili bir yöntem olabileceğini ortaya koymaktadır (Dokhanieh vd., 2016).

2.2 Yenilebilir Kaplamalar ile ilgili Çalışmalar

Son zamanlarda, sentetik maddelerden yapılan ambalaj malzemelerinin biyolojik olarak bozunmaması, biyolojik olarak parçalanabilir ile yenilebilir kaplamaların doğal kaynaklardan üretilmesine yönelik çalışmalara olan ilgiyi artırmıştır (Salehi, 2020). Bu bağlamda, çevreye zarar vermeyen, hafif ile kolay açılabilen biyoplastik ile yenilebilir kaplama materyallerinin üretimine yönelik araştırmalar hız kazanmıştır (Okcu vd., 2018). Çalışmaların bir kısmı, yenilebilir kaplamaların fizyolojik etkilerini incelerken, diğer kısmı ise doğal yollarla elde edilmeyen malzemelere alternatif olabilecek özelliklerin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Bundan dolayı, yenilebilir ambalajların mukavemet, hafiflik, esneklik, su direnci ile şeffaflık gibi özelliklerinin iyileştirilmesi hakkında araştırmalar yapılmaktadır (Salehi, 2020).

Mirshekari vd. (2019), farklı konsantrasyonlardaki (%0.25, %50 veya %75) aloe vera jelinin, mantarların depolama sürecinde (4°C'de 15 gün boyunca) kahverengileşme hakkında etkilerini araştırmışlardır. Aloe vera jelinin, depolama öncesinde mantarların ağırlık kaybını ile yüzeydeki esmerleşme seviyelerini azalttığı; süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesini, toplam fenolik içeriği ile 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil temizleme aktivitesini artırdığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, aloe vera jeli ile yapılan ön işlemenin, soğuk muhafaza sırasında mantarlardaki esmerleşmeyi azalttığı ile en uygun dozun %50 aloe vera jeli olduğu saptanmıştır.

Sedaghat ve Zahedi (2012), farklı konsantrasyonlardaki asetik, askorbik, sitrik ile malik asitlerden oluşan asidik yıkama çözeltileri ile yıkadıktan sonra arap zıncı (GA), karboksimetil selüloz ile emülsifiye arap zıncıyla (EGA) kaplamışlardır. Kaplama yapılmayan mantar örneklerinde ağırlık kaybı, kaplamalı olan örneklerle oranla daha fazla olmuştur. EGA kaplanan mantarlarda en az ağırlık kaybı ve L renk değeri ise daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonucunda, sitrik veya malik asit (%1) ile yıkanan ve EGA'ya daldırılan mantarlarda, en az ağırlık ve sertlik kaybı ile sonuçlanmıştır.

Nussinovitch ve Kampf (1993), mantarları %1 aljinat ile kaplamanın L renk değerini korumada etkili olduğunu belirlemişlerdir; 4°C'de depolanan mantarların oda sıcaklığında saklananlara göre rengini daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. Ayrıca aljinat, ağırlık kaybını ile kalite kayıplarını geciktirmiştir. Jiang (2013) ise mantarları üç farklı aljinat dozunda (%1, %2 ile %3) paketleyerek yüksek oksijenli (%100) kavanozlarda (4°C'de 16 gün) saklamıştır. Bu çalışmada %2 alginat uygulamasının, kontrol ile diğer uygulamalara göre sıklığı koruduğu, kahverengileşmeyi geciktirdiği ile açılma oranını düşürdüğü tespit edilmiştir. Ayrıca çözünür kuru madde, toplam şeker ile askorbik asitteki değişiklikleri geciktirdiği ile PPO ile POD aktivitesini inhibe ettiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, yüksek oksijenle modifiye edilmiş atmosfer altında aljinat kaplamanın beyaz şapkallı mantarlarda kalitenin korunmasında etkili olduğu ile hasat sonrası ömrünü 16 güne çıkarma potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir.

Son yıllarda kaplama ile ambalajlamada kullanılan nanomalzemeler, üstün özelliklerinden dolayı başarılı sonuçlar vermektedir. Criado vd. (2021), doğal bir nanomateryal kaynağı olan selüloz nanokristali, gellan zıncı (*Sphingomonas elodea*) bakterisi tarafından üretilen suda çözünür bir polisakkarit) bazlı bir kaplamaya ekleyerek mantar kaplama malzemesi olarak kullanmışlardır. Sonuçlar, tüm kaplamaların toplam renk değişimini, solunum hızını, O₂ tüketimini ile CO₂ salınımını azalttığını göstermiştir.

Yin vd. (2019), tarçın esansiyel yağı mikrokapsülleri ile zenginleştirilmiş aljinat ile kitosan kaplamaların (3, 5 ile 7 katmanlı) mangolar üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışma kapsamında, 14 gün boyunca gözlem altında tutulan mangolar arasında, beş katmanlı kaplama ile kaplananların çürümeyi önlemede ile raf ömrünü uzatmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu kaplamalar mangoların duyuşal özelliklerini ile kalite parametrelerini olumlu yönde etkilemiştir. Bu bulgular, tarçın esansiyel yağı mikrokapsülleri ile zenginleştirilmiş kaplama çözeltilerinin, mangolar için etkili bir alternatif koruma yöntemi olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Piechowiak vd. (2022), tarafından yapılan çalışmada, Bluecrop çeşidi yaban mersini meyvelerinde tarçın yağı içeren nişasta ile jelatin bazlı yenilebilir kaplamaların meyvelerin raf ömrü, meyve kalitesi ile antioksidan metabolizması üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçları, tarçın yağı ilaveli yenilebilir kaplamanın depolanan meyvelerin kalitesini olumlu yönde etkilediğini, maya ile küf oluşumunu engellediğini, Suda Çözünür Kuru Madde (SÇKM) kaybını azalttığını, ancak titre edilebilir asitlik ile

ağırlık kaybı üzerinde kritik bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Ayrıca, kaplama uygulamalarının reaktif oksijen türlerinin (ROT) birikimini azalttığını, antioksidan enzim aktivitesini düşürdüğünü ile polifenol oksidaz enzim aktivitesini artırdığını bildirmişlerdir.

Long vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada, Delicious çeşidi elmalar, *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea* ile *Trichothecium roseum* funguslarına karşı kitosan/rezene tohumu esansiyel yağı/nişasta sodyum oktenil süksinat ile hazırlanan kompozit filmlerle kaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, hazırlanan filmler güçlü bir antifungal etki göstermiş ile kaplanan elmalar üzerinde fungusların neden olduğu lezyonların çapında küçülmeler sağlamıştır. Ayrıca, depolama süresince kaplama uygulamasının solunum hızını ile ağırlık kaybını azalttığı, meyve eti sertliğini ile kabuk parlaklığını koruduğu belirtilmiştir.

2.3 Melatonin ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Li vd. (2021), beyaz şapkali mantarlara hasattan sonra farklı konsantrasyonlarda (0.05, 0.1 ile 0.2 mM) melatonin uygulayarak sonrasında mantarları 3±1°C'de depolamışlardır. Yaptıkları analizler, 0.1 mM melatonin uygulanan mantarların iyi kalitede olduğunu ile elektron sızıntılarının kritik ölçüde azaldığını göstermiştir. Ayrıca, melatonin uygulamasının mantarların solunum hızını yavaşlattığı ile yaşlanmayı geciktirdiği tespit edilmiştir.

Kong vd. (2020), melatonin (100 µM) uygulanan dolmalık biberleri 4°C'de 20 gün ile ardından 20°C'de 3 gün depolamışlardır. Depolama sonrasında yapılan analizler, melatonin uygulamasının hücre yapı hasarını ile soğuk stresten kaynaklanan üşüme zararını antioksidan savunma sistemini aktifleştirerek azalttığını ortaya koymuştur.

Wang vd. (2020), hasattan sonra melatonin uygulamasının 25°C'de depolanan litchi meyvesindeki kalite parametreleri ile fizyolojik kayıplar üzerindeki etkinliğini incelemişlerdir. Depolama sonrasında yapılan analizler, 0.4 mM melatonin uygulamasının kararmayı geciktirdiğini ile hücresel membran geçirgenliğindeki değişiklikleri azaltarak kararma ile yaşlanmayı geciktirmede etkili olabileceğini göstermiştir.

Miranda vd. (2020), kirazlarda (*Santina* ile *Royal Rainier*) depolama sonrasında melatonin uygulamasının her iki çeşitte de suda çözünür kuru madde miktarı ile solunum hızının azalması üzerinde olumlu etkileri olduğunu ile bu uygulamanın depolama ömrünü uzatmada etkili olabileceğini tespit etmişlerdir.

Wu vd. (2021), brokoliye hasattan sonra uyguladıkları melatoninin (100 μ mmol L-1) kalite parametreleri ile raf ömrü üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Depolama sonrasında yapılan analizler, melatonin uygulamasının brokolide raf ömrünü uzatmada ile renk kaybını azaltmada etkili olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, 20°C'de depolanan brokoliye melatonin uygulamasının sararmayı geciktirmede etkili bir yöntem olabileceği bildirilmiştir.

Melatonin uygulamalarının 20°C'de muhafaza edilen yeşil biber meyvelerinde, membran stabilitesi ile ilişkili olan poligalakturonaz ile β -glukanaz (hücre duvarı bileşenlerinin hidrolizi ile ilgili), lipoksijenaz ile fosfolipaz enzimlerini kodlayan genlerin transkript seviyelerini azalttığı bildirilmiştir. Bu sayede, hasat edilen yeşil biber meyvelerinin dokusal sertliğini koruduğu ile bunun yanı sıra antioksidan enzimler katalaz ile peroksidaz'ı kodlayan genlerin transkripsiyonunu teşvik ederek askorbik asit-dehidroaskorbik asit oranlarını artırdığı gözlemlenmiştir. Melatonin uygulamalarının, hücre içi süperoksit anyonları, H_2O_2 ile malondialdehit konsantrasyonlarını azalttığı, reaktif oksijen türlerinin birikimini ile hücre zarlarının lipid peroksidasyonunu azaltarak depolama süresini ile raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir (Li vd., 2024).

Bu incelemede, 0, 125, 250, 500 ile 1000 μ M konsantrasyonlarındaki melatonin püskürtülen dut meyveleri 1°C'de 12 gün boyunca saklanmıştır. Melatonin uygulaması, depolama süresi boyunca en düşük esmerleşme indeksini sağlamıştır. Ayrıca, melatonin uygulamasının malondialdehit, H_2O_2 ile polifenol oksidaz enzim aktivitesinde kritik bir azalma sağladığı, ağırlık kaybını azalttığı ile pH ile toplam çözünür katı madde miktarını koruduğu gösterilmiştir. Uygulama yapılan meyvelerdeki toplam fenol, toplam flavonoidler ile askorbik asit içerikleri, kontrol meyvelere göre anlamlı derecede daha yüksek olup, bu durum antioksidan kapasitesinde de bir artışa neden olmuştur. Melatonin uygulamalarının, dutun depolama ömrünü 8 günden fazla uzattığı ile özellikle 500 ile 1000 μ M melatonin konsantrasyonlarının en etkili sonuçları verdiği saptanmıştır. Sonuç olarak, düşük sıcaklıkta depolama sırasında dut meyvesinin kalitesini korumak için

eksojen melatonin uygulamasının güvenli ile umut vadeden bir yöntem olduğu belirtilmiştir (Kakaei vd., 2024).

Üşüme hasarı (CI), hasat sonrası şeftali meyvesinde düşük sıcaklıkta depolama sırasında sıklıkla meydana gelen bir sorundur ile eksojen melatonin uygulamalarının bu etkiyi hafiflettiği görülmüştür. Bu çalışmada, melatonin uygulamasının fenolik birikimini artırdığı ile 4°C'de saklanan şeftalilerde kahverengileşmeyi etkili bir şekilde azalttığı bildirilmiştir (Bao vd., 2024).

Yaş meyve ile sebzelerde hasattan sonra kalite özelliklerinin korunarak muhafaza süresinin uzatılmasında solunum hızı ile klimakterik ürünlerde etilen sentezinin yavaşlatılması oldukça kritiktir. Klimakterik türlerde hasat sonrası dönemde uygulanan melatonin, etilen üretimini azaltarak olgunlaşmayı, buna bağlı olarak yaşlanma ile bozulmaları geciktirdiği belirtilmektedir (Ze vd., 2021). Melatoninin yaşlanma ile olgunlaşmayı geciktirici etkisinin, reaktif oksijen türlerinin artmasına neden olan etilen biyosentezi ile solunumu inhibe etmesi ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir (Horzum, 2022). Melatonin uygulamalarının, 40 gün soğukta depolanan nektarin meyvelerinde meyve yumuşaması, üşüme zararı ile solunum hızının azalmasıyla birlikte yaşlanmayı geciktirici etkisinin olduğunu belirtmiştir (Bal, 2021).

Hasat sonrası muhafaza edilen ürünlerde kalite özelliklerindeki değişimin yavaşlatılması en kritik amaçlardan biridir. Depolanan ürünlere dışsal olarak uygulanan melatoninin, kalite özelliklerinin korunmasında etkili olduğu belirtilmektedir (Wang vd., 2020). 100 µmol/L melatonin uygulanan çileklerde, 4°C'de 12 gün depolama sonunda meyvelerde katalaz ile askorbat peroksidaz aktivitelerinin azaldığı, süperoksit dismutaz aktivitesinin arttığı ile böylece meyvelerde çürümeyi yavaşlattığı, toplam fenol ile antosiyanin birikiminin arttığı saptanmıştır (Aghdam ve Fard, 2017).

Farklı dozlarda (0, 0.01, 0.1, 1 ile 10 mmol/L) melatonin uygulanan çileklerde, 4°C'de 12 gün süreyle depolama sonrası kalite özelliklerindeki değişimi yavaşlatmada melatonin uygulamasının etkili olduğu belirtilmiştir. Araştırma, melatonin uygulamasının meyvelerde ağırlık kaybı ile çürümeyi azalttığını, renk, sertlik, toplam çözünebilir kuru madde miktarı ile titre edilebilir asitlik gibi meyve yaşlanması ile ilişkili olan kalite özelliklerindeki değişimleri yavaşlattığını göstermiştir. Ayrıca, 0.1 ile 1 mmol/L dozlarının hidrojen peroksit ile malondialdehit birikimini azalttığı, toplam fenolik madde ile flavonoid içeriğini artırarak antioksidan kapasitesini yükselttiği saptanmıştır.

Çileklerde hasat sonrası ömrün uzatılmasında 0.1 ile 1 mmol/L dozlarının en etkili dozlar olarak önerilebileceği belirtilmiştir (Liu vd., 2018).

Albion çilek çeşidinde hasat sonrası farklı dozlarda melatonin (0.5, 1 ile 1.5 mM) ile metil jasmonat (0.5, 1 ile 1.5 μ mol L⁻¹) uygulanarak 0°C’de 14 gün muhafaza edilen meyvelerde her iki uygulamanın da kalite parametrelerini korumada etkili olduğu tespit edilmiştir. Melatonin uygulamasının, ağırlık kaybı, titre edilebilir asitlik oranının korunması ile solunumun yavaşlatılmasında daha etkili olduğu saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda melatonin ile metil jasmonat uygulamalarının çilek meyvesinin depolama performansı hakkında etkili olabileceği, uygulama yapılmış meyvelerin 14 güne kadar kalitenin korunarak depolanabileceği ifade edilmiştir (Düzgün, 2022). Hasat sonrası iki farklı dozda (50 ile 100 μ mol) melatonin uygulamasının 0 $\pm$ 1°C ile %90 oransal nemde 35 gün muhafaza edilen “Crimson” üzüm çeşidinde kalite, biyoaktif bileşikler ile enzim aktivitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçları, melatonin uygulamasının ağırlık kaybını azaltarak ile toplam çözünebilir katı madde, titre edilebilir asitlik, saptan kopma direnci ile sertliğini koruyarak üzümün raf ömrünü uzattığını göstermiştir. Ayrıca, melatonin uygulamasının pektin metil esteraz ile poligalakturanaz enzim aktivitelerini kontrol grubuna oranla azalttığı saptanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, raf ömrünü uzatmak ile soğukta depolama sırasında kalite özelliklerini korumak için hasat sonrası melatonin kullanılmasının önerilebileceği belirtilmiştir (Nasser vd., 2022).

Modifiye atmosferik koşullar altında ile hasat öncesi püskürtme yöntemiyle uygulanan PGPR (*Azospillum lipoferum* ile *Bacillus megaterium*) ile hasat sonrası daldırma yöntemiyle uygulanan melatonin (0.05 ile 1 mM) tedavilerinin, *Agaricus bisporus* mantar türünün olgunlaşma parametreleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Denemede, hasat döneminde ile soğuk hava deposuna alınan numunelerde 4 günlük aralıklarla ağırlık kaybı, renk (L*, C° ile H°), toplam fenolik (TF) miktarı, antioksidan aktivite, solunum hızı ile ambalaj içi gaz bileşenleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, melatonin uygulamaları ağırlık kaybı ile renk değerlerinin korunmasında (özellikle L* değeri), solunum hızının azaltılmasında ile ambalaj içi CO₂ seviyesinin düşürülmesinde, ek olarak toplam fenolik ile antioksidan aktivitenin artırılmasında olumlu etkiler göstermiştir. Bu bulgular, modifiye atmosferik koşullar ile PGPR ile kombine edilen melatonin uygulamalarının, *Agaricus bisporus* mantarlarının kalite ile raf ömrünü iyileştirmede etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. (Akdoğan, 2024).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada, materyal olarak Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mantar Araştırma ve Uygulama Merkezine ait, yetiştirme koşulları kontrol edilebilen ranza sistemli odalarda yetiştirilen kestane mantarları (*Agaricus campestris*) kullanılmıştır.



Şekil 3.1 Kestane mantarı *A. campestris* yetiştirildiği üretim odasından bir görünümü



Şekil 3.2 *A. campestris* mantar çeşidinin yetiştirildiği mantar üretim odasında misel sarım aşaması

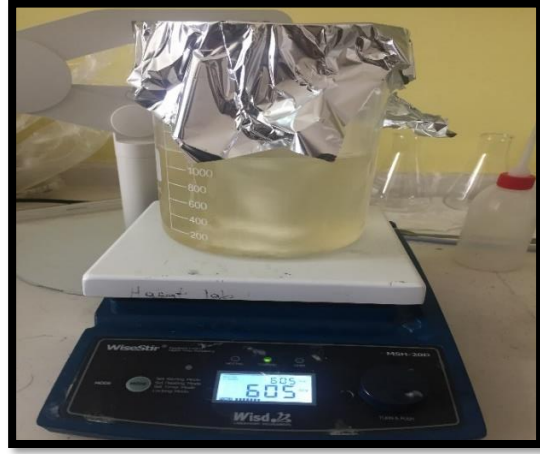


Şekil 3.3 *A. campesteris* mantar çeşidinin yetiştirildiği mantar üretim odasında hasat aşamasında olan mantarlar.

Optimum hasat koşullarında hasadı gerçekleştirilen mantarlara öncelikle 10°C’de ön soğutma yapılmıştır. Ön soğutma işleminden sonra mantarlar aynı şekilde boylandıktan sonra mekanik hasarı olanlar elemine edilmiştir. Mantarlar öncelikle çeşme suyunda yıkanmıştır. Sterilasyonu sağlamak amacıyla 250 ppm’lik çamaşır suyunda (NaClO) 1 dakika boyunca tutulmuştur. Klorit kalıntısını gidermek için saf suda üç defa durulanıp ve kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 3.4 *A. campesteris* mantar çeşidinin sterilasyonu



Şekil 3.5 %1 jelatin ve 0.5 mM melatonine malzemesinin hazırlanması

Kestane mantarları, %1'lik jelatin yenilebilir kaplama malzemesi (2 defa, 5 saniye) ve 0.5 mM melatonine (3 dakika) daldırılıp ve kurumaya bırakılmıştır. Kontrol grubu ise 3 dakika saf suda bekletilmiştir.



Şekil 3.6 Yenilebilir kaplama malzemelerinin uygulanması ve kurutulması gerçekleşen kestane mantarları 4 gruba ayrılmıştır

Çizelge 3.1 Çalışmada yapılacak uygulamalar

Grup	Uygulama
1	Kontrol
2	0.5 mM melatonin
3	%1 jelatin
4	0.5 mM melatonin + %1 jelatin

Uygulama yapıldıktan sonra mantarlar (*Agaricus campestris*) köpük tabaklar içerisinde ve her tabak içerisinde 6 adet olacak şekilde üzeri strech film ile kaplanıp 4°C sıcaklıkta ve %90-95 oransal nem içeren soğuk hava depolarına aktarılmıştır. Çalışma 3 tekerürlü olacak şekilde kurulup muhafaza süresince 4 gün aralıklarla depodan alınan örneklerde gözlem ve analizler yapılmıştır.



Şekil 3.7 Strech film kaplama ve ambalajlama

3.2 Yöntem

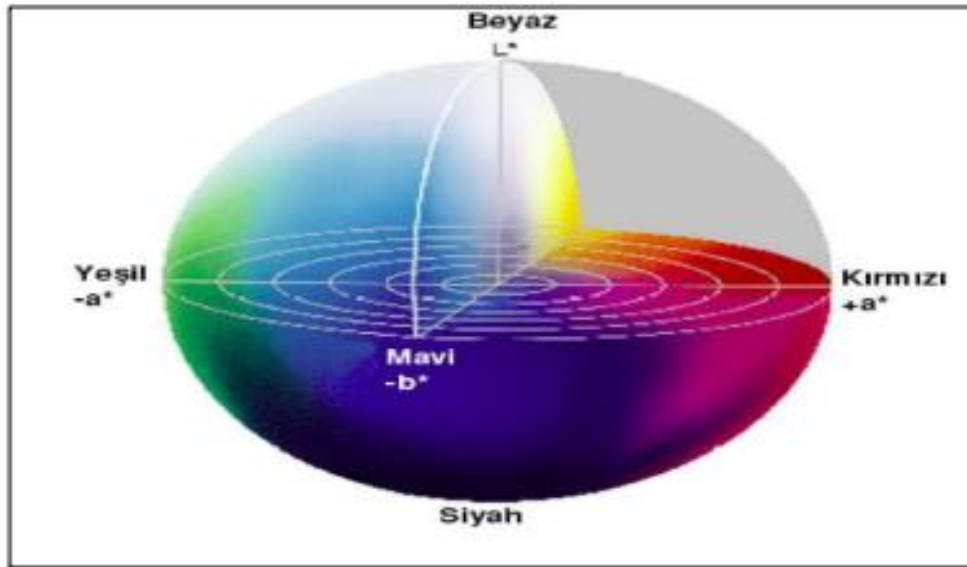
3.2.1 Ağırlık Kaybı

Muhafaza süresince ağırlık kayıplarını belirlemek için ise ayrılan örneklerde ağırlık ölçümleri, hassas terazi yardımı ile hasat dönemi ile hasadı izleyen 4 günlük analiz dönemlerinde yapıp ve ağırlık kayıpları başlangıca göre % olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık Kaybı} = \frac{(\text{Başlangıç Ağırlığı} - \text{Son Ağırlık})}{(\text{Başlangıç Ağırlığı})} \times 100 \quad (3.1)$$

3.2.2 Renk

Araştırma süresince bitkilerde renk değişimleri Minolta CR-400 marka renk ölçer ile L^* , a , b C^* , h° renk düzleminde belirlenmiştir. Her tekerrüre ait bitkilerde 3 farklı bölgede ölçüm yapılmıştır. Sonuçlar L^* C^* , h° olarak ifade edilecektir. Renkler a^* (+kırmızı- yeşil), b^* (+sarı-mavi) ve L (parlaklık) renk değerlerini ifade etmektedir. L^* değeri 100'e yaklaştıkça parlaklığın arttığını göstermektedir.



Şekil 3.8 Renk skalası



Şekil 3.9 Çalışmada kullanılan Minolta marka renk ölçer

3.2.3 Solunum Hızı

Gaz sızdırmaz kavanozlar içerisindeki kestane mantarların ortama verecekleri CO₂ miktarı 2 saatlik bir bekleme süresinin sonunda Headspace Gas Analyser GS3/L marka CO₂ analyzer ile okunmuştur. Mantarların solunum hızı değerleri ağırlık ve hacim değerlerinin de kullanımı ile hesaplanmıştır (Çavuşoğlu, 2008).

$$\text{Solunum Hızı} = \frac{(V_k - V_{\bar{u}}) \times \% \text{CO}_2 \times 10}{G \times T} \quad (3.2)$$

V_k: Kavanoz hacmi (L)

V_ü: Ürün hacmi (L)

%CO₂: Ürünün çıkarmış olduğu karbondioksit miktarı

G: Ürün ağırlığı (kg)

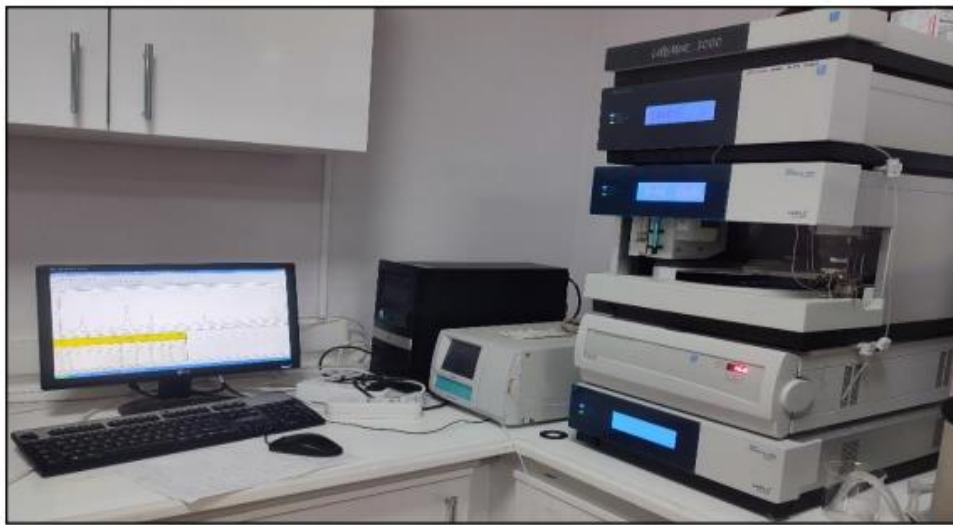
T: Zaman (saat)



Şekil 3.10 Çalışmada kullanılan gaz analiz ölçer

3.2.4 Organik Asitler

Mantarlarda organik asitlerin belirlenmesinde, Bevilacqua ve Califano (1989), tarafından geliştirilen metot modifiye edilerek kullanılmıştır. 2 g mantar örneği üzerine 10 ml ultra saf su eklenip homojenize edildikten sonra, örnekler 15 dakika 12000 devirde santrifüjlenmiştir. Santrifüjden elde edilen süpernatant kısım 0.45 µm membran filtreden geçirilip, HPLC’ de okunmak üzere viyallere aktarılmıştır. Okumalar DAD dedektörü 210 nm dalga boyuna ayarlanıp mobil faz olarak 0.009 N H₂SO₄ kullanılmıştır.



Şekil 3.11 Çalışmada kullanılan HPLC

3.2.5 Fenolik Bileşikler

Fenolik asitlerin analizinde Rodríguez-Delgado vd, (2001) tarafından belirlenen metot modifiye edilerek kullanılmıştır. Mantar örnekleri 1 gr tartılıp üzerlerine 5 ml metanol eklenerek homojenize edilmiştir. Homojenat 12.000 rpm'de 15 dakika santrifüjlenmiş ve süpernatant kısım alınıp 0.45 µm membran filtreden geçirilerek amberli viyallere aktarılmıştır. Hasatta ve hasadı takip eden analiz günlerinde daha önce ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilen numunelerin okunması DAD dedektörüne sahip HPLC cihazında, ODS3 kolon kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak Metanol-glacial asetik asit-ultra saf su (28:2:70) kullanılmıştır. Rutin ve protokatesuik 254 nm dalga boyunda okunurken, gallik ve klorogenik 280 nm dalga boyunda okunmuştur.



Şekil 3.12 Fenolik bileşiklerin ayrımında kullanılan HPLC

3.3 İstatistik Analizler

Araştırmada elde edilen veriler, tesadüfi parseller deneme desenine göre varyans analizi ile $p < 0.05$ önemlilik düzeyine göre değerlendirilmiştir. İncelenen özellikler için tanımlayıcı istatistikler; ortalama ve standart hata olarak ifade edilmiştir. Bu özellikler bakımından uygulamalar ve depolama süreleri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla faktöriyel deneme desenine göre tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Varyans

analizinin ardından, uygulamalar ve depolama süreleri ortalamaları arasındaki farkı belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda istatistiksel anlamlılık düzeyi %5 olarak kabul edilmiş ve hesaplamalar “SPSS version 20.0” istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.





4. BULGULAR

4.1 Ağırlık Kaybı

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında ağırlık kaybında meydana gelen değişimler Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının depolama dönemindeki ağırlık değişimleri (%)

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	0.000 ± 0.000 ^{öd e}	0.000 ± 0.000 ^{öd d}	0.000 ± 0.000 ^{öd e}	0.000 ± 0.000 ^{öd e}	0.000 ± 0.000 ^e
4	1.810 ± 0.029 ^{A d}	1.917 ± 0.057 ^{A c}	1.587 ± 0.078 ^{B d}	1.741 ± 0.029 ^{AB d}	1.764 ± 0.043 ^d
8	3.477 ± 0.081 ^{A c}	3.621 ± 0.165 ^{A b}	3.282 ± 0.037 ^{A c}	3.329 ± 0.072 ^{A c}	3.428 ± 0.059 ^c
12	4.136 ± 0.110 ^{A b}	4.180 ± 0.206 ^{A b}	3.843 ± 0.084 ^{A b}	3.886 ± 0.126 ^{A b}	4.013 ± 0.075 ^b
16	8.471 ± 0.196 ^{A a}	6.568 ± 0.348 ^{B a}	6.082 ± 0.127 ^{C a}	6.122 ± 0.156 ^{C a}	6.311 ± 0.115 ^a
Uyg. Ort.	3.579 ± 0.585 ^A	3.259 ± 0.595 ^A	3.015 ± 0.552 ^A	3.103 ± 0.279 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.002$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.875$	

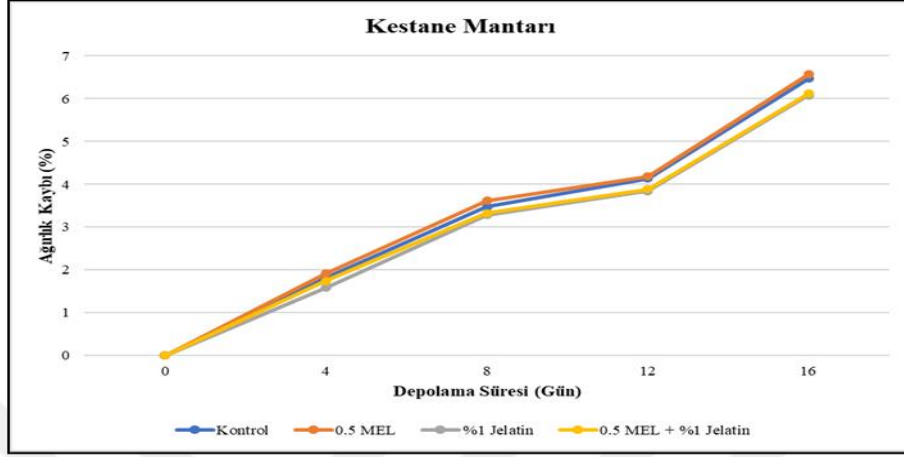
A, B, C →: Aynı depolama süresi içerisinde farklı büyük harf alan uygulamalar arası fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$).

a, b, c ↓ : Aynı uygulama içerisinde farklı küçük harf alan depolama süreleri arası fark istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$).

Öd: Önemli değil ($p < 0.05$)

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında ağırlık kaybında meydana gelen değişimler incelendiğinde; depolama başlangıcından depolama sonuna kadar tüm uygulamalarda düzenli artışların olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda elde edilen veriler incelendiğinde, en yüksek ağırlık kaybının %8.471 ile kontrol uygulamasında olduğu tespit edilirken, en düşük değerin ise %6.082 %1 jelatin uygulamasında olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1). Ağırlık kaybı açısından uygulamalar arası 0 ile 14. depolama günleri arasında istatistiksel açıdan bir fark gözlemlenmezken sadece depolamanın sonunda fark önemli olduğu

belirlenmiştir. Depolama süreleri arasında bütün uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark olduğu ortaya konulmuştur. (Çizelge 4.1)



Şekil 4.1 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının depolama dönemindeki ağırlık değişimleri (%)

4.2 Renk

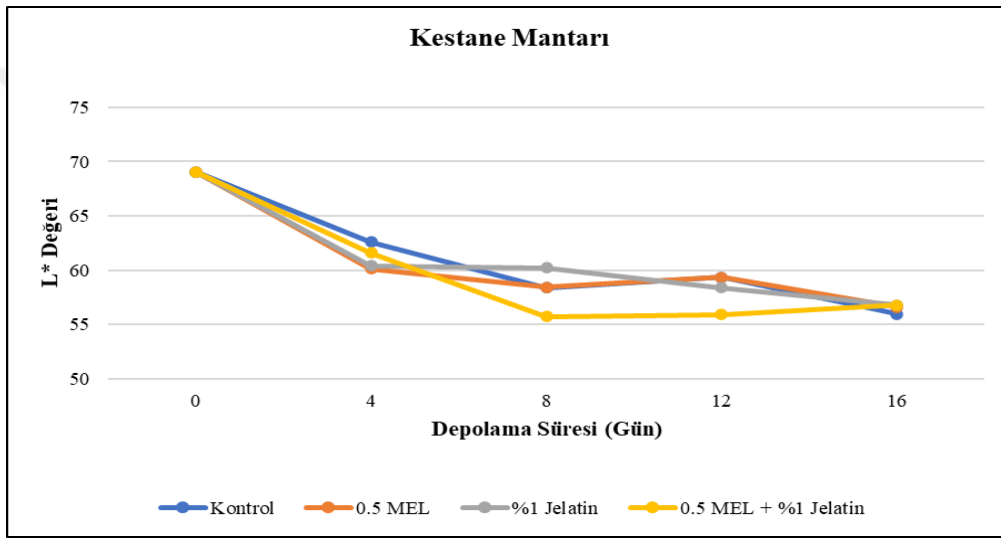
4.2.1 L* Değeri

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile L* değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının L* değerinin depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	69.060 ± 0.202 ^{A a}	69.060 ± 0.202 ^{A a}	69.060 ± 0.202 ^{A a}	69.060 ± 0.202 ^{A a}	69.060 ± 0.086 ^a
4	62.590 ± 0.722 ^{A b}	60.105 ± 0.574 ^{B b}	60.380 ± 0.572 ^{B b}	61.600 ± 0.260 ^{AB b}	61.169 ± 0.383 ^b
8	58.360 ± 1.109 ^{A c}	58.430 ± 0.410 ^{A bc}	60.195 ± 0.188 ^{A b}	55.740 ± 0.364 ^{B d}	58.181 ± 0.548 ^c
12	59.330 ± 0.722 ^{A c}	59.360 ± 0.554 ^{A b}	58.370 ± 0.722 ^{A c}	55.920 ± 0.381 ^{B cd}	58.245 ± 0.496 ^c
16	55.955 ± 0.326 ^{A d}	56.600 ± 0.964 ^{A c}	56.785 ± 0.644 ^{A c}	56.765 ± 0.222 ^{A c}	56.526 ± 0.280 ^d
Uyg. Ort.	61.059 ± 1.239 ^A	60.711 ± 1.181 ^A	60.958 ± 1.155 ^A	59.817 ± 1.366 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.003$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.001$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında L* değerinde meydana gelen değişimlere bakıldığında; depolama boyunca azalışların meydana geldiği görülmekte ve depolama sonunda ise en yüksek L* değerinin 56.785 ile %1 Jelatin uygulamasında olduğu, en düşük değerin ise 55.955 ile kontrol grubu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2). L* değerinde uygulamalar arası 0 ve 16 günde istatistiksel açıdan önemli bulunmazken, 4,8 ve 12 günde fark önemli bulunmuştur. Depolama sürelerine bakıldığında, uygulamalar arasında farkın önemli olduğu saptanmıştır. (Çizelge 4.2)



Şekil 4.2 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının L* değerinde depolama dönemindeki değişimler

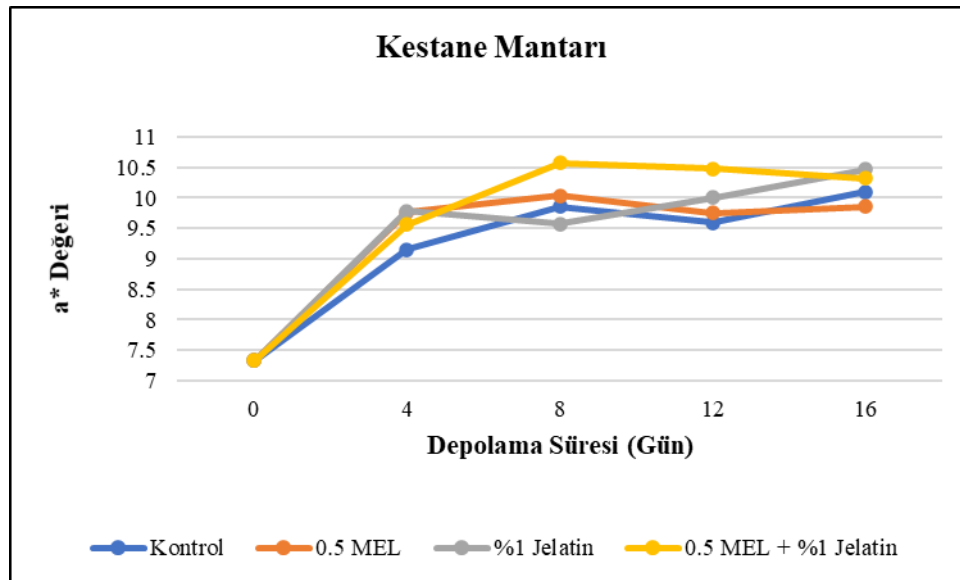
4.2.2 a* Değeri

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile a* değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının a* değerinde depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	7.335 ± 0.107 ^{A d}	7.335 ± 0.107 ^{A b}	7.335 ± 0.107 ^{A d}	7.335 ± 0.107 ^{A c}	7.335 ± 0.046 ^c
4	9.155 ± 0.107 ^{B c}	9.765 ± 0.141 ^{A a}	9.780 ± 0.115 ^{A bc}	9.565 ± 0.089 ^{A b}	9.566 ± 0.090 ^b
8	9.855 ± 0.165 ^{BC ab}	10.040 ± 0.121 ^{B a}	9.575 ± 0.014 ^{C c}	10.570 ± 0.133 ^{A a}	10.010 ± 0.121 ^a
12	9.595 ± 0.199 ^{B b}	9.755 ± 0.130 ^{B a}	10.000 ± 0.092 ^{B b}	10.475 ± 0.032 ^{A a}	9.956 ± 0.114 ^a
16	10.100 ± 0.012 ^{BC a}	9.860 ± 0.110 ^{C a}	10.470 ± 0.144 ^{A a}	10.320 ± 0.040 ^{AB a}	10.188 ± 0.080 ^a
Uyg. Ort.	9.208 ± 0.269 ^A	9.351 ± 0.275 ^A	9.432 ± 0.294 ^A	9.653 ± 0.326 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.001$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.001$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında a* değerinde meydana gelen değişimlere bakıldığında; depolama boyunca değerlerde artış olduğu gözlenmektedir. Depolama sonunda en yüksek a* değerinin 10.470 %1 jelatin uygulamasının olduğu belirlenirken, en düşük 9.860 0.5 mM MEL uygulamasının olduğu yapılan analiz sonucuna göre belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3). a* değerinde depolama süreleri arasında istatistiksel açıdan fark önemli bulunmuştur. (Çizelge 4.3)



Şekil 4.3 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının a* değerinde depolama dönemindeki değişimler

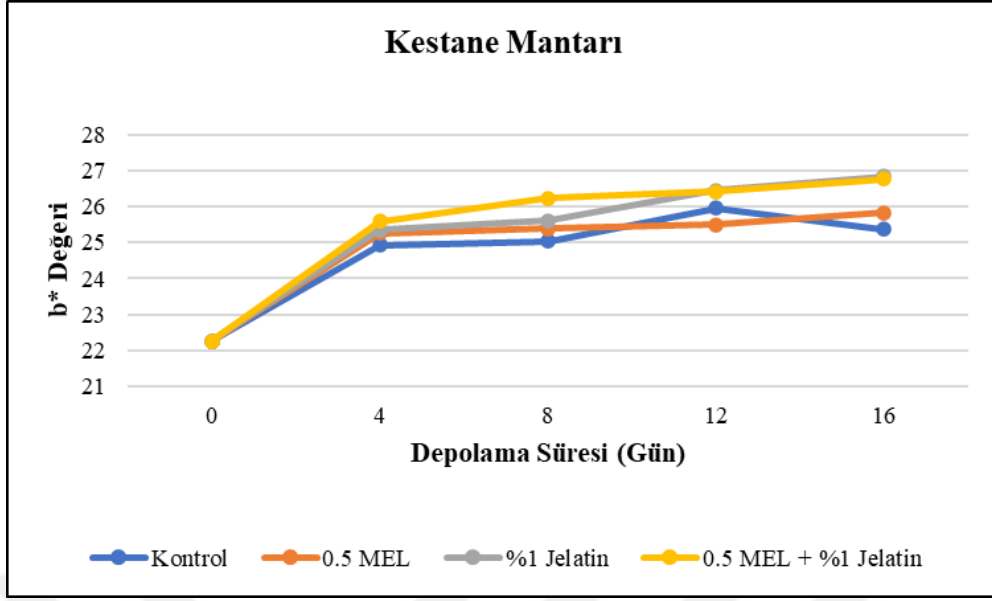
4.2.3 b* Değeri

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile b* değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının b* değerinde depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	22.255 ± 0.326 ^{A c}	22.255 ± 0.326 ^{A b}	22.255 ± 0.326 ^{A c}	22.255 ± 0.326 ^{A c}	22.255 ± 0.139 ^c
4	24.930 ± 0.081 ^{C b}	25.270 ± 0.058 ^{B a}	25.345 ± 0.009 ^{AB b}	25.595 ± 0.147 ^{A b}	25.285 ± 0.081 ^b
8	25.045 ± 0.043 ^{C b}	25.385 ± 0.043 ^{B a}	25.610 ± 0.081 ^{B b}	26.245 ± 0.113 ^{A ab}	25.571 ± 0.136 ^b
12	25.970 ± 0.144 ^{AB a}	25.495 ± 0.159 ^{B a}	26.450 ± 0.006 ^{A a}	26.420 ± 0.208 ^{A ab}	26.084 ± 0.134 ^a
16	25.380 ± 0.283 ^{B ab}	25.840 ± 0.185 ^{B a}	26.840 ± 0.040 ^{A a}	26.770 ± 0.393 ^{A a}	26.208 ± 0.217 ^a
Uyg. Ort.	24.716 ± 0.352 ^A	24.849 ± 0.357 ^A	25.300 ± 0.436 ^A	25.457 ± 0.451 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.001$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.015$	

Kestane mantarının 4°C'de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında b* değerinde meydana gelen değişimlere bakıldığında; depolama süresi boyunca artışların olduğu gözlenmektedir, depolama sonunda en yüksek b* değerinin 26.770 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasının olduğu belirlenirken, en düşük değerin 25.380 kontrol grubu olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4). b* değerinde depolama süreleri arasında istatistiksel farkın önemli olduğu ortaya konulmuştur. (Çizelge 4.4)



Şekil 4.4 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının b* değerinde depolama dönemindeki değişimler

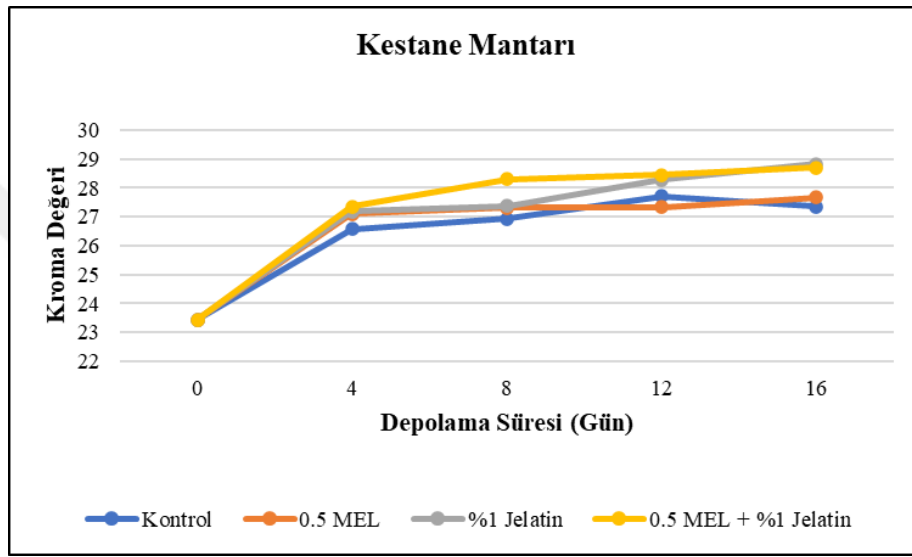
4.2.4 Kroma Değeri

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile kroma değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının kroma açısı değerinde depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	23.440 ± 0.341 ^{A d}	23.440 ± 0.341 ^{A b}	23.440 ± 0.341 ^{A d}	23.440 ± 0.341 ^{A c}	23.440 ± 0.145 ^c
4	26.580 ± 0.046 ^{B c}	27.110 ± 0.110 ^{A a}	27.185 ± 0.032 ^{A c}	27.345 ± 0.165 ^{A b}	27.055 ± 0.097 ^b
8	26.940 ± 0.017 ^{C bc}	27.320 ± 0.081 ^{B a}	27.365 ± 0.066 ^{B c}	28.310 ± 0.156 ^{A a}	27.484 ± 0.157 ^b
12	27.705 ± 0.205 ^{B a}	27.325 ± 0.193 ^{B a}	28.290 ± 0.023 ^{A b}	28.440 ± 0.179 ^{A a}	27.940 ± 0.153 ^a
16	27.345 ± 0.251 ^{B ab}	27.680 ± 0.208 ^{B a}	28.830 ± 0.087 ^{A a}	28.705 ± 0.349 ^{A a}	28.140 ± 0.219 ^a
Uyg. Ort.	26.402 ± 0.416 ^A	26.575 ± 0.429 ^A	27.022 ± 0.509 ^A	27.248 ± 0.532 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.001$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.007$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında kroma değeri meydana gelen değişimler incelendiğinde; depolama süresi boyunca artışların olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek kroma değerinin 28.830 % jelatin uygulamasında olduğu tespit edilirken, en düşük değerin 27.345 kontrol grubu olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.5). Depolamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.5 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının kroma açısı değerinde depolama dönemindeki değişimler

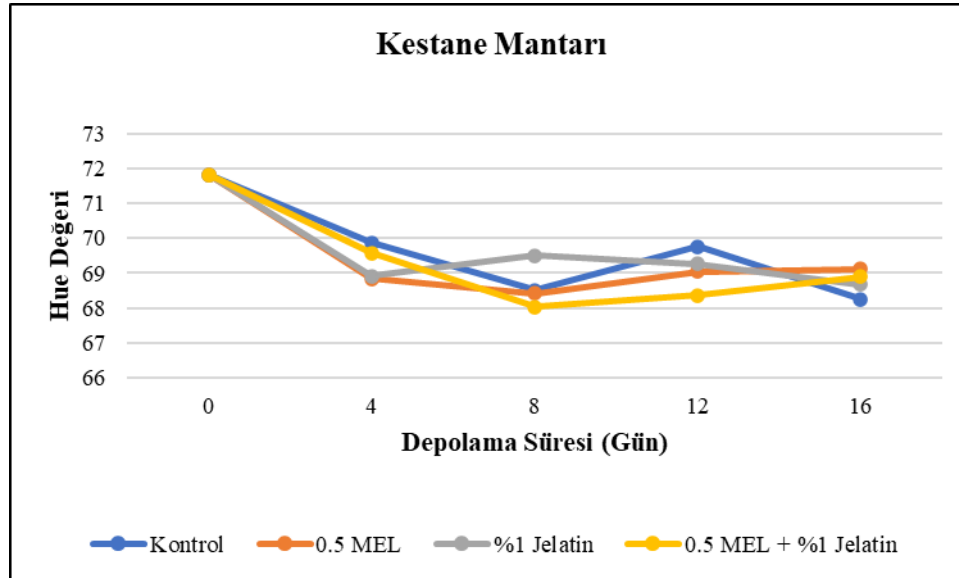
4.2.5 Hue Değeri

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında hue değeri meydana gelen değişimler Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6’da gösterilmiştir

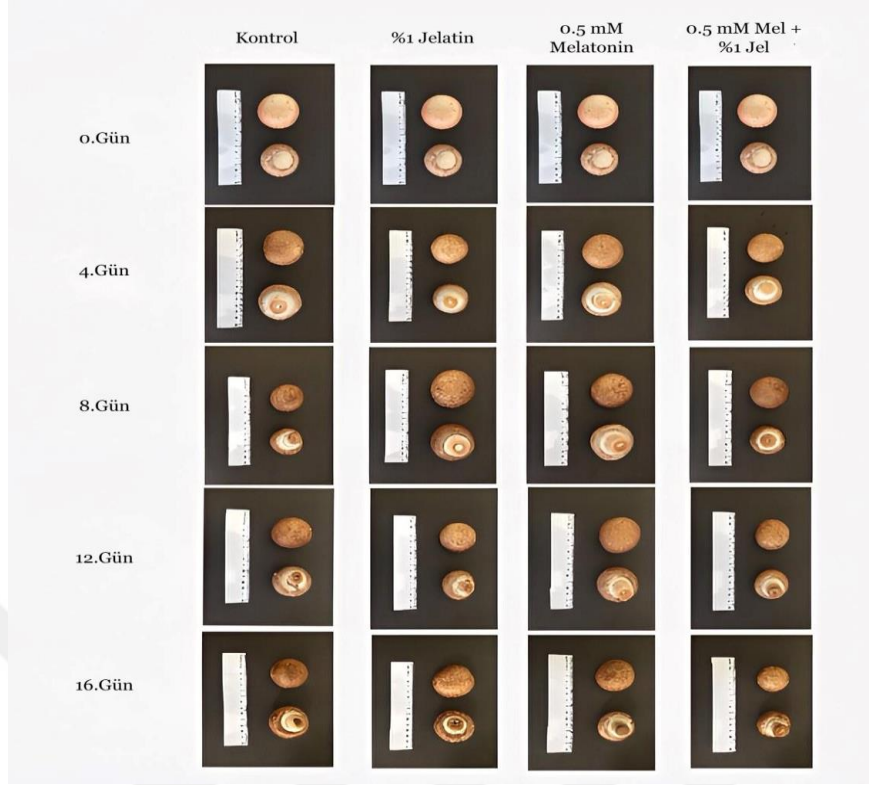
Çizelge 4.6 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının hue açısı değerinde depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	71.820 ± 0.017 ^{A a}	71.820 ± 0.017 ^{A a}	71.820 ± 0.017 ^{A a}	71.820 ± 0.017 ^{A a}	71.820 ± 0.007 ^a
4	69.875 ± 0.297 ^{A b}	68.845 ± 0.245 ^{B bc}	68.915 ± 0.240 ^{B bc}	69.575 ± 0.089 ^{AB b}	69.303 ± 0.164 ^b
8	68.505 ± 0.384 ^{B c}	68.420 ± 0.231 ^{B c}	69.510 ± 0.098 ^{A b}	68.040 ± 0.173 ^{B d}	68.619 ± 0.194 ^d
12	69.770 ± 0.294 ^{A b}	69.040 ± 0.167 ^{AB b}	69.275 ± 0.188 ^{A bc}	68.355 ± 0.199 ^{B cd}	69.110 ± 0.179 ^{bc}
16	68.250 ± 0.266 ^{A c}	69.115 ± 0.101 ^{A b}	68.685 ± 0.257 ^{A c}	68.905 ± 0.349 ^{A c}	68.739 ± 0.147 ^{cd}
Uyg. Ort.	69.644 ± 0.355 ^A	69.448 ± 0.330 ^A	69.641 ± 0.309 ^A	69.339 ± 0.368 ^A	
	$p^{\text{Uygulama}} = 0.075$	$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.001$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında hue değerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde; depolama süresi boyunca dalgalanmalarla beraber azalışların olduğu tespit edilirken, depolama sonunda en yüksek değerin 69.115 0.5 mM MEL uygulamasında olduğu belirlenirken, en düşük değerin 68.250 kontrol grubu olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.6). Hue değerinde istatistiksel olarak depolama süreleri arasında fark önemli bulunmuştur. (Çizelge 4.6)



Şekil 4.6 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının hue açısı değerinde depolama dönemindeki değişimler



Şekil 4.7 Depolama süresi boyunca örneklerde gözlenen değişimler.

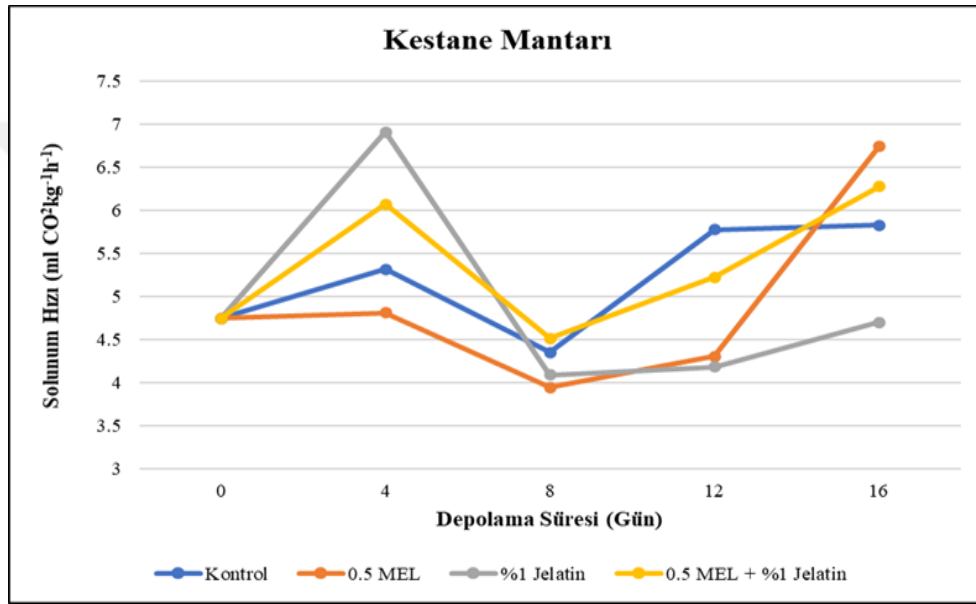
4.3 Solunum Hızı

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile solunum hızında meydana gelen değişimler Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının solunum hızında ($\text{CO}_2\text{kg}^{-1}\text{h}^{-1}$) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	4.749 ± 0.062 ^{A a}	4.749 ± 0.062 ^{A b}	4.749 ± 0.062 ^{A b}	4.749 ± 0.062 ^{A bc}	4.749 ± 0.026 ^b
4	5.315 ± 0.758 ^{B a}	4.813 ± 0.037 ^{B b}	6.915 ± 0.027 ^{A a}	6.076 ± 0.538 ^{AB ab}	5.780 ± 0.311 ^a
8	4.350 ± 0.117 ^{A a}	3.944 ± 0.245 ^{A b}	4.089 ± 0.187 ^{A c}	4.513 ± 0.067 ^{A c}	4.224 ± 0.098 ^b
12	5.777 ± 0.734 ^{A a}	4.303 ± 0.107 ^{B b}	4.183 ± 0.039 ^{B c}	5.223 ± 0.212 ^{AB abc}	4.871 ± 0.258 ^b
16	6.829 ± 0.823 ^{A a}	6.741 ± 1.119 ^{A a}	4.700 ± 0.105 ^{A b}	6.276 ± 0.803 ^{A a}	5.886 ± 0.412 ^a
Uyg. Ort.	5.404 ± 0.275 ^A	4.910 ± 0.324 ^A	4.927 ± 0.278 ^A	5.367 ± 0.252 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.328$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.019$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında solunum hızında meydana gelen değişimler bakıldığında; depolama süresi boyunca uygulamalarda artış ve azalışlardan kaynaklanan dalgalanmaların olduğu gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek solunum hızı değerinin 6.829 ml CO²kg⁻¹h⁻¹ Kontrol uygulamasında olduğu, en düşük değerin ise 4.700 ml CO²kg⁻¹h⁻¹ %1 jelatin uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.7). Depolamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.8 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının solunum hızında (CO²kg⁻¹h⁻¹) depolama dönemindeki değişimler

4.4 Organik Asitler

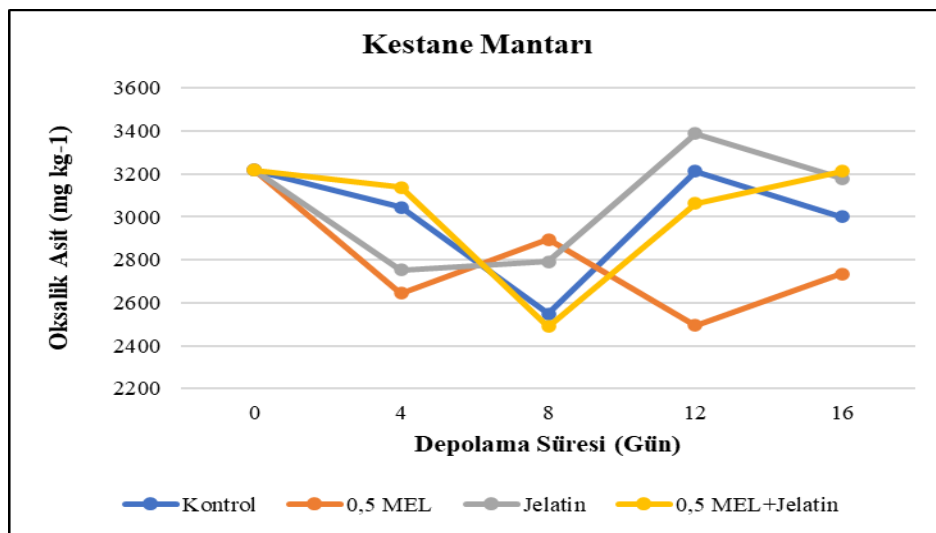
4.4.1 Oksalik Asit

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile oksalik asit değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının Oksalik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	3218.348 $\pm$ 128 ^{A a}	3218.348 $\pm$ 128 ^{A a}	3218.348 $\pm$ 128 ^{A ab}	3218.348 $\pm$ 128 ^{A a}	3218.348 $\pm$ 54 ^a
4	3045.842 $\pm$ 152 ^{A a}	2644.728 $\pm$ 257 ^{A b}	2753.411 $\pm$ 19 ^{A b}	3136.456 $\pm$ 7 ^{A a}	2895.109 $\pm$ 88 ^{bc}
8	2548.146 $\pm$ 170 ^{AB b}	2893.892 $\pm$ 106 ^{A ab}	2790.684 $\pm$ 93 ^{AB b}	2488.051 $\pm$ 26 ^{B b}	2680.193 $\pm$ 69 ^c
12	3211.766 $\pm$ 182 ^{A a}	2493.247 $\pm$ 33 ^{B b}	3387.152 $\pm$ 146 ^{A a}	3062.101 $\pm$ 87 ^{A a}	3038.566 $\pm$ 114 ^{ab}
16	3000.146 $\pm$ 100 ^{A ab}	2735.456 $\pm$ 185 ^{A ab}	3179.158 $\pm$ 235 ^{A ab}	3213.032 $\pm$ 39 ^{A a}	3031.948 $\pm$ 88 ^{ab}
Uyg. Ort.	3004.849 $\pm$ 86 ^{AB}	2797.134 $\pm$ 90 ^B	3065.751 $\pm$ 86 ^A	3023.597 $\pm$ 78 ^{AB}	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.016$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.005$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90 $\pm$ 5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında oksalik asit değerlerinde meydana gelen değişimler bakıldığında; depolama süresi boyunca dalgalanmaların olduğu, depo ömrü sonunda; 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında artış, diğer uygulamaların ise azalış gösterdikleri belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda en yüksek oksalik asit değerinin 3213.032 mg kg^{-1} 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında olduğu, en düşük değer ise 2735.134 mg kg^{-1} 0.5 mM MEL uygulamasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8 ve Şekil 4.8). İstatistiksel olarak bakıldığında hem depolama süreleri arasındaki fark hem de uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.9 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının Oksalik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

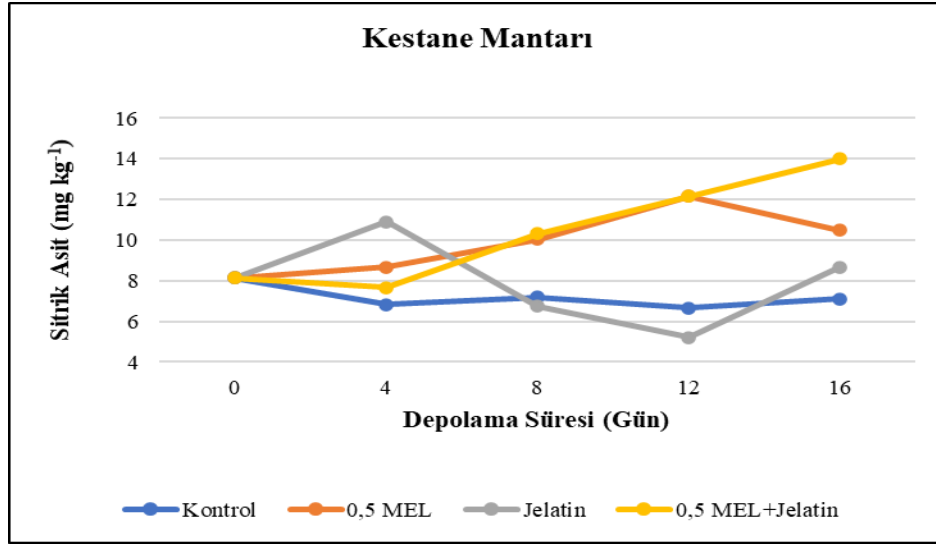
4.4.2 Sitrik Asit

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile sitrik asit değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının sitrik asit düzeylerinin (mg kg⁻¹) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	8.145 ± 0.981 ^{A a}	8.145 ± 0.981 ^{A a}	8.145 ± 0.981 ^{A bc}	8.145 ± 0.981 ^{A cd}	8.145 ± 0.418 ^a
4	6.820 ± 0.583 ^{B a}	8.664 ± 1.779 ^{AB a}	10.906 ± 0.333 ^{A a}	7.655 ± 0.238 ^{AB d}	8.511 ± 0.616 ^a
8	7.194 ± 0.257 ^{B a}	10.030 ± 0.754 ^{A a}	6.749 ± 0.325 ^{B cd}	10.320 ± 0.693 ^{A bc}	8.573 ± 0.540 ^a
12	6.664 ± 0.537 ^{B a}	12.159 ± 0.299 ^{A a}	5.209 ± 0.352 ^{B d}	12.160 ± 1.062 ^{A ab}	9.048 ± 0.989 ^a
16	7.109 ± 0.063 ^{C a}	10.491 ± 1.577 ^{B a}	8.683 ± 0.356 ^{BC b}	14.000 ± 0.152 ^{A a}	10.071 ± 0.847 ^a
Uyg. Ort.	7.187 ± 0.258 ^B	9.898 ± 0.593 ^A	7.938 ± 0.549 ^B	10.456 ± 0.697 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.001$		$p^{\text{D.S.}} = 0.017$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.001$	

Kestane mantarının 4°C'de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında sitrik asit değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde; depolama süresi boyunca dalgalanmaların olduğu, kontrol grubu hariç diğer uygulamalarda başlangıç değerine göre artış gösterdikleri belirlenirken, depolama sonunda veriler incelendiğinde, en yüksek sitrik asit değerinin 14.000 mg kg⁻¹ 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında olduğu, en düşük değer ise 7.109 mg kg⁻¹ kontrol grubunun olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.9). İstatistiksel olarak bakıldığında uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur.



Şekil 4.10 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının sitrik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

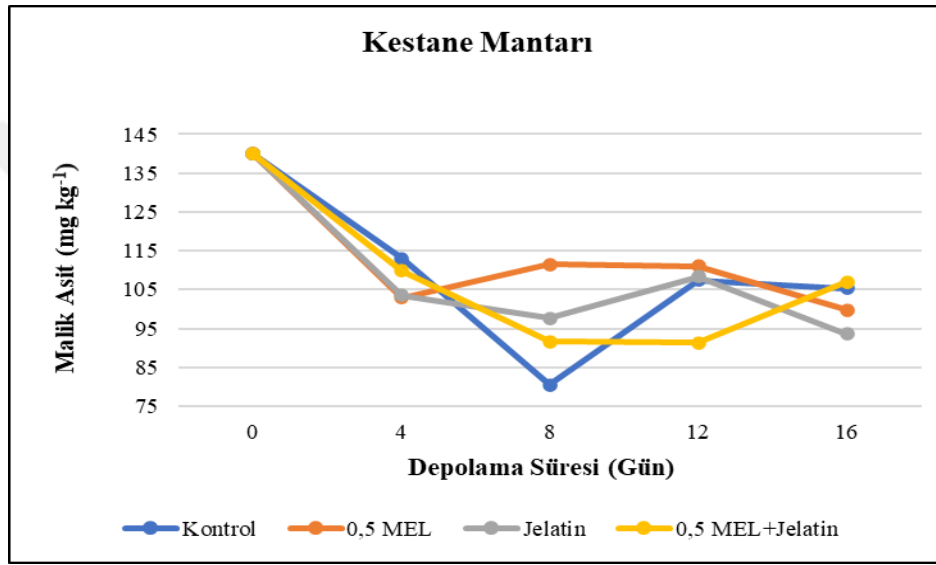
4.4.3 Malik Asit

Kestane mantarının 4°C ve $\%90\pm 5$ oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile malik asit değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının malik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	139.883 $\pm$ 7.852 ^{Aa}	139.883 $\pm$ 7.852 ^{Aa}	139.883 $\pm$ 7.852 ^{Aa}	139.883 $\pm$ 7.852 ^{Aa}	139.883 $\pm$ 3.348 ^a
4	112.979 $\pm$ 1.698 ^{Ab}	102.929 $\pm$ 5.017 ^{Bb}	103.525 $\pm$ 0.102 ^{Bb}	109.830 $\pm$ 1.018 ^{ABb}	107.316 $\pm$ 1.720 ^b
8	80.466 $\pm$ 5.530 ^{Cc}	111.511 $\pm$ 3.914 ^{Ab}	97.641 $\pm$ 1.857 ^{ABb}	91.570 $\pm$ 6.371 ^{BCc}	95.297 $\pm$ 3.937 ^c
12	107.467 $\pm$ 3.683 ^{Ab}	110.977 $\pm$ 0.169 ^{Ab}	108.277 $\pm$ 5.278 ^{Ab}	91.315 $\pm$ 5.021 ^{Bc}	104.509 $\pm$ 2.908 ^b
16	105.263 $\pm$ 2.582 ^{Ab}	99.715 $\pm$ 1.441 ^{ABb}	93.647 $\pm$ 2.260 ^{Bb}	107.003 $\pm$ 2.277 ^{Abc}	101.407 $\pm$ 1.830 ^{bc}
Uyg. Ort.	109.212 $\pm$ 5.386 ^A	113.003 $\pm$ 4.167 ^A	108.595 $\pm$ 4.697 ^A	107.920 $\pm$ 5.122 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.342$ $p^{\text{D.S.}} = 0.001$ $p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.003$					

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında malik asit değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde; depo süresi boyunca dalgalanmaların olduğu, depolama süresi boyunca tüm uygulamaların azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Depolama sonunda en yüksek malik asit değerinin 107.003 mg kg⁻¹ ile 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasının olduğu, en düşük değerin ise 93.647 mg kg⁻¹ ile %1 jelatin uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.10). İstatistiksel olarak depolama süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur.



Şekil 4.11 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının malik asit düzeylerinin (mg kg⁻¹) depolama dönemindeki değişimler

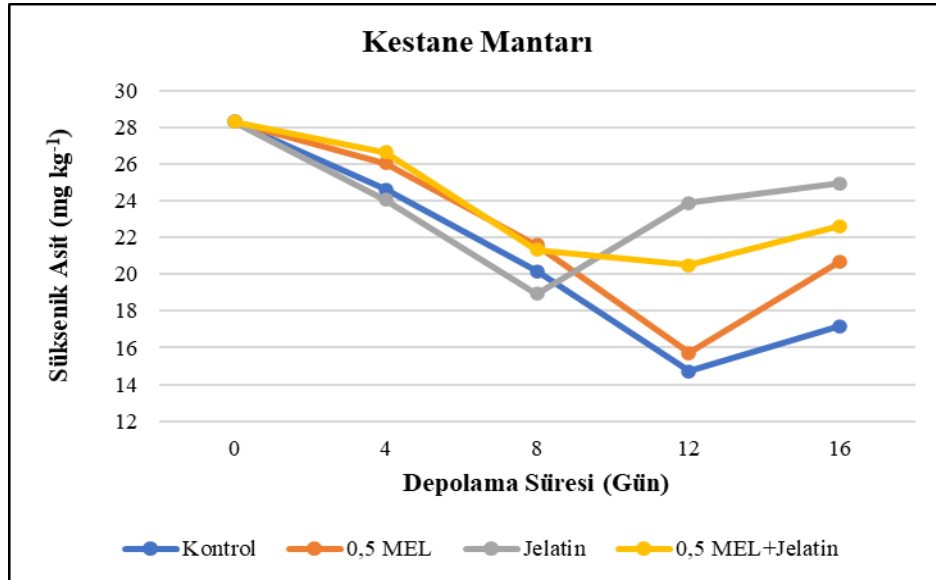
4.4.4 Süksenik Asit

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile süksenik asit değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının süksenik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	28.309 $\pm$ 0.731 ^{A a}	28.309 $\pm$ 0.731 ^{A a}	28.309 $\pm$ 0.731 ^{A a}	28.309 $\pm$ 0.731 ^{A a}	28.309 $\pm$ 0.312 ^a
4	24.621 $\pm$ 0.063 ^{AB b}	26.033 $\pm$ 0.081 ^{AB b}	24.040 $\pm$ 0.766 ^{B b}	26.635 $\pm$ 1.175 ^{A a}	25.332 $\pm$ 0.435 ^b
8	20.177 $\pm$ 0.258 ^{AB c}	21.580 $\pm$ 0.419 ^{A c}	18.943 $\pm$ 1.261 ^{B c}	21.324 $\pm$ 0.232 ^{A b}	20.506 $\pm$ 0.430 ^{cd}
12	14.715 $\pm$ 0.040 ^{B e}	15.710 $\pm$ 0.717 ^{B d}	23.893 $\pm$ 0.445 ^{A b}	20.496 $\pm$ 2.111 ^{A b}	18.703 $\pm$ 1.219 ^d
16	17.180 $\pm$ 0.000 ^{C d}	20.700 $\pm$ 0.828 ^{B c}	24.948 $\pm$ 0.829 ^{A b}	22.617 $\pm$ 0.326 ^{B b}	21.361 $\pm$ 0.896 ^c
Uyg. Ort.	21.000 $\pm$ 1.323 ^A	22.466 $\pm$ 1.197 ^A	24.026 $\pm$ 0.864 ^A	23.876 $\pm$ 0.925 ^A	
	$p^{\text{Uygulama}} = 0.001$	$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.001$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90 $\pm$ 5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında süksenik asit değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde; depo ömrü sonunda tüm uygulamalarda azalışların olduğu gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek süksenik asit değerinin 24.948 mg kg^{-1} ile %1 jelatin uygulamasında olduğu, en düşük değerin ise 17.180 mg kg^{-1} ile kontrol grubu olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.11). İstatistiksel olarak incelendiğinde depolama süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur



Şekil 4.12 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının süksenik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

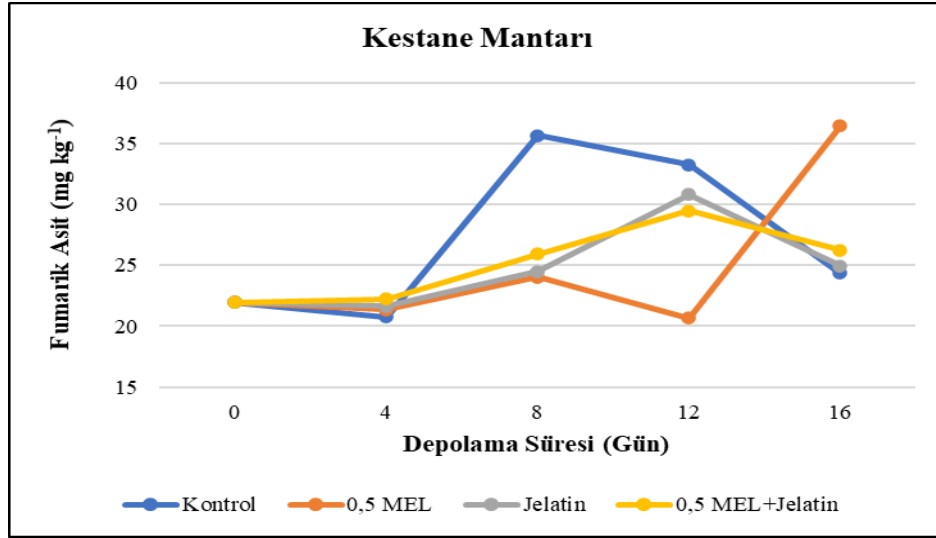
4.4.5 Fumarik Asit

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile fumarik asit değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının fumarik asit düzeylerinin (mg kg⁻¹) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	21.977 ± 0.125 ^{A bc}	21.977 ± 0.125 ^{A b}	21.977 ± 0.125 ^{A cd}	21.977 ± 0.125 ^{A b}	21.977 ± 0.053 ^b
4	20.756 ± 0.610 ^{A c}	21.336 ± 1.528 ^{A b}	21.336 ± 1.528 ^{A d}	22.247 ± 2.838 ^{A b}	21.488 ± 0.748 ^b
8	35.662 ± 0.687 ^{A a}	24.052 ± 0.414 ^{B b}	24.052 ± 0.414 ^{B bc}	25.938 ± 1.193 ^{B ab}	27.531 ± 1.477 ^a
12	33.261 ± 0.946 ^{A a}	20.661 ± 0.056 ^{C b}	20.661 ± 0.056 ^{B a}	29.484 ± 0.453 ^{B a}	28.560 ± 1.458 ^a
16	24.344 ± 1.166 ^{B b}	36.427 ± 3.604 ^{A a}	36.427 ± 3.604 ^{B b}	26.226 ± 1.334 ^{B ab}	27.985 ± 1.732 ^a
Uyg. Ort.	27.200 ± 1.654 ^A	24.891 ± 1.706 ^A	24.768 ± 0.942 ^A	25.174 ± 0.941 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.017$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.001$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında fumarik asit değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde; depolama süresi boyunca dalgalanmaların olduğu, depolama sonunda ise uygulamalarda artış olduğu tespit edildi. Depo ömrü sonunda en yüksek fumarik asit değerinin 36.427 mg kg⁻¹ ile 0.5 mM MEL ve 36.427 mg kg⁻¹ ile %1 jelatin uygulamasında olduğu, en düşük değer ise 24.344 mg kg⁻¹ ile kontrol grubu olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.12). Fumarik asit değerine bakıldığından depolama süreleri arasında ki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.13 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının fumarik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

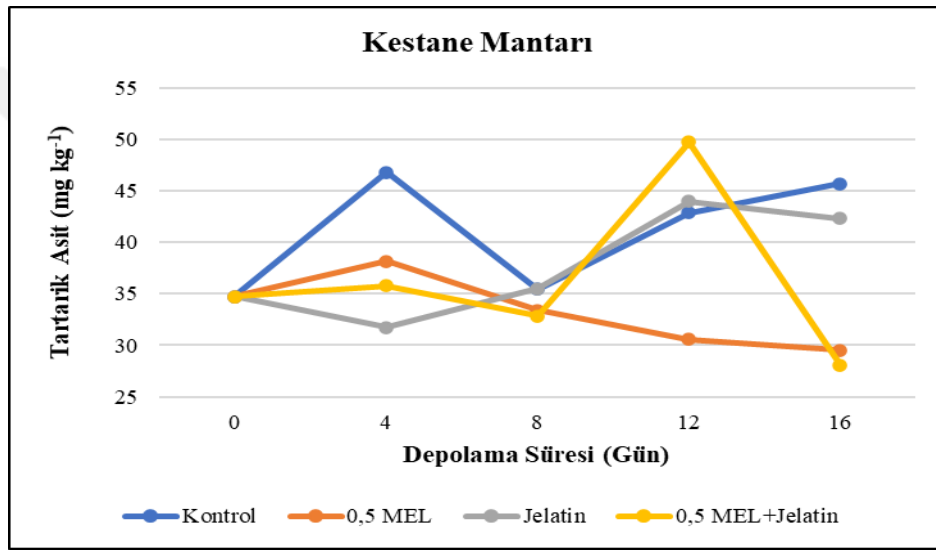
4.4.6 Tartarik Asit

Kestane mantarının 4°C ve $\%90\pm 5$ oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile tartarik asit değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.13 ve Şekil 4.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının fumarik asit düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	$34.719 \pm 0.674^{A b}$	$34.719 \pm 0.674^{A ab}$	$34.719 \pm 0.674^{A b}$	$34.719 \pm 0.674^{A bc}$	34.719 ± 0.288^b
4	$46.788 \pm 2.074^{A a}$	$38.151 \pm 3.651^{B a}$	$31.743 \pm 0.018^{B b}$	$35.803 \pm 1.550^{B b}$	38.121 ± 1.914^{ab}
8	$35.466 \pm 0.559^{A b}$	$33.412 \pm 0.495^{B ab}$	$35.532 \pm 0.000^{A b}$	$32.830 \pm 0.690^{B bc}$	34.310 ± 0.424^b
12	$42.874 \pm 4.063^{A a}$	$30.568 \pm 0.549^{B b}$	$43.951 \pm 3.132^{A a}$	$49.733 \pm 4.293^{A a}$	41.782 ± 2.545^a
16	$45.695 \pm 1.253^{A a}$	$29.537 \pm 0.471^{B b}$	$42.312 \pm 3.471^{A a}$	$28.066 \pm 0.153^{B c}$	36.402 ± 2.457^{ab}
Uyg. Ort.	41.108 ± 1.583^A	33.277 ± 1.044^B	37.652 ± 1.483^{AB}	36.230 ± 2.093^B	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.001$ $p^{\text{D.S.}} = 0.001$ $p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.001$					

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında tartarik asit değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde; depo süresi boyunca dalgalanmaların olduğu, kontrol grubu ve %1 jelatin uygulamasında artış olduğu belirlenirken diğer uygulamalarda azalışların olduğu tespit edildi. Depolama sonunda en yüksek tartarik asit değerinin 45.695 mg kg⁻¹ ile kontrol grubunda olduğu, en düşük değerin ise 28.066 mg kg⁻¹ 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.13 ve Şekil 4.13). Depolama süreleri arasındaki fark ve uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.14 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının fumarik asit düzeylerinin (mg kg⁻¹) depolama dönemindeki değişimler

4.5 Fenolik Bileşikler

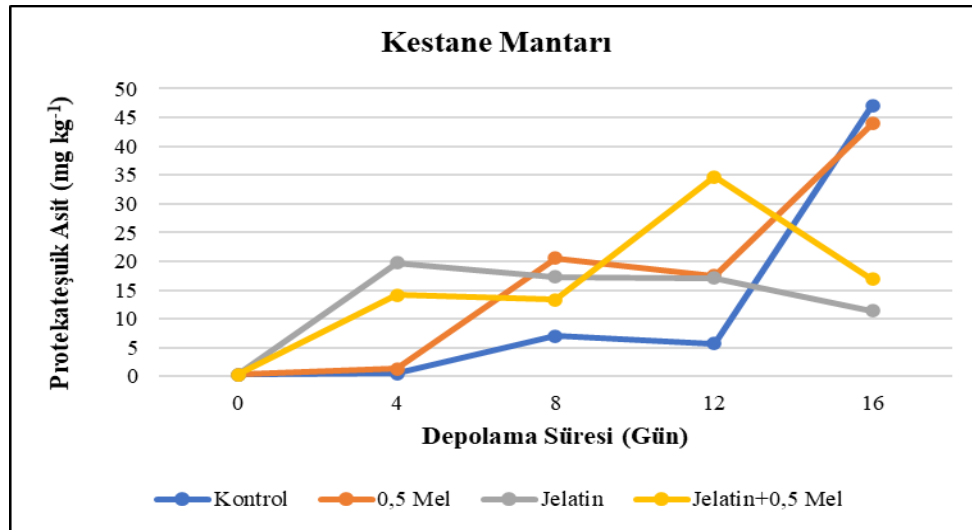
4.5.1 Protokateşik Asit

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile protokateşik asit değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.14 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının protokateşuik düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	$0.336 \pm 0.006^{A b}$	$0.336 \pm 0.006^{A d}$	$0.336 \pm 0.006^{A c}$	$0.336 \pm 0.006^{A c}$	0.336 ± 0.002^d
4	$0.569 \pm 0.090^{C b}$	$1.301 \pm 0.000^{C d}$	$19.794 \pm 0.000^{A a}$	$14.112 \pm 1.924^{B b}$	8.944 ± 2.524^c
8	$7.069 \pm 3.893^{B b}$	$20.588 \pm 1.004^{A b}$	$17.308 \pm 1.950^{A a}$	$13.323 \pm 0.000^{AB b}$	14.572 ± 1.793^{bc}
12	$5.724 \pm 3.151^{C b}$	$17.532 \pm 1.742^{B c}$	$17.129 \pm 0.000^{B a}$	$34.736 \pm 0.000^{A a}$	18.780 ± 3.217^b
16	$47.142 \pm 0.000^{A a}$	$43.907 \pm 0.000^{B a}$	$11.390 \pm 0.000^{D b}$	$16.926 \pm 1.722^{C b}$	29.841 ± 4.792^a
Uyg. Ort.	12.168 ± 4.804^A	16.733 ± 4.258^A	13.191 ± 1.898^A	15.887 ± 2.979^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.001$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.001$	

Kestane mantarının 4°C 'de ve $\%90 \pm 5$ oransal nem koşullarında depolanması esnasında protokateşuik asit değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde; depolama boyunca dalgalanmalarla birlikte artışların olduğu gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek protokateşuik asit değerinin $47.142 \text{ mg kg}^{-1}$ ile kontrol grubunda olduğu, en düşük değerin ise $11.390 \text{ mg kg}^{-1}$ ile %1 jelatin uygulamasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14). İstatistiksel olarak incelendiğinde depolama süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur.



Şekil 4.15 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının protokateşuik düzeylerinin (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

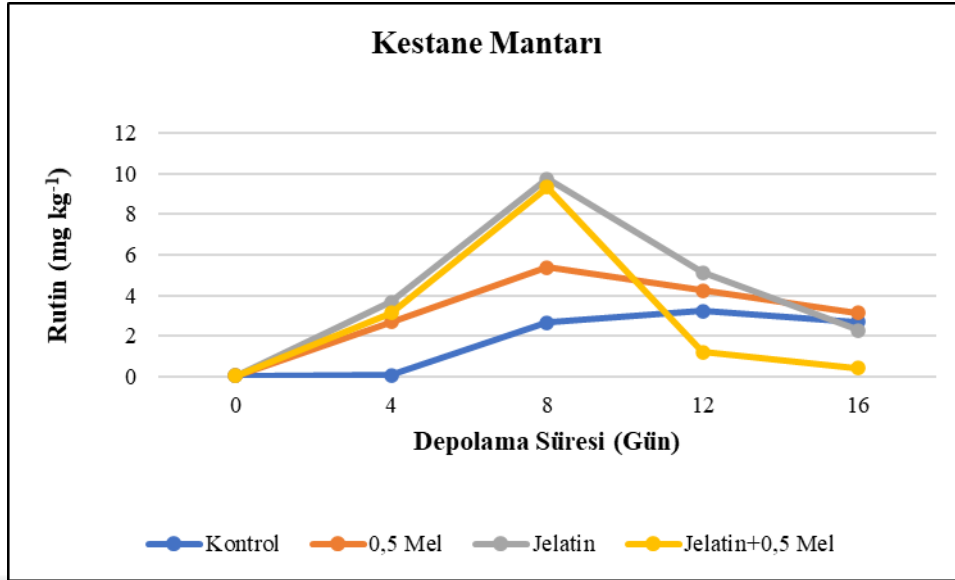
4.5.2 Rutin

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile rutin değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının rutin asit düzeylerinin (mg kg⁻¹) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	0.033 ± 0.005 ^{A a}	0.033 ± 0.005 ^{A d}	0.033 ± 0.005 ^{A e}	0.033 ± 0.005 ^{A b}	0.033 ± 0.002 ^c
4	0.066 ± 0.004 ^{B a}	2.700 ± 0.000 ^{A c}	3.668 ± 0.734 ^{A c}	3.136 ± 0.010 ^{A ab}	2.393 ± 0.446 ^b
8	2.679 ± 1.494 ^{A a}	5.366 ± 0.751 ^{A a}	9.725 ± 0.308 ^{A a}	9.324 ± 5.328 ^{A a}	6.773 ± 1.481 ^a
12	3.240 ± 1.599 ^{AB a}	4.250 ± 0.000 ^{A ab}	5.118 ± 0.536 ^{A b}	1.204 ± 0.086 ^{B b}	3.453 ± 0.568 ^b
16	3.688 ± 0.764 ^{A a}	3.133 ± 0.440 ^{A bc}	2.289 ± 0.125 ^{A d}	0.428 ± 0.000 ^{B b}	2.135 ± 0.364 ^{bc}
Uyg. Ort.	1.941 ± 0.541 ^A	3.096 ± 0.501 ^A	4.167 ± 0.883 ^A	2.825 ± 1.283 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.052$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.071$	

Kestane mantarının 4°C'de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında rutin değerlerinde meydana gelen değişimler ele alındığında; depolama sırasında dalgalanmalarla birlikte artışların olduğu belirlenmiştir. Depolama sonunda elde edilen veriler incelendiğinde, en yüksek rutin değerinin 3.688 mg kg⁻¹ ile kontrol örneklerinde olduğu, en düşük değer ise 0.428 mg kg⁻¹ ile 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15). Depolama süreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.16 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının rutin asit düzeylerinin (mg kg⁻¹) depolama dönemindeki değişimler

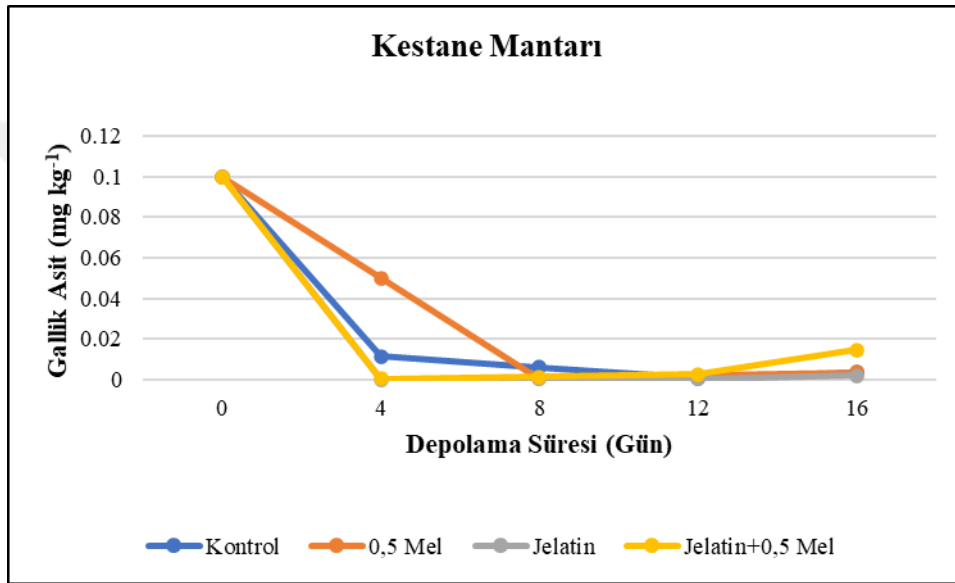
4.5.3 Gallik

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile gallik asit değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.16 ve Şekil 4.16'de gösterilmiştir

Çizelge 4.16 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının gallik asit düzeylerinin (mg kg⁻¹) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	0.09963 ± 0.02655 ^{Aa}	0.09963 ± 0.02655 ^{Aa}	0.09963 ± 0.02655 ^{Aa}	0.09963 ± 0.02655 ^{Aa}	0.100 ± 0.011 ^a
4	0.01147 ± 0.00013 ^{Bb}	0.04998 ± 0.00000 ^{Ab}	0.00020 ± 0.00003 ^{Cb}	0.00025 ± 0.00004 ^{Cb}	0.015 ± 0.006 ^b
8	0.00605 ± 0.00000 ^{ādb}	0.00033 ± 0.00000 ^{ādc}	0.00028 ± 0.00000 ^{ādb}	0.00144 ± 0.00000 ^{ādb}	0.002 ± 0.001 ^b
12	0.00064 ± 0.00032 ^{Cb}	0.00198 ± 0.00000 ^{Bc}	0.00037 ± 0.00015 ^{Cb}	0.00264 ± 0.00016 ^{Ab}	0.001 ± 0.000 ^b
16	0.00363 ± 0.00126 ^{Bb}	0.00363 ± 0.00142 ^{Bc}	0.00194 ± 0.00025 ^{Bb}	0.01471 ± 0.00000 ^{Ab}	0.006 ± 0.002 ^b
Uyg. Ort.	0.024 ± 0.011 ^A	0.031 ± 0.011 ^A	0.020 ± 0.011 ^A	0.024 ± 0.011 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.554$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama x D.S.}} = 0.567$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında gallik asit değerlerinde meydana gelen değişimlere bakıldığında; depolama boyunca tüm uygulamalarda azalışlar olduğu gözlemlenmiştir, depolama sonunda en yüksek gallik asit değerinin 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında olduğu, en düşük değer ise 0.00363 mg kg⁻¹ ile kontrol grubu ve 0.00363 mg kg⁻¹ ile 0.5 mM MEL uygulamasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.16 ve Şekil 4.16). Depolama süreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.17 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının gallik asit düzeylerinin (mg kg⁻¹) depolama dönemindeki değişimler

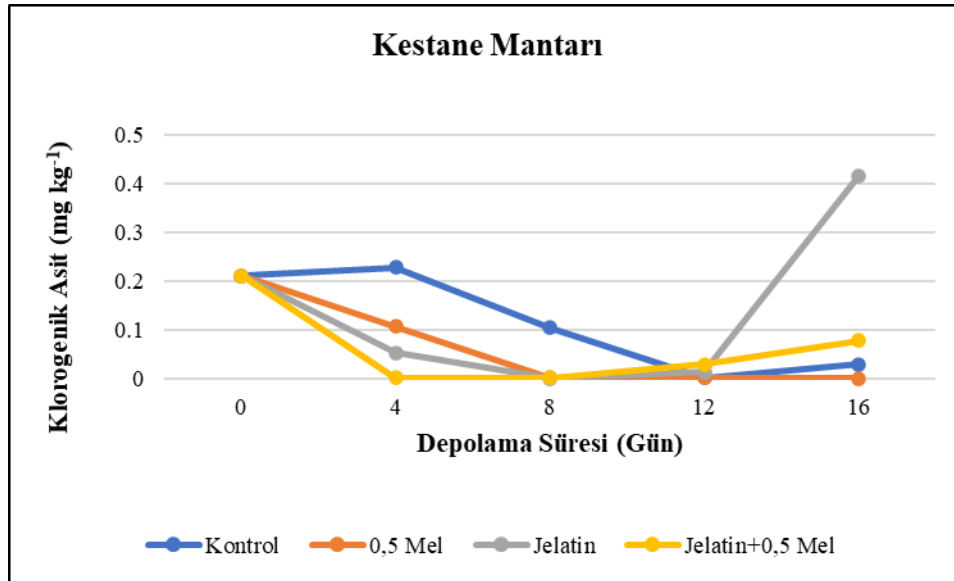
4.5.4 Klorogenik Asit

Kestane mantarının 4°C ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanması sırasında tutulması ile klorogenik asit değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.17 ve Şekil 4.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının klorojenik asit (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler

D. S.	Uygulama				D.S. Ort.
	Kontrol	0.5 mM MEL	%1 Jelatin	0.5 mM MEL + %1 Jelatin	
0	0.21116 $\pm$ 0.06680 ^{A a}	0.21116 $\pm$ 0.06680 ^{A a}	0.21116 $\pm$ 0.06680 ^{A a}	0.21116 $\pm$ 0.06680 ^{A a}	0.211 $\pm$ 0.028 ^a
4	0.22717 $\pm$ 0.00737 ^{A a}	0.10645 $\pm$ 0.00000 ^{B b}	0.05314 $\pm$ 0.03022 ^{C b}	0.00177 $\pm$ 0.00048 ^{D b}	0.097 $\pm$ 0.026 ^{bc}
8	0.10384 $\pm$ 0.05911 ^{A ab}	0.00175 $\pm$ 0.00050 ^{B c}	0.00037 $\pm$ 0.00014 ^{B c}	0.00165 $\pm$ 0.00088 ^{B b}	0.027 $\pm$ 0.018 ^c
12	0.01230 $\pm$ 0.00006 ^{C b}	0.00101 $\pm$ 0.00000 ^{C c}	0.01344 $\pm$ 0.00694 ^{B c}	0.02935 $\pm$ 0.00070 ^{A b}	0.011 $\pm$ 0.004 ^c
16	0.02861 $\pm$ 0.00931 ^{C b}	0.00108 $\pm$ 0.00000 ^{D c}	0.041585 $\pm$ 0.00000 ^{B b}	0.07776 $\pm$ 0.00000 ^{A b}	0.131 $\pm$ 0.050 ^{ab}
Uyg. Ort.	0.117 $\pm$ 0.029 ^A	0.064 $\pm$ 0.025 ^A	0.064 $\pm$ 0.044 ^A	0.064 $\pm$ 0.024 ^A	
$p^{\text{Uygulama}} = 0.001$		$p^{\text{D.S.}} = 0.001$		$p^{\text{Uygulama} \times \text{D.S.}} = 0.001$	

Kestane mantarının 4°C’de ve %90 $\pm$ 5 oransal nem koşullarında depolanması esnasında klorojenik asit değerlerinde meydana gelen değişimlere incelendiğinde; depolama boyunca dalgalanmalarla beraber uygulamalarda azalışların olduğu gözlemlenmiştir. Depolama sonunda en yüksek klorojenik asit değerinin 0.07776 mg kg^{-1} ile 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında olduğu, en düşük değerin ise 0.00108 mg kg^{-1} ile 0.5 mM MEL uygulamasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.17). İstatistiksel olarak incelendiğinde depolama süreleri arasındaki fark önemli bulunmuştur.



Şekil 4.18 Kestane mantarlarında melatonin ve jelatin uygulamalarının klorojenik asit (mg kg^{-1}) depolama dönemindeki değişimler



5. TARTIŞMA

5.1 Ağırlık Kaybı

Çalışmanın bulgularına göre, kestane mantarının depolanması sırasında uygulanan çeşitli kaplamaların ağırlık kaybı üzerinde farklı etkileri gözlemlenmiştir. 4. günde, %1 jelatin uygulamasının ağırlık kaybını en çok azaltan uygulama olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). 8. günde ise tüm gruplarda ağırlık kaybı artmış; uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). 12. günde de anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($p > 0.05$). 16. günde ağırlık kaybı en yüksek seviyeye ulaşmış ve kontrol grubunda %8.471, 0.5 mM MEL %6.568, %1 jelatin %6.082, 0.5 mM MEL + %1 jelatin %6.311 oranında ağırlık kaybı gözlenmiştir. Jelatin uygulamaları, tek başına veya melatonin ile kombinasyon halinde, ağırlık kaybını anlamlı derecede azaltmıştır ($p < 0.05$). Genel uygulama ortalamalarına bakıldığında, kontrol grubunda %3.579, 0.5 mM MEL'de %3.259, %1 jelatinde %3.015 ve 0.5 mM MEL + %1 jelatin kombinasyonunda %3.103 oranında ağırlık kaybı kaydedilmiştir. Uygulama farkı ($p_{\text{Uygulama}} = 0.002$) ve depolama süresi farkı ($p_{\text{D.S.}} = 0.001$) istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1). Hasat sonrası metabolik aktivitelerin devam etmesi, meyve ve sebzelerin depolanması sırasında ağırlık kaybına neden olur (Zhu vd, 2008). Bu ağırlık kaybı öncelikle su kaybından kaynaklanır ve bu durum meyvenin tazeliğini önemli ölçüde etkiler. Ağırlık kaybı, depolama koşullarına, ortamın sıcaklık ve nemine, depolama alanındaki hava dolaşım hızına, ürünlerin kabuk yapısına ve ürünlerin aldığı hasara bağlı olarak değişir (Kuzucu, 2003). Aşırı ağırlık kaybı sebze ve meyvelerde istenmeyen bir durumdur (Liu vd, 2018). Mevcut çalışmada, depolamanın başından sonuna kadar kontrol grubu da dahil olmak üzere tüm uygulamalarda ağırlık kaybında bir artış gözlemlenmiştir. Bu durumun, ambalaj içerisindeki oksijen miktarının azalması ve karbondioksit miktarının artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çavuşoğlu, 2018).

Mantarlar, diğer kısa raf ömrüne sahip bahçe ürünlerinden farklı olarak, dış koruyucu bir tabakaya sahip değildir, bu da artan ağırlık kaybına katkıda bulunur. Yüksek solunum hızları da ağırlık kaybının artmasına sebep olur. Mantar muhafazasında yaygın olarak kullanılan streç film ambalajı, bağıl nemi korumaya yardımcı olur, oksijen

seviyelerini azaltır ve karbondioksit seviyelerini artırır (Geeson, 1988). Bu tür ambalajlar ayrıca kaplama etkisi nedeniyle daha az ağırlık kaybına neden olur (Debeaufort vd, 1998). Yenilebilir kaplamaların kullanımı, mantarların depolanması sırasında ağırlık kaybını azaltmada önemli ölçüde etkili olmaktadır (Sedaghat ve Zahedi, 2012). Mevcut çalışmadaki veriler incelendiğinde; yenilebilir kaplama malzemeleri mantarların su buharı geçirgenliğini azalttığından, jelatinle kaplanmış mantarlarda kontrol grubuna kıyasla daha az ağırlık kaybı olduğu gözlemlenmiştir.

Yenilebilir kaplamaların hasat sonrasında, meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmada ve kalitesini korumada önemli faydalar sağlar. Bu kaplamalar, nem kaybını azaltarak ürünlerin tazeliklerini korur ve ağırlık kaybını minimize eder. Bizim çalışmamızda Jelatin uygulamaları (tek başına veya melatonin ile kombinasyon halinde) ağırlık kaybını anlamlı derecede azaltmıştır ($p < 0.05$). Yenilebilir filmler oluşturabilen doğal polimerler arasında jelatin potansiyel bir kaynaktır. Jelatin, oksijen ve karbon dioksit değişimini kontrol ederek solunum hızını düşürmektedir. Böylece ürünlerin metabolik aktivitelerini yavaşlatarak ve bozulmayı geciktirmektedir (Temiz ve Özdemir 2021). Başka bir çalışmada, jelatin kaplı çilekler, 12 günlük depolamadan sonra minimum ağırlık kaybı (%2) ile başarılı bir uygulama olduğu bildirilmiştir (Barrazueta-Rojas vd, 2018). Yenilebilir kaplamalar ayrıca, yüzeydeki yaralanmaları ve mekanik hasarları kapatarak ürünlerin fiziksel görünümünü ve dokusunu korumaktadır. Bu özellikler, tüketici memnuniyetini artırırken, ekonomik kayıpları da azaltır. Kısacası, yenilebilir kaplamalar, hasat sonrası kalite parametreleri açısından kritik bir rol oynar ve taze ürünlerin piyasadaki rekabet gücünü artırmaktadır.

5.2 Renk

Sebze ve meyvelerin nesnel bir özelliği olan renk, mantarların satın alınmasında dikkate alınan önemli bir faktördür. Bu nedenle, depolama sırasında renk değişikliklerine neden olabilecek faktörler ticari açıdan önemli olabilmekte ve gözle görülür değişikliklere yol açabilmektedir. Bu değişiklikler, ürünün ticari değerini etkileyebileceğinden, dikkate alınması gereken değişikliklerdir. Meyve yüzeyinin parlaklığını gösteren L^* değerinde (Du vd., 2009) tüm uygulamalarda depolama süresince düzenli bir artış gözlenmiştir. Jelatin kaplı ve jelatin+melatonin kaplı örnekler depolama

başlangıcına göre daha iyi korunmuş ve her iki uygulama da kontrole göre olumlu sonuçlar vermiştir.

Koyulaşmayı gösteren belirtilerden biri olan L^* değerinin en yüksek değeri depolama sonunda jelatin uygulanan mantar grubunda gözlemlenmiştir. Fizyolojik bozukluklar, yüksek seviyelerde polifenol oksidaz (PPO) ve fenolik bileşiklerle ilişkilidir (Mohapatra vd, 2008). Mantarların yüzeyinin koyulaşmasına neden olan iki faktör, dokuların maruz kalması veya zayıflaması nedeniyle ortamdaki oksijen içeriğinin artması ve polifenol oksidaz (PPO) aktivitesidir (Podagatlapalli vd., 2012; Donnadieu vd., 2016; Çavuşoğlu, 2018). Depolama süresince tüm uygulamalarda kroma ($^{\circ}C$) renk değerinde düzenli bir artış gözlenmiştir (Tablo 4.5 ve Şekil 4.5). Renk değişimindeki yavaşlamanın yavaş solunuma ve düşük etilen üretimine bağlanabileceği (Ali vd., 2011), kaplama uygulanan mantarlarda renk açısı değerinin daha az değiştiği ve yaşlanma sürecini geciktirdiği düşünülmektedir.

Hue açısı (h°) değerlerindeki değişimler incelendiğinde her üç uygulamada da depolamanın başından sonuna kadar bir azalma gözlenmiştir (Tablo 4.6 ve Şekil 4.6). Yaşlanma sırasında antosiyaninlerin ayrışması nedeniyle meyvenin rengi koyulaşır. Bu koyulaşma ortalama renk tonu açısı (h°) ile gösterilir. Hue açısının (h°) değeri depolama sırasında a^* ve b^* değerlerine bağlı olarak düzenli olarak değişmektedir. Melatonin uygulanan mantarlarda bu renk parametrelerinin korunmasının, dokulardaki O_2 miktarını azaltarak ve CO_2 miktarını artırarak renk maddelerinin bozulmasına neden olan enzimlerin aktivitesinin en aza indirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Çavuşoğlu, 2018; Gökçenay ve Çavuşoğlu, 2018).

5.3 Solunum Hızı

Tür ve çeşit farklılıkları dikkate alındığında, solunum ve olgunlaşma arasında bir etkileşim olduğu görülmektedir (Tuna Güneş ve Horzum, 2017). Solunum hızının, olgunlaşma süreci ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Bahçe bitkilerinde solunum hızı arttıkça ürünlerin raf ömrü azalmaktadır (Cemeroğlu vd., 2001). Meyve ve sebzelerin hasat sonrası depolama süreçlerinde solunum hızlarının yavaşlatılması, kaliteyi korumada önemli bir faktördür. Solunum hızının yavaşlatılması, metabolizma hızının düşürülmesi anlamına geldiğinden, kalite özelliklerinin korunması için kritik bir adımdır (Kasım,

2021). Meyveler, hasat sonrası ve depolama süresi boyunca artan solunum hızına bağlı olarak yumuşama gibi çeşitli biyolojik reaksiyonlara maruz kalmaktadır (Haseeb vd., 2021). Kaplamaların meyvelerin solunum hızını azaltmadaki etkisi, meyve yüzeyi üzerinde ve çevresinde modifiye bir atmosfer yaratmasından kaynaklanmaktadır. Çeşitli araştırmalar, jelatinin kaplamanın böğürtlen (Perez vd, 2020), domates (Ruelas-Chacon vd, 2017) ve mantarlar (Huang vd, 2019) gibi çabuk bozulan gıdalarda yarı geçirgen bir tabaka oluşturarak gaz transferini sınırladığını ve raf ömrünü uzattığını bildirmiştir. Veriler göz önüne alındığında, tüm uygulamalarda depolama boyunca solunum oranlarının dalgalı bir şekilde değiştiği ve depolama sonunda solunum hızının en düşük olduğu grubun jelatin ile kaplanan mantar grubunda olduğu sonucuna varılmıştır.

5.4 Organik Asitler

Organik asitler, meyve ve sebzelerin organoleptik özelliklerinin oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır ve ayrıca antioksidan ve antimikrobiyal aktivite göstermektedir (Robles vd., 2019). Olgunlaşmış birçok meyvede, malik ve sitrik asit gibi organik asitlerin hücre vakuollerinde bulunduğu ve meyvelerin ekşi tatlarının oluşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Organik asitlerin türden türe değişebileceği ve meyvelerde baskın olan bu asitlerde çeşitlilik göstermesi yanısıra ilk olgunlaşma aşamasında fazla olması nedeniyle ekşi tat olmasını sağlamakta ancak olgunlaşmaya neden olan solunumda kullanıldıkları için asitlik miktarında azalma meydana gelmektedir (Kumar vd., 2019).

Olgunlaşma ve yaşlanma sürecinde meyve ve sebzelerde organik asitlerin bozulmasının iki yol izlediği bilinmektedir. İlk olarak, glukoneogenez sırasında trikaboksilik asit (TCA) döngüsünde bazı organik asitlerin şekerlere dönüşmektedir (Rodrigo vd., 2012). Bu mekanizma ile glukoneogenezin, malat dehidrojenaz (MDH) ve fosfoenolpiruvat karboksikinaz (PEPCK) veya malik enzim ve piruvat ortofosfat dikinaz (PPDK) tarafından gerçekleştiği öne sürülmüştür. İkinci olarak, TCA döngüsünde organik asitlerin fermentasyonu sonucu etanole dönüştüğü ve organik asitlerde meydana gelen bu değişimlerin meyve ve sebzelerde asitlik miktarını azalttığı belirtilmiştir (Leegood ve Walker, 2003; Vallarino ve Osorio, 2019). Hasat sonrası yenilebilir kaplama malzemelerinin, depolanan ürünlerde organik asitleri koruduğu ve solunum süresince

kullanımlarını azalttığı bildirilmiştir (Moalemiyan vd., 2012; Panahirad vd., 2021). Kaplama malzemelerinin TCA metabolik yolunun yavaşlamasına yol açarak organik asitlerin solunum süresince tüketimini azaltabileceği düşünülmektedir (Zhang vd., 2019; Şaran vd., 2022).

Mevcut çalışmada elde edilen veriler; oksalik asit, sitrik asit, malik asit, süksenik asit, fumarik asit ve tartarik asit değerlerindeki değişimler Çizelge 4.8-4.13'te belirtilmiştir. Çizelgelere bakıldığında, genel olarak organik asit değerlerinde dalgalanmaların olduğu oksalik asit, sitrik asit, malik asit ve fumarik asit değerlerini korumada en etkili yöntemin kombin uygulamaların olduğu, süksenik asit değerinde ise jelatin uygulamasının daha iyi koruyabildiği tespit edilmiştir.

Organik asitlerin korunmasında kombin uygulamasının ön plana çıkmasında, kaplama ve melatonin uygulaması yapılan meyvelerde TCA'nın metabolik yolunun yavaşlatılması ve organik asitlerin solunum süresince kullanımlarının yavaşlamasından (Zhang vd., 2019) ve kombin uygulamasında ise hem melatonin hem de yenilebilir kaplama malzemelerinin olumlu etkilerinin bir araya gelmesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

5.5 Fenolik bileşikler

Fenolik bileşikler, meyve ve sebzelerde görünüş, aroma ve insan sağlığı üzerinde koruyucu etkileri olan, ürünlerin dış ve iç kalite parametrelerini belirleyebilen ve doğal yollarla oluşan bitki sekonder metabolitleridir. Bu bileşiklerin antioksidan aktivitelerinin yanı sıra enzim inhibisyonu, gen ekspresyonunun modifikasyonu, serbest radikallerin oluşumunu engelleme yoluyla hücrelerde Deoksiribo Nükleik Asit (DNA), lipit ve protein zararlarını, yüksek kolesterol oluşumunu, kanser ve kalp damar hastalıklarının gelişimini engellemede önemli etkileri olduğu bilinmektedir (Seçmen vd., 2015).

Doğal olarak oluşabilen bu antioksidanların insan sağlığına olan faydalarının yanı sıra, bitkilerde yapısal destek sağladığı, biyotik ve abiyotik stres ve patojenlere karşı direnç oluşturduğu ve antimikrobiyal etkinliklerinin de bulunduğu bilinmektedir (Lattanzio, 2003; İrkin vd., 2008). Fenolik bileşikler ayrıca meyve ve sebzelerde burukluk, renk, aroma gibi kalite özellikleri üzerinde de etkilidir (De la Rosa vd., 2019).

Fenolik bileşikler sekonder metabolitler olup, çeşitli koruyucu etkileri bulunmakta ve sentezlenmeleri esnasında çeşitli stres ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Bu nedenle, meyve ve sebzelerde hasat öncesi ve sonrası yapılan uygulamalar fenolik bileşiklerin miktarını artırabilir veya azaltabilir. Hasat öncesi uygulamalar (sıcaklık, toprak özellikleri, sulama, ışık, gübre vb.) ve hasat sonrası işlemler (meyve ve sebze işlenmesi, depolama koşulları vb.) fenolik bileşiklerin içeriğinin düzenlenmesinde etkili olmaktadır. Genel olarak, fenolik bileşiklerin hasat sonrası meyve ve sebzelerde artması arzu edilen bir durumdur, ancak bazı durumlarda bu bileşiklerin aşırı üretimi ürünlerde kalite kayıplarına da neden olabilmektedir (Laura vd., 2019; Yılmaz vd., 2022).

Denemede; protokateşuik asit, rutin, gallik asit, klorogenik asit değerlerindeki değişimler Çizelge 4.5.1-4.5.4'te belirtilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde, bireysel fenoliklerde genel olarak; melatonin ve jelatin uygulama ile kombin uygulamalarının, depo ömrü sonunda en yüksek değerlere sahip oldukları ve değişkenlik gösterdikleri de gözlemlenmiştir. Yenilebilir kaplama malzemesi ile kaplanan meyvelerde, PPO ve POD gibi fenolik bileşiklerin parçalanmasına neden olan enzimlerin aktivitesini yavaşlatmasından (Yılmaz vd., 2022; Ghafoor vd., 2022) kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Mantarların fenolik bileşikler olarak gallik, protokateşik, sinamik ve p-kumarik asitler açısından zengin olduğu bildirilmektedir (Mallavadhani vd., 2016). Kestane mantarının depolanması sırasında protokateşik asit değerlerindeki değişimler, uygulanan çeşitli kaplama maddeleri ve melatonin uygulamaları ile belirgin farklılıklar göstermektedir. Kestane mantarlarının protokateşik asit ve rutin fenolik bileşenlerinde depolama süresince artış gözlemlenmiş olup, bu artışların kontrol gruplarında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontrol gruplarındaki bu artışın nedenleri, mantarların depolama sürecinde fenolik bileşenlerin biyosentezine bağlı olarak açıklanabilir. Fenolik bileşenler, bitkilerde savunma mekanizmalarının bir parçası olarak bilinir ve stres koşullarında üretimleri artabilir (Vermerris vd., 2006; Chalker-Scott vd., 2018). Depolama süresi boyunca kontrol gruplarında herhangi bir uygulama yapılmaması, mantarların doğal savunma mekanizmalarının daha aktif olmasına ve dolayısıyla fenolik bileşenlerin daha yüksek seviyelerde birikmesine neden olabilir. Diğer bir yönden yani yenilebilir kaplama malzemelerin ve bu maddelerden jelatin ile birlikte uygulanan melatonin, uygulamalarda bitkilerde stresle başa çıkmada önemli bir role sahiptir ve bu

nedenle hasat sonrası uygulamalarda kullanılmaktadır. Antioksidan özellikleri sayesinde serbest radikalleri nötralize eder ve hücrel hasarı önler. Melatonin ayrıca bitki hormonlarıyla etkileşime girerek stres tepkilerini düzenler ve savunma mekanizmalarını artırır. Bu hormonun uygulanması, bitkinin stres koşullarında savunma için ikincil metabolitleri sentezlemesine gerek bırakmaz, çünkü melatonin doğrudan koruma sağlar (Arnao & Hernández-Ruiz, 2019). Melatonin, hücre zarlarını ve organelleri koruyarak hücrel bütünlüğü sağlar ve stresle başa çıkma genlerinin ekspresyonunu artırır, böylece bitkilerin dayanıklılığını artırır

Kestane mantarlarının depolanması sırasında gallik asit ve klorojenik asit değerlerinde meydana gelen değişimler incelendiğinde, depolama süresince tüm uygulamalarda azalış gözlemlenmiştir. Çizelge 4.16 ve Şekil 4.16'da gösterildiği gibi, depolama sonunda en yüksek gallik asit değeri 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında ($0.01471 \text{ mg kg}^{-1}$), en düşük değer ise kontrol grubu ve 0.5 mM MEL uygulamasında ($0.00363 \text{ mg kg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Çizelge 4.17 ve Şekil 4.17'de görüldüğü üzere, klorojenik asit değerlerinde de depolama boyunca dalgalanmalarla birlikte azalmalar olmuştur. Depolama sonunda en yüksek klorojenik asit değeri 0.5 mM MEL + %1 Jelatin uygulamasında ($0.07776 \text{ mg kg}^{-1}$), en düşük değer ise 0.5 mM MEL uygulamasında ($0.00108 \text{ mg kg}^{-1}$) belirlenmiştir. İstatistiksel analizler, depolama süreleri arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Depolama süresince gallik asit ve klorojenik asit değerlerinde azalmaların gözlemlenmesi, bu fenolik bileşiklerin stres koşullarında azalmasına bağlanabilir. Ancak, melatonin ve jelatin uygulamalarının bu azalmaları yavaşlattığı veya durdurduğu gözlemlenmiştir. Melatonin, bitkilerde antioksidan olarak görev yapar ve oksidatif stresin etkilerini azaltarak hücrel hasarı önler (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2019). Ayrıca, melatonin bitki hücrelerinde savunma mekanizmalarını düzenler ve stres tepkilerini hafifletir. Bu durum, fenolik bileşiklerin daha uzun süre korunmasına yardımcı olabilir.

Jelatin uygulamaları ise mantarların yüzeyinde koruyucu bir bariyer oluşturarak su kaybını ve mikrobiyal enfeksiyonları azaltır (Kumar vd., 2018). Bu koruyucu tabaka, fenolik bileşiklerin depolama süresince daha stabil kalmasını sağlayabilir. Melatonin ve jelatinin birlikte kullanımı, her iki yöntemin faydalarını birleştirerek gallik asit ve klorojenik asit değerlerinin korunmasına yardımcı olmuştur.



6. SONUÇ

Bu çalışmada, mantarların hasat sonrası kalitesini korumak amacıyla %1 Jelatin ve 0.5 mM MEL + %1 Jelatin kaplamalarının etkileri incelenmiştir. Depolama süresince, %1 Jelatin ve 0.5 mM MEL + %1 Jelatin ile kaplanmış mantarların, kontrol grubuna kıyasla daha az ağırlık kaybettiği gözlemlenmiştir. %1 Jelatin kaplamanın, mantarların solunum hızını azalttığı ve renk stabilitesini daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Ayrıca, melatonin ilavesinin, mantarların organik asit ve fenolik bileşik içeriğini muhafaza ettiği ve bazı fenolik bileşiklerin miktarında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Özellikle, protokateşuik asit, rutin, gallik asit ve klorogenik asit gibi fenolik bileşiklerde değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu bulgular, mantarların hasat sonrası kalitesini korumak için 0.5 mM MEL + %1 Jelatin kombinasyonunun etkili bir strateji olabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, jelatin ve melatonin kaplamalarının, mantarların hasat sonrası kalitesini artırmada ve depolama süresince fizyolojik değişimleri kontrol etmede önemli bir potansiyele sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma, mantarların hasat sonrası yönetiminde yeni ve etkili stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.



KAYNAKLAR

- Aghdam, M. S. ve Fard, J. R. (2017). Melatonin treatment attenuates postharvest decay and maintains nutritional quality of strawberry fruits (*Fragaria* × *anannasa* cv. Selva) by enhancing GABA shunt activity, *Food chemistry*, 221, 1650-1657.
- Akdoğan, H. (2024). *Kültür mantar (agaricus bisporus) yetiştiriciliğinde pgpr ile Hasat sonrası melatonin uygulamalarının hasat sonu Fizyolojisi üzerine etkileri*, Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Ali, A., Muhammad M.T.M., Sijam K., Siddiqui Y. (2011). Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage, *Food chemistry*, 124: 620-626.
- Arnao MB. (2014). Phytemelatonin: Discovery, Content, and Role in Plants. *Advances in Botany*, Article ID 815769, 11
- Arnao MB, Hernandez-Ruiz J. (2013). Growth conditions determine different melatonin levels in *Lupinus albus* L. *Journal of Pineal Research*, 55, 149–155
- Arnao, M. B., & Hernández-Ruiz, J. (2019). Melatonin and its relationship to plant hormones. *Annals of Botany*, 123(6), 1161-1172.
- Bal, E. (2021). Effect of melatonin treatments on biochemical quality and postharvest life of nectarines, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15 (1), 288-295.
- Bao, Z., Zhou, Q., Yu, Y., Chen, W., Yang, Z., Cao, S., Shi, L. (2024). Melatonin treatment induces DNA methylation to alleviate chilling induced-browning in cold stored peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 208, 112686.
- Barrazueta-Rojas, S.G., Falconí, J.F., Navarro-Ojeda, M.N., Oleas-Lopez, J.M., MendozaZurita, G.X. (2018). Pysicochemical properties and application of edible coatings in strawberry (*Fragaria* × *Ananassa*) preservation. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 71, 8631–8641. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v71n3.73548>.
- Bevilacqua, A. E., Califano, A. N. (1989). Determination of organic acids in dairy products by high performance liquid chromatography. *Journal of Food Science*, 54(4), 1076-1076.
- Bonatti, M., Karnopp, P., Soares, H. M., Furlan, S. A. (2004). Evaluation of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotussajor-caju* nutritional characteristics when cultivated in different lignocellulosic wastes. *Food Chemistry* 88, 425-428.
- Boran, G. (2011). Bir gıda katkısı olarak jelatin: yapısı, özellikleri, üretimi, kullanımı ve kalitesi. *Gıda*. 36(2), 97-104.
- Boran, G., Regenstein, J. M. (2010). Fish Gelatin, In: *Advances in Food and Nutrition Research* (Editor: S. L. Taylor). *Academic Press, UK*. 60: 119-144.
- Bourtoom, (2008). Factor Affecting the Properties of Edible Film Prepared from Mung Bean Proteins, *Asean Food Journal*, In Press.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M. (2001). *Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 24, Ankara. 328.
- Chalker-Scott, L., & Fuchigami, L. H. (2018). The role of phenolic compounds in plant stress responses. In *Low temperature stress physiology in crops* CRC press. pp. 67-80.
- Criado, P., Frascini, C., Shankar, S., Salmieri, S., & Lacroix, M. (2021). Influence of cellulose nanocrystals gellan gum-based coating on color and respiration rate of *Agaricus bisporus* mushrooms, *Journal of Food Science*, 86(2), 420-425.

- Çavuşoğlu, Ş. (2008). *Hasat Öncesi Sitokinin Uygulamasının Karnabaharların (Brassica oleracea L. botrytis) Hasat Sonrası Fizyolojisine Etkisi*, Doktora tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Çavuşoğlu, Ş. (2018). Modifiye atmosfer ve metil jasmonat uygulamalarının agaricus bisporus' un hasat sonrası kalite ve muhafaza ömrüne etkileri. *Mantar Dergisi*, 9 (2), 206-218.
- Çavuşoğlu, Ş., Keskin, N., Türkoğlu, N. (2019). Yenilebilir film ve kaplamaların hasat sonrası meyvelerin soğukta muhafazasında kullanım olanakları. **II. Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi**. 8-9 Kasım 2019, İzmir. 57-61.
- De la Rosa, L. A., Moreno-Escamilla, J. O., Rodrigo-García, J., Alvarez-Parrilla, E. (2019). Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables. In Yahia, E. M., Carrillo-Lopez, A. (Ed.), **Phenolic Compounds** (pp. 253-271). Woodhead Publishing: Queretaro.
- Debeaufort F., Çuezada-Gallo, J. A., Voilley, A. (1998). Edible films and coatings: tomorrow's packagings: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38, 299-313.
- Debnath B, Islam W, Li M, Sun YT, Lu XC, Mitra S, Hussain M, Liu S, Qiu D. (2019). Melatonin mediates enhancement of stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(5), 1040.
- Ding, Y., Zhu, Z., Zhao, J., Nie, Y., Zhang, Y., Sheng, J., ... & Tang, X. (2016). Effects of postharvest brassinolide treatment on the metabolism of white button mushroom 64 (*Agaricus bisporus*) in relation to development of browning during storage. *Food and Bioprocess Technology*, 9(8), 1327-1334.
- Dokhanieh, A. Y., & Aghdam, M. S. (2016). Postharvest browning alleviation of *Agaricus bisporus* using salicylic acid treatment, *Scientia Horticulturae*, 207, 146-151.
- Donnadieu F., Freville P., Hervier C., Coltelli M., Scollo, S., Prestifilippo M., Cacaault P. (2016). Near-source Doppler radar monitoring of tephra plumes at Etna, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 312, 26-39.
- Du J., Fu Y., Wang N. (2009). Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on browning of fresh-cut lotus root, *LWT-Food Science and Technology*, 42(2), 654-659.
- Dubbels R, Reiter RJ, Klenke E, Goebel A, Schnakenberg E, Ehlers C, Schiwarra HW, Schloot, W. (1995). Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography-mass spectrometry, *Journal of Pineal Research*, 18(1), 38-31.
- Düzgün S. (2022). *Metil Jasmonat ve Melatonin Uygulamalarının Albion Çilek Çeşidinin Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Eren, E., Pekşen, A. (2016). Türkiye'de kültür mantarı sektörünün durumu ve geleceğine bakış. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 189-196.
- FAO. (2024). Food and Agriculture Organization. Erişim tarihi: 5 Nisan 2024. Erişim adresi: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>
- Feng X, Wanga M, Zhaob Y, Hana P, Ying D. (2014). Melatonin from Different Fruit Sources, Functional Roles, and Analytical Methods. *Trends in Food Science and Technology*, 37 (1), 21-3.
- Gao H, Zhang ZK, Chai HK, Cheng N, Yang Y, Wang DN, Yang T, Cao W. (2016). Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen

- species metabolism in peach fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 118, 103-110.
- Geeson, J. D. (1988). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *International Symposium on Postharvest Handling of Fruit and Vegetables* 258 (pp. 143-150).
- Gennadios, A., (2002). Protein Based Films and Coatings. CRC Press LLC, 672 p.
- Gökçenay G., Çavuşoğlu Ş. (2019). Farklı Dozlarda Uygulanan Sitokininin Beyaz Şapkalı Mantarın (*Agaricus bisporus*) Muhafazası Üzerine Etkisi, *Mantar Dergisi/The Journal of Fungus*, 9(1), 80-91.
- Ghafoor, K., Al-Juhaimi, F. Y., Babiker, E. E., Sarker, M. Z. I., Ahmed, I. A. M. (2022). Effects of functional edible coatings and storage on bioactive compounds, antioxidant properties and sugars in barhi dates. *Horticulturae*, 8(12), 1185.
- Haseeb, A., Ayub, G., & Sial, T. A. (2021). Enhancement of postharvest life of persimmon fruit through botanical extracts. *Archives of Crop Science*, 4(1), 85-92. <https://doi.org/10.36959/718/607>
- Hattori, A., Migitaka, H., Iigo, M., Itoh, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., Reiter, R. J. (1995). Identification of melatonin in plants and its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *Biochemistry and Molecular Biology International*, 35 (3), 627-634.
- Hernandez-Ruiz, J., Arnao, M. B. (2018). Relationship of melatonin and salicylic acid in biotic/abiotic plant stress responses. *Agronomy*, 8 (4): 33.
- Horzum, Ö. (2022). Bahçe Bitkileri Ürünlerinde Hasat Sonrası Yeni Bir Yaklaşım: Melatonin. In: *Bahçe Bitkileri Faaliyetlerinde Yenilikçi Yaklaşımlar* (Ed: G. Söylemezoğlu, A. Çakır) İksad Publishing House, 437-461.
- Hu, Y. H., Chen, C. M., Xu, L., Cui, Y., Yu, X. Y., Gao, H. J., Chen, Q. X. (2015). Postharvest application of 4-methoxy cinnamic acid for extending the shelf life of mushroom (*Agaricus bisporus*), *Postharvest Biology and Technology*, 104, 33-41.
- Huang, Q., Qian, X., Jiang, T., Zheng, X. (2019). Effect of chitosan and guar gum based composite edible coating on quality of mushroom (*Lentinus edodes*) during postharvest storage. *Scientia Horticulturae*, 253, 382–389. <https://doi.org/10.1016/j.scientia.2019.04.062>
- İrkin, R., Ertürk, Ü., Korukluoğlu, M. (2008). Meyvelerdeki fenolik bileşiklerin sağlık yönünden önemi. **Türkiye 10. Gıda Kongresi**, Erzurum, Türkiye.
- Jiang, T. (2013). Effect of alginate coating on physicochemical and sensory qualities of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) under a high oxygen modified atmosphere, *Postharvest biology and technology*, 76, 91-97.
- Kakaei, S., Saba, M. K., Mansouri, S., Darvishi, H. (2024). Melatonin postharvest spray influence on white mulberry browning, storage life, and biochemical changes. *Postharvest Biology and Technology*, 213, 112947.
- Kasım, R. (2021). Hasat sonrası yaşlanmanın geciktirilmesi ve antioksidan kapasitenin artırılmasında etkili yeni uygulama: Melatonin. **International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress**, Adana, Turkey.
- Keleş, F. (2002). *Gıda Ambalajlama İlkeleri*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No:189, Erzurum.
- Kong, X. M., Ge, W. Y., Wei, B. D., Zhou, Q., Zhou, X., Zhao, Y. B., Ji, S. J. (2020). Melatonin ameliorates chilling injury in green bell peppers during storage by regulating membrane lipid metabolism and antioxidant capacity. *Postharvest Biology and Technology*, 170: 111315.

- Krochta, J. M. and De Mulder-Johnston, C. (1997). Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technol.* 51(2), 6 1-74.
- Kumar, S., Kumar, R., Pal, A., Chopra, D. S. (2019). Enzymes, Chapter 16. ***Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*** (Editör: Yahia, E. M., Carrillo-Lopez, A.). Woodhead Publishing.
- Kumar, S., Kumar, R., Pal, A., Chopra, D. S. (2018). Enzymes. In Yahia, E. M., Carrillo-Lopez, A. (Ed.), *Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables*. Woodhead Publishing.
- Kuzucu, F.C. (2003). *Çanakkale-Lâpseki Koşullarında Yetiştirilen Trabzon Hurmalarında Meyve Gelişimi, Olgunlaşma ve Depolama Karakteristikleri Üzerinde Araştırmalar*, Doktora tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Lagnika, C., Zhang, M., Mothibe, K. J. (2013). Effects of ultrasound and high pressure argon on physico-chemical properties of white mushrooms (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage, *Postharvest biology and technology*, 82, 87-94.
- Lattanzio, V. (2003). Bioactive polyphenols: their role in quality and storability of fruit and vegetables. *Journal of Applied Botany*, 77(5/6), 128-146.
- Laura, A., Moreno-Escamilla, J. O., Rodrigo-García, J., Alvarez-Parrilla, E. (2019). Phenolic compounds. ***Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables*** (12. ed.). Woodhead Publishing.
- Leegood, R.C., Walker, R.P. (2003). Regulation and roles of phosphoenolpyruvate carboxykinase in plants. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 414: 204_210.
- Li, L., Kitazawa, H., Zhang, X., Zhang, L., Sun, Y., Wang, X., Yu, S. (2021). Melatonin retards senescence via regulation of the electron leakage of postharvest white mushroom (*Agaricus Bisporus*). *Food Chemistry*, 340, 127833.
- Li, S., Ma, R., Xu, J., Shen, Z., Yu, M. (2024). Effect of melatonin treatment on improving jasmonates content and cell wall stability involved in enhanced chilling tolerance of peach fruit during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 213, 112957.
- Lin, Q., Lu, Y., Zhang, J., Liu, W., Guan, W., & Wang, Z. (2017). Effects of high CO₂ inpackage treatment on flavor, quality and antioxidant activity of button mushroom (*Agaricus bisporus*) during postharvest storage, *Postharvest Biology and Technology*, 123, 112-118.
- Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W., Zheng, L. (2018). Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 139, 47-55.
- Long, H., Bi, Y., Pu, L., Xu, W., Xue, H., Fu, G., Prusky, D. (2022). *Preparation of chitosan/fennel seed essential oil/starch sodium octenyl succinate composite films for apple fruit preservation*. *LWT*, 167, 113826.
- Mallavadhani, U., Sudhakar, A., Sathyanarayana, K. V. S., Mahapatra, A., Li, W., & Richard, B. (2016). Chemical and analytical screening of some edible mushrooms. *Food Chemistry*, 95, 58–64.
- Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., Pizzoferrato, L. (1999). Nutrients in edible mushrooms: an interspecies comparative study. *Food Chemistry*, 65 (4), 477-482.
- Michailidis M, Tanou G, Sarrou E, Karagiannis E, Ganopoulos I, Martens S, Molassiotis A. (2021). Pre-and post-harvest melatonin application boosted phenolic compounds

- accumulation and altered respiratory characters in sweet cherry fruits. *Frontiers in Nutrition Fruit Chemistry*, 8, 695061.
- Miranda, S., Vilches, P., Suazo, M., Pavez, L., García, K., Méndez, M. A., Del Pozo, T. (2020). Melatonin triggers metabolic and gene expression changes leading to improved quality traits of two sweet cherry cultivars during cold storage. *Food Chemistry*, 319, 126360.
- Mirshekari, A., Madani, B., Golding, J. B. (2019). Aloe vera gel treatment delays postharvest browning of white button mushroom (*Agaricus bisporus*), *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13(2), 1250-1256.
- Moalemiyan, M., Ramaswamy, H. S. (2012). Quality retention and shelf-life extension in mediterranean cucumbers coated with a pectin-based film. *Journal of Food Research*, 1(3), 159.
- Mohapatra, D., Bira, Z. M., Kerry, J. P., Frías, J. M., & Rodrigues, F. A. (2010). Postharvest hardness and color evolution of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*), *Journal of food science*, 75(3), E146-E152.
- Mohapatra, D., Frias, J.M., Oliveira, F.A.R., Bira, Z.M., Kerry, J. (2008). Development and validation of a model to predict enzymatic activity during storage of cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus* spp.), *Journal of Food Engineering*, 6(1), 39-48.
- Nasser, M. A., El-Mogy, M. M., Samaan, M. S., Hassan, K. M., El-Sayed, S. M., Alsubeie, M. S., Darwish, D. B. E., Mahmoud, S. F., Al-Harbi, N. A. ve Al-Qahtani, S. M. (2022). Postharvest exogenous melatonin treatment of table grape berry enhances quality and maintains bioactive compounds during refrigerated storage, *Horticulturae*, 8 (10), 860.
- Nussinovitch, A., Kampf, N. (1993). Shelf-life extension and conserved texture of alginate-coated mushrooms (*Agaricus bisporus*). *LWT-Food Science and Technology*, 26(5), 469-475.
- Okçu Z., Yavuz Y., Kerse S. (2018). Edible Film and Coating Applications in Fruits and Vegetables, *Alinteri J. of Agr. Sci.*, 33(2), 221-226.
- Panahirad, S., Dadpour, M., Peighambardoust, S. H., Soltanzadeh, M., Gullón, B., Alirezalu, K., Lorenzo, J. M. (2021). Applications of carboxymethyl cellulose-and pectin-based active edible coatings in preservation of fruits and vegetables: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 663-673.
- Paredes SD, Korkmaz A, Manchester LC, Tan DX ve Reiter RJ. (2009). Phytomelatonin: a Review. *Journal of Pineal Research*, 60: 57-69.
- Perez, D. A., Gomez, J. M., & Castellanos, D. A. (2021). Combined modified atmosphere packaging and guar gum edible coatings to preserve blackberry (*Rubus glaucus* Benth). *Food Science and Technology International*, 27(4), 353- 365. <https://doi.org/10.1177/1082013220959511>
- Piechowiak, T., Grzelak-Błaszczuk, K., Sójka, M., Skóra, B., Balawejder, M. (2022). Quality and antioxidant activity of highbush blueberry fruit coated with starch based and gelatine-based film enriched with cinnamon oil. *Food Control*, 138, 109015.
- Podagatlapalli G.K., Hamad S., Sreedhar S., Tewari S.P., Venugopal Rao S. (2012). Fabrication and 600 characterization of aluminum nanostructures and nanoparticles obtained using femtosecond ablation 601 technique, *Chemical Physics Letters*, 530, 93-97.
- Reiter RJ. (1999). Phytochemicals: Melatonin. In: Frances FJ, ed. *Encyclopedia of Food Science and Technology*, New York: John Wiley, 1918–1922.

- Reiter, R.J., Tan, D.X., Manchester, L.C., Simopoulos, A.P., Maldonado, M.D., Flores L.J., Terron M.P. (2007). Melatonin in Edible Plants (phytomelatonin); Identification, Concentrations, Bioavailability and Proposed Functions. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 97, 211–230.
- Rhim, J. W., Ng P. K. W. (2007). Natural Biopolymer-Based Nanocomposite Films for
- Robles, A., Fabjanowicz, M., Chmiel, T., Płotka-Wasyłka, J. (2019). Determination and identification of organic acids in wine samples. Problems and challenges. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 120, 115630.
- Rodriguez-Delgado, M. A., Malovana, S., Perez, J. P., Borges, T., Montelongo, F. G. (2001). Separation of phenolic compounds by high-performance liquid chromatography with absorbance and fluorimetric detection. *Journal of Chromatography A*, 912(2), 249-257.
- Rodrigo, M.J., Alquezar, B., Alferez, F., Zacarias, L. (2012). Biochemistry of fruits and fruit products. ***Handbook of Fruits and Fruit Processing*** (Sinha, N.K., Sidhu, J.S., Barta, J., Wu, J.S.B., Cano, P.) Wiley Blackwell, Oxford, UK.
- Ruelas-Chacon, X., Contreras-Esquivel, J. C., Montañez, J., AguileraCarbo, A. F., Reyes-Vega, M. L., Peralta-Rodriguez, R. D., & SánchezBrambila, G. (2017). Guar gum as an edible coating for enhancing shelf life and improving postharvest quality of roma tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Food Quality*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2017/8608304>
- Salehi, F. (2020). Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: a review, *International Journal of Fruit Science*, 20 (2), S570-S589.
- Seçmen, T., Onursal, C., Küçükyumuk, C., Eren, İ., Güneyli, A., Çalhan, Ö. (2015). Farklı kısıtlı sulama stratejilerinin muhafaza süresince braeburn elma çeşidinde fenolik bileşenlere etkisi. *Meyve Bilimi*, 2(2), 16-21.
- Sedaghat, N., Zahedi, Y. (2012). Application of edible coating and acidic washing for extending the storage life of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Food science and technology international*, 18(6), 523-530.
- Şaran, E. Y., Çavuşoğlu, Ş., Alpaslan, D., Eren, E., Yılmaz, N., Uzun, Y. (2022). Effect of egg white protein and agar-agar on quality of button mushrooms (*Agaricus bisporus*) during cold storage. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(2), 173-181.
- Tan D.X., Manchester L.C., Liu X.Y., Rosales-Corral S.A., Acuna-Castroviejo D., Reiter R.J. (2013). Mitochondria and chloroplasts as the original sites of melatonin synthesis: a hypothesis related to melatonin's primary function and evolution in eukaryotes. *Journal of Pineal Research*, 54, 127–138.
- Temiz, N. N., & Özdemir, K. S. (2021). Microbiological and physicochemical quality of strawberries (*Fragaria* × *ananassa*) coated with *Lactobacillus rhamnosus* and inulin enriched gelatin films. *Postharvest Biology and Technology*, 173, 111433.
- Tettamanti C., Cerabolini B., Gerola P., Conti A. (2000). Melatonin Identification in Medicinal Plants. *Acta Phytotherapeutica*, 3, 137–144.
- Tuna Güneş, N., Horzum, Ö. (2017). Bahçe Ürünlerinde Fizyolojik Olaylar. Bölüm 5. (Editörler: Türk, R., Tuna Güneş, N., Erkan, M., Koyuncu, M. A.) ***Bahçe ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması*** (pp. 61-84). Somtad Yayınları Ders Kitabı, Antalya, Türkiye.
- Turp, G. Y., Boylu, M. (2018). Tıbbi ve Yenilebilir Mantarlar Et Ürünlerinde Kullanımı. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1), 144-153.

- Vallarino, J. G., Osorio, S. (2019). Organic acids, Chapter 10. ***Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*** (Editör: Yahia, E. M., CarrilloLopez, A.). Woodhead Publishing.
- Wang, T., Hu, M., Yuan, D., Yun, Z., Gao, Z., Su, Z., Zhang, Z. (2020). Melatonin alleviates pericarp browning in litchi fruit by regulating membrane lipid and energy metabolisms. *Postharvest Biology and Technology*, 160, 111066.
- Vermerris, W., Nicholson, R., Vermerris, W., Nicholson, R. (2006). Phenolic compounds and their effects on human health *Springer Netherlands*. pp. 235-255.
- Wu, C., Cao, S., Xie, K., Chi, Z., Wang, J., Wang, H., Gao, H. (2021). Melatonin delays yellowing of broccoli during storage by regulating chlorophyll catabolism and maintaining chloroplast ultrastructure. *Postharvest Biology and Technology*, 172, 111378.
- Xin DD, Si JJ, Kou LP. (2017). Postharvest exogenous melatonin enhances quality and delays the senescence of cucumber. *Acta Horticulturae Sinica*, 44(5), 891-901.
- Xu T, Chen Y, Kang H. (2019). Melatonin is a potential target for improving post-harvest preservation of fruit and vegetables. *Frontiers in Plant Science*, 10,1388.
- Yılmaz, N., Çavuşoğlu, Ş., İşlek, F., Bitik, S. (2022). Fenolik bileşiklerin biyokimyası ve hasat sonrası önemi. In Kazankaya, A., Doğan, A. (Ed.), Tarımsal perspektif, (pp. 354). *İksad International Publishing House: Türkiye*.
- Yin C, Huang C, Wang J, Liu Y, Lu P, Huang L. (2019). Effect of Chitosan and AlginateBased Coatings Enriched with Cinnamon Essential Oil Microcapsules to Improve the Postharvest Quality of Mangoes, *Materials*, 12, 2039.
- Ze, Y., Gao, H., Li, T., Yang, B. ve Jiang, Y. (2021). Insights into the roles of melatonin in maintaining quality and extending shelf life of postharvest fruits, *Trends in Food Science & Technology*, 109, 569-578.
- Zhang, W., Zhao, H., Zhang, J., Sheng, Z., Cao, J., Jiang, W. (2019). Different molecular weights chitosan coatings delay the senescence of postharvest nectarine fruit in relation to changes of redox state and respiratory pathway metabolism. *Food Chemistry*, 289, 160-168.
- Dikel, Ç., *Kitosan eklenen jelatin ile kaplamanın çipura (Sparus aurata L., 1758) filetolarının soğukta (+4°C) depolanması esnasında fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal değişimler üzerine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Adana Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Zhu LL, Hu HL, Luo SF, Wu Xz, Li PX (2018). Melatonin delaying senescence of postharvest broccoli by regulating respiratory metabolism and antioxidant activity. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 34(3), 300-308.
- Zhu, X., Wang, Q., Cao, J., Jiang, W. (2008). Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera indica* L. cv. Tainong) fruits", *Journal of Food Processing and Preservation*, 32 (5), 770-784.



ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ramazan AĞIN

Eğitim Bilgileri

Lisans

Üniversite : Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Fakülte : Ziraat Fakültesi

Bölüm : Bahçe Bitkileri

Mezuniyet Yılı : 2020





VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih 25/07/2024

Tez Başlığı: Kestane Mantarlarında (*Agaricus Campestris*) Melatonin ve Jelatin Uygulamalarının Hasat Sonu Fizyolojisi Üzerine Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın, kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan toplam 44 (Kırkdört) sayfalık kısmına ilişkin, 10/07/2024 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre tezin benzerlik oranı %16 (Onaltı) dır.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Ramazan Ağın

Öğrenci No: 21910001073

Anabilim Dalı: Bahçe Bitkileri

Programı:

Statüsü: (X) Yüksek lisans

() Doktora

DANIŞMAN
UYGUNDUR

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR