



**T.C.  
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HASAT SONRASI MELATONİN VE KİTOSAN  
UYGULAMALARININ  
ALBİON ÇİLEK ÇEŞİDİNDE KALİTE ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Sümeyye Yaman  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı**

**Kasım-2023  
KONYA  
Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Sümeyye Yaman tarafından hazırlanan **Hasat Sonrası Melatonin ve Kitosan Uygulamalarının 'Albion' Çilek Çeşidinde Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri** adlı tez çalışması 10/11/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### İmza

#### Başkan

Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

.....

#### Danışman

Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

.....

#### Üye

Doç. Dr. İhsan CANAN

.....

#### Üye

Dr. Öğr. Üyesi Kevser YAZAR

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ömer Faruk YÜKSEL  
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 23201002 nolu proje ile desteklenmiştir.

## TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

## DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Sümeyye YAMAN

Tarih:

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

# HASAT SONRASI MELATONİN VE KİTOSAN UYGULAMALARININ ALBİON ÇİLEK ÇEŞİDİNDE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Sümeyye YAMAN

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

2023, 50 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

Doç. Dr. İhsan CANAN

Dr. Öğr. Üyesi Kevser YAZAR

Çilek, klimakterik olmayan ve hasat sonrası zararlanmalara ve patojenlere oldukça hassas bir meyvedir. Meyve etinin yumuşak dokulu olması hasat sonrası kayıpların artmasına sebep olmaktadır. Yaş meyve ve sebzeler hasat edildikten sonra kolay bozulmaktadır. Bu nedenle en kısa sürede pazarlanmalı veya depolanmalıdır. Soğukta muhafaza yöntemi ürünün raf ömrünü uzatmak ve kalitesini korumak için kullanılan yöntemlerden birisidir. Hasat sonrası ve depolama süresince meyve ve sebzelerde farklı yenilebilir film kaplı uygulamalar kullanılmaktadır. Melatonin hayvanlarda epifiz bezi tarafından salgılanan bir hormondur. Melatonin meyvelerde hasat sonrası uygulandığında, yaşlanmayı geciktirmekte ve hasat sonrası raf ömrünü uzatmaktadır. Kitosan yengeç, karides, ıstakoz gibi kabuklu deniz ürünlerinin dış iskeletlerinde, küf ve maya gibi mikroorganizmaların hücre duvarlarında doğal olarak bulunan kitinin enzimatik hidroliziyle elde edilen doğal bir bileşiktir. Kitosan, meyvelerde meyve sertliğinin korunması ve solunum hızının azalmasıyla kalitelerinin korunmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmada kitosan ve melatonin çözeltileri uygulanan 'Albion' çilek çeşidinde soğukta depolama boyunca tespit edilen kalite parametreleri incelenmiştir. Hasat edilen meyveler Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir. Zararlanmış meyveler ayrılarak, büyüklük ve renk bakımından seçilmiş ve numaralandırma işleminden sonra depolanmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. 1. grup meyvelere hiçbir uygulama yapılmadan depolanmıştır. 2. grup meyvelere kitosan uygulaması, 3. grup meyvelere melatonin uygulaması ve 4. grup meyvelere kitosan+melatonin uygulamaları yapılarak soğukta muhafaza edilmiştir. Uygulama yapılan ve kontrol grubu meyveler soğuk hava deposunda 4 °C'de ve %90-95 oransal nemde 15 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Bu meyvelerden 4 gün aralıklar ile örnekler alınarak kalite incelemeleri yapılmıştır. Meyvelerde muhafaza süresince kalite analizleri (ağırlık kaybı, meyve rengi, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asit miktarı, poligalaktronaz enzim aktivitesi, toplam fenolik madde miktarı, toplam antioksidan aktivite miktarı, askorbik asit miktarı ve görsel kalite) gerçekleştirilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, melatonin ve kitosan uygulamalarının kontrol grubu meyvelerine göre meyve kalitesini korumada ve raf ömrünü uzatmada etkili olduğu belirlenmiştir. Ağırlık kaybını azaltmada, meyve eti sertliğini, enzim aktivitesini, toplam fenolik madde miktarını ve toplam antioksidan aktivite korumada kitosan+melatonin uygulamasının daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** 'Albion', soğukta muhafaza, melatonin, kitosan, çilek

## ABSTRACT

### MS THESIS

# THE EFFECTS OF POSTHARVEST MELATONIN AND CHITOSAN ON QUALITY PROPERTIES IN ALBION STRAWBERRY VARIETY

Sümeyye YAMAN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED  
SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY  
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE  
IN HORTICULTURE

Advisor: Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR

2023, 50 Pages

Jury

Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR  
Assoc. Prof. Dr. İhsan CANAN  
Asst. Prof. Dr. Kevser YAZAR

Strawberry is a non-climacteric fruit and highly susceptible to post-harvest damage and pathogens. The soft texture of fruit flesh causes increased post-harvest losses. Therefore, it should be marketed and stored as soon as possible. The cold storage method is one of the methods used to extend the shelf life of the product and to maintain its quality. Different edible film-coated applications are used in fruits and vegetables postharvest and during storage. Melatonin is a hormone secreted by the pineal gland in animals. When melatonin is applied to fruits after harvest, it delays aging and extends postharvest shelf life. Chitosan is found naturally in the exoskeletons of shellfish such as crab, shrimp, and lobster, and in the cell walls of microorganisms such as mold and yeast, it is a natural compound obtained by the enzymatic hydrolysis of chitin. Chitosan ensures the preservation of fruit firmness and the preservation of their quality at the end of the preservation period.

In this study, the quality parameters determined during the cold storage of the 'Albion' strawberry variety, in which chitosan and melatonin solutions were applied, were investigated. Harvested fruits were brought to the laboratory Selcuk University Faculty of Agriculture, Department of Horticulture Laboratory. Damaged fruits were separated, selected in terms of size and color, and divided into 4 groups to be stored after numbering. The first group fruits were stored without any application. Chitosan was applied to the 2nd group fruits, melatonin was applied to the 3rd group fruits, and chitosan+melatonin was applied to the 4th group fruits and kept in the cold. The treated and control group fruits were stored in cold storage at 4 °C and 90-95% relative humidity for 15 days. Samples were taken from these fruits at intervals of 4 days, and quality analyzes were made. Quality analyzes (weight loss, fruit skin color, fruit pulp firmness, water-soluble dry matter amount, titratable acid amount, polygalacturonase enzyme activity, total phenolic substance amount, total antioxidant activity amount, ascorbic acid amount and visual quality) were carried out on fruits during storage.

As a result of the analysis, it was determined that melatonin and chitosan applications were effective in preserving fruit quality and extending shelf life compared to control group fruits. It has been determined that chitosan+melatonin application is more effective in reducing weight loss, maintaining fruit flesh firmness, enzyme activity, total phenolic substance amount and total antioxidant activity.

**Keywords:** 'Albion', cold storage, melatonin, chitosan, strawberry

## TEŞEKKÜR

Danışmanlığımı üstlenen, çalışma konunun belirlenmesi ve yürütülmesinde çok değerli yardım ve yönlendirmeleriyle destekte bulunan Prof. Dr. Ferhan KÜÇÜKBASMACI SABİR'a, maddi ve manevi tüm imkanlarıyla yanımda varlığını hissettiren, bilgi aktarımı ve sabrıyla tez sürecimi kolaylaştıran Dr. Sevil ÜNAL'a teşekkür ederim. Yüksek Lisans öğrencisi Tuğçe Baş'a yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Destekleri ile her zaman yanımda olan aileme teőekkürü bir borç bilirim.

Sümeyye YAMAN

KONYA-2023

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>vi</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
<b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>4</b>
2.1. Kitosan uygulamaları .....	5
2.2. Melatonin uygulamaları .....	8
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>11</b>
3.1. Materyal .....	11
3.2. Yöntem.....	11
3.3. Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler.....	13
3.3.1. Ağırlık kaybı .....	13
3.3.2. Meyve rengi .....	13
3.3.3. Meyve sertliği .....	13
3.3.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM).....	14
3.3.5. Titre edilebilir asit miktarı (TEA).....	14
3.3.6. Poligalakturonaz (PG) enzim aktivitesi .....	14
3.3.7. Toplam fenolik madde (TFM) miktarı.....	15
3.3.8. Toplam antioksidan aktivite (TAA).....	15
3.3.9. Askorbik asit (C vitamini) miktarı .....	16
3.10. Görsel Kalite .....	16
3.4. İstatistiksel Analiz.....	17
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....</b>	<b>18</b>
4.1. Ağırlık Kaybı .....	18
4.2. Meyve Rengi .....	20
4.2.1. L* değeri .....	20
4.2.2. C* değeri.....	20
4.2.3. Hue açısı değeri .....	21
4.3. Meyve Sertliği.....	23
4.4. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) .....	25
4.5. Titre Edilebilir Asit Miktarı (TEA) .....	26
4.6. Poligalakturonaz (PG) Enzim Aktivitesi .....	27
4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM).....	29
4.8. Toplam Antioksidan Aktivite (TAA) .....	30
4.9. Askorbik Asit (C vitamini) Miktarı .....	31
4.10. Görsel Kalite .....	33

<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER</b> .....	<b>35</b>
5.1. Sonuçlar .....	35
5.2. Öneriler .....	36
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>38</b>



## SİMGELER VE KISALTMALAR

### Simgeler

°C: Santigrat derece  
L\*: Parlaklık  
a\*: Kırmızı-Yeşil  
b\*: Mavi-Sarı  
hue: Hue açısı  
mM: Milimolar  
% : Yüzde  
Nm: Nanometre  
kJ: Kilo joule  
m<sup>2</sup>: Metre kare

### Kısaltmalar

AA: Askorbik asit  
BA: Başlangıç ağırlığı  
CO<sub>2</sub>: Karbondioksit  
g: Gram  
KA: Kontrollü atmosfer  
KS: Kısıtlı sulama  
N: Newton  
Nm: Nanometre  
O<sub>2</sub>: Oksijen  
PG: Poligalakturonaz  
PPO: Polifenol oksidaz  
SA: Son ağırlığı  
SÇKM: Suda çözünebilir madde miktarı  
SF: Semperfresh  
TAA: Toplam antioksidan aktivite  
TEA: Titre edilebilir asitlik  
TFM: Toplam fenolik madde  
UV-C: Ultraivole-C  
YFK: Yenilebilir film kaplama

## 1. GİRİŞ

Çilek Rosaceae familyası içerisinde yer alan ve ülkemizde üretim değerleri gün geçtikçe artan üzüksü meyve türlerinden birisidir (Ağaoğlu ve Gerçekçioğlu, 2013; Türemiş ve Ağaoğlu, 2013). Kendine özgü aroması ve parlak kırmızı rengi ile tüketiciler tarafından oldukça fazla tercih edilen çilek aynı zamanda içerdiği C vitamini ve polifenol, flavonoid, antosiyanin ve tanenler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler açısından zengin olması nedeniyle de insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Parvez ve Wani, 2018). Ancak meyvenin bu besinsel içeriği çeşit, yetiştirme bölgesindeki çevresel faktörler, hasat olgunluğu ile hasat öncesi ve hasat sonrası koşullar ile yapılan işlemlere göre değişim gösterebilmektedir (Aaby ve ark., 2012).

2021 yılı verilerine göre Çin 3.389620,19 ton üretim ile ilk sırada yer alırken, bu ülkeyi ABD, Türkiye, İspanya ve Rusya takip etmektedir (Çizelge 1.1). Ülkemiz 669.195 ton ile dünyada çilek üretiminde 3. sırada yer almaktadır (Anonim, 2023a).

**Çizelge 1.1.** Ülkelerin 2021 yılı çilek üretim değerleri (ton)

Ülke	Üretim Değerleri(ton)
Çin	3.389.620,19
ABD	1.211.090
Türkiye	669.195
İspanya	360.570
Rusya	237.200

2018-2022 yılları ülkemiz çilek üretim değerleri incelendiğinde üretim miktarında 2018 yılından itibaren bir artış olduğu, üretim alanının ise dalgalı bir seyir izlediği ve 2022 yılında üretim miktarı 728.112 ton olarak (Çizelge 1.2) gerçekleştiği görülmektedir (Anonim, 2023b).

Çilek hasattan sonra klimakterik özellik göstermez bu nedenle en iyi yeme kalitesini elde etmek için tam olgunlukta veya meyvenin  $\frac{3}{4}$ 'ü kırmızı rengi aldığı anda hasat edilmesi önerilir. Genel olarak solunum hızı ile raf ömrünün ters orantılı olduğu belirtilmektedir ve çilek yüksek solunum hızına sahip bir meyve türü olması nedeniyle raf ömrü oldukça kısıtlıdır (Zhang ve ark., 2006). Meyveler 0 °C ve %95 oransal nem koşullarında çeşide göre değişmekle birlikte 7-14 günlük bir depolama ömrüne sahipken,

bu süre oda sıcaklığında 1-2 gün ile sınırlı kalmaktadır (Zhang ve ark., 2006; Doğan ve Erkan, 2021).

Çizelge 1.2. 2018-2022 yılları Türkiye çilek üretim alanı ve miktarları

Yıl	Üretim Alanı (dekar)	Üretim Miktarı (ton)
2018	161.021	440.968
2019	160.899	486.705
2020	179.777	546.525
2021	186.761	669.195
2022	222.715	728.112

Çileklerde hasat sonrası kayıpların %20-50 arasında değişim gösterdiği ve bu nedenle de hem iç pazarda hem ihracatta ürünün pazarlanmasında istenilen seviyelerin elde edilemediği görülmektedir (Doğan ve Erkan, 2021). Hasattan sonra meydana gelen ağırlık kaybı, sertlikte azalma, mekaniksel zararlanmalar ile fizyolojik ve patolojik bozukluklar meyve kalitesinin hızla düşmesine neden olmakta ve ürünün raf ömrünü kısıtlayıcı faktörler olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca *Botrytis cinerea* kaynaklı patolojik bozulmalar çileklerde hasat sonrası kayıpların en önemli sebepleri arasında gösterilmektedir (Vu ve ark., 2011).

Çileklerde raf ömrünün uzatılmasında kullanılan temel yöntem düşük depolama sıcaklığında ürün muhafaza edilmesidir. Bununla birlikte modifiye atmosferde depolama (Caner ve Aday, 2009), sıcak uygulaması (Civello ve ark., 1997), UV-C (Erkan ve ark., 2008; Sabır ve ark., 2018) ile *Aloe vera* (Sogvar ve ark., 2016), kitosan (Badawy ve ark., 2017) ve aljinat (de S. Jorge ve ark., 2013) gibi yenilebilir film kaplama uygulamalarının çileklerde hasat sonrası kalite özelliklerini korumada etkili uygulamalar olduğu belirtilmektedir.

Hasat sonrası yüzey kaplama uygulamaları yaş meyve ve sebzelerde kalitenin korunması ve biyolojik olarak parçalanmayan ambalaj malzemelerinin kullanımının azaltılması amacıyla son yıllarda önem kazanmış uygulamalardan birisidir (Amarante ve ark., 2001). Yenilebilir film kaplama uygulanan ürün yüzeyinde koruyucu ince bir tabaka meydana gelmekte ve üründe modifiye atmosfer oluşturarak solunum hızı ve su kaybını azaltmakta ve mikrobiyal gelişimi yavaşlatarak bozulmayı geciktirmektedir. Ayrıca

çeşitli antioksidan, antimikrobiyal ve diğer koruyucu bileşiklerin birlikte kullanılmasında da taşıyıcı bariyer görevi almaktadır (Parvez ve Wani, 2018).

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin) tüm bitki türlerinde içsel olarak üretilen bir indolamin olarak tanımlanır. İnsan beslenmesinde sağlıklı bir bileşen olarak olarak değerlendirilen melatoninin domates, elma, kiraz, muz ve çilek gibi birçok meyve ve sebze türünde doğal olarak bulunduğu bilinmektedir. Ayrıca bitkilerde biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı direncini arttırmak amacıyla bir sinyal molekülü olarak hareket etmekle birlikte, aynı zamanda güçlü bir serbest radikal temizleyici özelliği ile doğrudan antioksidan aktiviteye sahiptir. Yaş meyve ve sebzelerde dışsal olarak uygulanan melatonin uygulamasının hasat sonrası olgunlaşma ve yaşlanmayı geciktirdiği, üşüme zararına dayanıklılığı arttırdığı, fizyolojik ve patolojik bozulmaları azaltarak ürünlerde besin kalitesini koruduğu belirtilmektedir (Liu ve ark., 2018).

Hasat ve hasat sonrası işlemler ürünlerin kalitesini ve raf ömrünü etkilemektedir. Soğukta muhafaza hasat sonrası depolamada kalite özelliklerini korumada en etkili yöntemlerden biridir. Bu çalışmada hasat sonrası melatonin ve kitosan uygulamalarının tek başına ve birlikte kullanımının 'Albion' çilek çeşidinde soğukta muhafazasında meyve kalitesine etkileri araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Meyve ve sebzelerin hasat sonrası ömrü görsel kalite (tazelik, renk ve çürüme veya fizyolojik bozuklukların olmaması) ve tekstürel (sertlik, sululuk ve gevreklik) açıdan tanımlanmaktadır. Lezzet ise tüketici memnuniyetinde önemli rol oynar ve genel olarak ürün tüketim oranının artmasında önemli rol oynar (Pelayo ve ark., 2003).

Çilek meyvelerinin kaliteli olarak tüketiciye ulaşabilmesi için, uygun zamanda ve ürüne zarar vermeden hasat edilmesi, hızlı bir ön soğutma ve soğutma sürecinin iyi takip edilmesi gerekmektedir. Hasattan sonra çabuk bozulan bir yapıya sahip olan çilekte en önemli aşama hasat sonrası uygulamalar ile düşük sıcaklıkta depolama ve taşımada özen gösterilmesidir. Ayrıca soğuk depolamaya ilave olarak kontrollü atmosferli muhafaza, modifiye atmosfer paket uygulamaları, yenilebilir film kaplamalar gibi uygulamaların çileğin hasat sonrası raf ömrünü uzatmada ve kalitesini korumadaki etkisini artırmaktadır. Çilekte depolama ve hasat sonrası yapılan bazı teknik uygulamalar hastalık ve patolojik bulaşmaları yavaşlatmakta fakat tam anlamıyla engelleyememektedir (Yılmaz ve ark., 2019).

Çilek, oldukça çabuk bozulabilen, klimakterik olmayan bir meyvedir. Görsel kalite (tazelik, renk ve çürüme veya fizyolojik bozuklukların olmaması), tekstür (sertlik, sululuk ve gevreklik), tat ve besin değeri (vitaminler, mineraller vb) açısından maksimum kaliteyi elde etmek için tam olgunlukta hasat edilmelidir. Hasat sonrası uygun olmayan hasat sonrası koşullar ile depolama kalite ve raf ömründe azalmalara sebep olmakta, bu da bozulmalar ile tüketim kaybına ve beraberinde önemli oranda ekonomik kayıplara sebep olmaktadır.

Sentetik kimyasal fungusitlerin kullanımı hasat sonrası hastalıkları azaltmak için kullanılan en önemli yöntemlerden birisidir. Bununla birlikte tüketicilerin ürünlerdeki pestisit kalıntılarına ilişkin kaygısı ve mevcutta kullanılan birçok pestisitlere karşı patojen direnci çürüme kontrolü için alternatif yöntemler bulma ihtiyacını artırmıştır. Son zamanlarda biyolojik olarak aktif doğal ürünler, sentetik fungusitlere etkili bir alternatif olmaya başlamıştır (Tripathi ve Dubey, 2004). Taze ürünlerin korunması, yenilebilir kaplamaların uygulanmasıyla da sağlanabilmektedir. Film ve kaplamalarla meyve ve sebzelerin raf ömrünün uzatılmasında çeşitli mekanizmalar yer almaktadır. Bunlar, azalan nem kaybını ve kontrollü gaz (CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>) değişimini içermekte olup bu da solunum hızının düşmesine neden olmaktadır. Yenilebilir filmler ayrıca hasat sonrası taşıma ve işleme esnasında oluşan mekanik zararlanmaları da önleyebilmektedir.

Yenilebilir film kaplama materyalleri biyolojik yapılarına göre polisakkaritler, lipitler ve proteinler olarak 3 gruba ayrılmaktadır. Polisakkaritler grubunda yer alan kitosan doğada yaygın olarak bulunması, kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından diğer biyopolimerlerden daha üstün özelliklere sahip olması ve toksik etki göstermemesi nedeniyle yaş meyve ve sebzelerde hasat sonrasında daha çok tercih edilmektedir (Kibar, 2019).

## 2.1. Kitosan uygulamaları

Kitosan yengeç, karides, ıstakoz gibi kabuklu deniz ürünlerinin dış iskeletlerinde, küf ve maya gibi mikroorganizmaların hücre duvarlarında doğal olarak bulunan kitinin kısmen veya tamamen deasetilasyonu veya kitin deasetilaz enzimi vasıtasıyla enzimatik hidrolizi ile elde edilmektedir (No ve Meyers, 1995). Hasat öncesi ve sonrası kitosan uygulamaları sentetik fungusitlerin yerini alabilecek alternatif bir uygulama olarak değerlendirilmektedir. Bu özelliği ürünlerde hasat sonrası hastalıkların gelişimini engellemekte aynı zamanda kalite kriterlerini korumada etkili olmaktadır (Romanazzi ve ark., 2017). Kitosan misel büyümesi ve spor çimlenmesinin azaltılması ile bozukluklara neden olan organizmalarda morfolojik değişikliklerin teşvik edilmesiyle çileklerde *Botrytis cinerea*'nın neden olduğu gri küf ve *Rhizopus* çürüklüğünün azalmasını sağladığı belirtilmiştir (El Ghaouth ve ark., 1992).

Kitosan ile kaplama uygulamasının hasattan sonra yaş meyve ve sebzelerde görsel kalitesini korumada önemli etkisinin olduğu birçok araştırmada bildirilmiştir. Polifenol oksidaz enziminin inhibe edilerek enzimatik kararmanın kontrolü ile renk üzerinde olumlu etki sağlaması; meyve sertliğinin korunması, solunum hızı ve ağırlık kaybındaki azalmalar ile ürünlerin kalitelerinin korunması ve depolanma sürelerinin artırılması kitosan ile kaplamanın avantajları arasında yer almıştır (Vargas ve ark., 2006).

Çilek ve ahududuların çürümesini kontrol etmede ve kalitelerini korumada kitosan kaplamaların (%1.0 ve %2.0 w/v) etkileri araştırılmıştır. Kitosan kaplamanın kontrollerle karşılaştırıldığında 13 °C'de depolanan meyvelerin çürümesini önemli ölçüde azaltırken, kitinaz ve B-1,3,glukanaz aktivitelerinde önemli artışa neden olmuştur. Muhafaza edilen meyvelerde kitosan uygulamasının *Botrytis cinerea* ve *Rhizopus* sp.'nin neden olduğu çürümenin kontrol edilmesinde mantar ilacı olarak kullanılan Tiabendazol (TBZ) kadar etkili olduğu saptanmıştır. Kitosan kaplamanın 4 °C'de muhafaza edilen çilek ve ahududu meyvelerinde sertlik, titre edilebilir asitlik, C vitamini ve antosiyanin içeriği üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Zhang ve Quantick, 1998).

Hernández-Muñoz ve ark. (2006) %1 kalsiyum glukonat, %1.5 kitosan ve %1.5 kitosan + %1 kalsiyum glukonat içeren kaplama materyallerine batırılan çilek meyvelerini 20 °C’de 4 gün süre ile muhafaza etmişlerdir. Kalsiyum uygulamalarının yüzey hasarını azaltmada ve uygulama yapılmamış meyvelerle karşılaştırıldığında hem fungal çürümeyi hem de sertlik kaybını geciktirmede etkili olduğu belirlenmiştir. Meyve ağırlık kaybını da azaltan %1.5 kitosanla kaplanan meyvelerde fungal çürümeye rastlanmamıştır. Kitosan kaplamaların sertliğini korumaları ve dış renkte meydana gelen değişikliklerin geciktirmelerinden de anlaşılacağı üzere çileklerin olgunlaşmasını önemli ölçüde yavaşlatmıştır. Kitosan kaplama çözeltisine kalsiyum glukonat ilavesinin meyvenin raf ömrünü uzatmasına önemli bir etkisinin olmamasına karşılık, çileklerin kalsiyum içeriklerinin tek başına uygulanan kalsiyum çözeltisine oranla daha yüksek olması nedeniyle birlikte uygulamanın çileklerin besin değerinin artmasına etkili olacağı belirtilmiştir.

%1 ve %1.5 kitosan (CS) ve kalsiyum glukonat (CaGlu) ile kombine edilmiş kitosan ile kaplanan çilekler bir hafta boyunca 10 °C’de %70±5 oransal nemde depolanmıştır. Uygulamaların meyve raf ömrünü uzatmadaki etkinliği, fungal çürümeler, solunum hızı, kalite özellikleri ve genel görsel kaliteleri belirlenerek değerlendirilmiştir. %1.5 CS (CaGlu eklenmiş veya eklenmemiş) veya %1 CS + %0.5 CaGlu ile kaplanmış meyvelerde depolama süresi boyunca herhangi bir fungal kaynaklı çürümeye rastlanmamıştır. Buna karşılık kalsiyum tuzu içermeyen %1 CS ile kaplanmış çileklerin %12.5’i 5 günlük depolamadan sonra bozulmaya başlamıştır. Kitosan ile kaplamanın solunumu azalttığı bunun sonucunda olgunlaşmayı ve yaşlanma nedeniyle meyve çürümesinin ilerlemesini geciktirdiği belirtilmiştir. Kitosan ile kaplanan meyveler uygulama yapılmamış meyvelere kıyasla ağırlık kaybı, sertlik ve dış renkteki değişimleri geciktirmiştir. %1.5 kitosanla kaplanan çileklerde CaGlu’nun varlığından veya yokluğundan bağımsız olarak %1 kitosan uygulananlara göre daha az ağırlık kaybı ve kararma meydana gelmiştir. %1’lik kitosan çözeltisine kalsiyum eklenmesi meyvenin sertliğini arttırdığı ayrıca kitosan kaplama çözeltisine kalsiyum glukonat ilavesinin meyvenin kalsiyum içeriğini arttırarak besin değerini arttırdığı ifade edilmiştir (Hernandez-Munoz ve ark., 2008).

Kitosan ve balmumu uygulamalarının ayrı ayrı ve birlikte kullanımının değerlendirildiği çalışmada kitosan bazlı kaplamanın 20 °C sıcaklık ve %53 oransal nemde çileklerde depolama süresini 7 gün uzattığı belirtilmiştir. Ayrıca kaplama

uygulamalarının meyvelerde solunum oranını düzenleyerek metabolizmasını yavaşlattığı, meyve rengi ve tekstürel özelliklerini korunduğu saptanmıştır (Velickova ve ark., 2013).

Eshghi ve ark. (2014), 4 °C ve %70 oransal nemde 20 gün süreyle muhafaza edilen çileklerde nanokitosan süspansiyonun (50–110 nm) etkinliğini araştırmışlardır. Nanokitosan bazlı yenilebilir kaplama uygulamasının kaplanmamış örneklerle karşılaştırıldığında raf ömrünü 2.5 kattan fazla artırdığı tespit edilmiştir. Çileklerde nanokitosan kaplamaların renk değişimi, aromada meydana gelen bozukluklar ile su kaybını ile ortaya çıkan yaşlanma bozukluklarını geciktirdiği belirtilmiştir.

Hasat sonrası depolama sırasında nanokitosan kaplama ile birlikte farklı dozlarda kalsiyum klorür (CaCl<sub>2</sub>) konsantrasyonlarının çileğin kalitesi üzerindeki etkilerini araştırıldığı çalışmada, meyveler %0.2 nanokitosan ile kaplanmadan önce farklı konsantrasyonlarda kalsiyum klorüre (%1, %2, %3, %4) batırılmıştır. Genel kalite özellikleri, ağırlık kaybı, sertlik, titre edilebilir asitlik, suda çözünebilir kuru madde miktarı, L-askorbik asit içeriği, toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik madde içeriği, toplam antosiyanin içeriği ve malondialdehit içeriği gibi fiziko kimyasal analizleri 3 günlük aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde en etkili uygulamanın %3 CaCl<sub>2</sub> ve nanokitosan (NCTS) kombinasyonunun olduğu ve 4 °C'de 15 gün depolanan çileğin genel kalite değerlendirmesinde bu uygulamanın en yüksek puanı aldığı belirtilmiştir. Bu uygulama ayrıca ağırlık kaybını önemli ölçüde azaltmış, L-askorbik asidi, toplam antosiyanin içeriğini, antioksidan kapasitesini korumuş ve malondialdehit üretimini geciktirmiştir. 4 °C'de 15 gün depolanan çileklerde herhangi bir acılık tespit edilmemiştir (Nguyen ve ark., 2020).

Quintana ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada ultrason destekli ekstraksiyonla üretilen meyan kökü ekstraktları kitosan ile birleştirilerek yenilebilir kaplama hazırlanmıştır. Kaplama materyalinin reolojik özellikleri araştırılmış ayrıca fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla çilek meyvelerine uygulanmıştır. Meyan kökü ekstraktının kitosana eklenmesi kaplamaların reolojik özellikleri üzerinde olumlu etkiler göstermiştir. Fitokimyasalların kitosana eklenmesi kayma gerilimini azaltmış ve kaplama çözeltilerinin yeniden yapılanma yeteneğini geliştirmiştir. Ayrıca kitosan ve meyan kökü ekstraktı ile kaplanmış çilekler depolama sırasında kalite parametrelerini korumuş ve kontrollerle karşılaştırıldığında en iyi mikrobiyolojik korumayı göstermiştir. Bu nedenle meyan kökü ekstraktı ile kitosan kullanımı meyvelerin hasat sonrası kalitesini iyileştirmek ve yenilebilir kaplama üretmek için potansiyel bir strateji oluşturduğu ifade edilmiştir.

## 2.2. Melatonin Uygulamaları

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin) canlı organizmaların hücrelerinde içsel olarak üretilen ve oksin, serotonin gibi diğer indolamin bileşiklerine yapısal benzerliği olan triptofan türevi pleiotropik bir moleküldür (Jayarajan ve Sharma, 2021; Horzum, 2022). İlk olarak 1958 yılında insanlarda izole edilmiş ve 1995 yılında tek çenekli ve çift çenekli bitkiler ailesinde keşfedilmiştir (Kasım ve Kasım, 2021). Yapılan çalışmalarda elma, çilek, domates ve kiraz gibi türleri de içine alan 50'den fazla türde tohum, kök, sürgün, yaprak, çiçek, soğan ve meyvede melatoninin bulunduğu belirtilmiştir (Wang ve ark., 2020). Bitkilerde bulunan içsel melatoninin bitki büyümesini ve gelişiminin düzenlenmesi, yaprak yaşlanmasının geciktirilmesi ve meyve olgunlaşması gibi çeşitli fizyolojik süreçlerde rol oynamaktadır (Kasım ve Kasım, 2021).

İçsel melatonin miktarı tür, çeşit ve dokular arasında farklılık gösterirken, gelişme ve olgunlaşma sürecinden de etkilenmektedir. Genel olarak yaş meyve ve sebzelerde miktarı ng/g düzeyinde bulunmakta olup, çilek çeşitlerinin çoğunluğunda 5 ng/g daha fazla melatonin bulunduğu bilinmektedir (Xu ve ark., 2019). Bahçe bitkileri ürünlerinde düşük olan içsel melatonin miktarının hasat sonrası süreçteki etkisinin yeterli olmadığı ve dışsal olarak uygulanması gerektiği düşünülmektedir (Xu ve ark., 2019). Hasat sonrası dışsal melatonin uygulamalarının çilek, domates, mantar, mandarin, kiraz gibi bazı bahçe ürünlerinde içsel melatonin miktarını artırdığı bildirilmiştir (Horzum, 2022). Pang ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada 50 µmol/L melatoninin çilekte içsel melatonin miktarında ve antosiyanin birikmesinde artış gözlemlendiği vurgulanmıştır.

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

Hasat sonrası muhafaza edilen ürünlerde kalite özelliklerinde meydana gelen değişimin yavaşlatılması en önemli amaçlardan birisidir. Depolanan ürünlere dışsal olarak uygulanan melatoninin kalite özelliklerinin korumada etkili olduğu

belirtilmektedir (Wang ve ark., 2020). 100 µmol/L melatonin uygulanan çileklerde 4°C'de 12 gün depolama sonunda meyvelerde katalaz ve askorbat peroksidaz aktivitelerini azalttığı, süperoksit dismutaz aktivitesini artırarak meyvelerde çürümeyi yavaşlattığı, toplam fenol ile antosiyanin birikimini artırdığı saptanmıştır (Aghdam ve Fard, 2017).

Farklı dozlarda (0, 0.01, 0.1, 1 ve 10 mmol/L) melatonin uygulanan çileklerde 4 °C'de 12 gün süreyle depolama sonrası kalite özelliklerindeki değişimi yavaşlatmada melatonin uygulamasının etkili olduğu belirtilmiştir. Melatonin uygulamasının meyvelerde ağırlık kaybı ve çürümeyi azalttığı, renk, sertlik, toplam çözünebilir kuru madde miktarı ve titre edilebilir asitlik gibi meyve yaşlanması ile ilişkili olan kalite özelliklerindeki değişimleri de yavaşlattığı belirlenmiştir. Ayrıca 0.1 ve 1 mmol/L dozlarının hidrojen peroksit ve malondialdehit birikimini azalttığı, toplam fenolik madde ve flavanoid içeriğini artırarak antioksidan kapasitesini artırdığı saptanmıştır. Çileklerde hasat sonrası ömrün uzatılmasında 0.1 ve 1 mmol/L dozlarının en etkili dozlar olarak önerilebileceği belirtilmiştir (Liu ve ark., 2018).

Albion çilek çeşidinde hasat sonrası farklı dozlarda melatonin (0.5, 1 ve 1.5 mMol L<sup>-1</sup>) ve metil jasmonat (0.5, 1 ve 1.5 µmol L<sup>-1</sup>) 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 ve solunumun yavaşlatılmasında daha etkili olduğu saptanmıştır. çalışmada sonucunda melatonin ve metil jasmonat uygulamalarının çilek meyvesinin depolama performansı üzerine etkili olabileceği, uygulama yapılmış meyvelerin 14 güne kadar kalitenin korunarak depolanabileceği ifade edilmiştir (Düzgün S., 2022).

Melatoninin nektarinlerde hasat sonrası kalitesi özelliklerine etkisinin araştırıldığı çalışmada meyveler 0, 250, 500 ve 1000 µmol l<sup>-1</sup> dozlarında melatonine daldırılmış ve 40 gün boyunca 0–1 °C'de ve %85–90 bağıl nemde muhafaza edilmiştir. 0, 10, 20, 30 ve 40. günlerde ağırlık kaybı, solunum hızı, meyve eti sertliği, toplam çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, üşüme zararı, askorbik asit, toplam flavonoidler, toplam fenolikler ve toplam antioksidanlardaki değişiklikleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre melatonin uygulamalarının meyve yumuşaması, üşüme zararı ve solunum hızını azaltmış, yaşlanma sürecini etkili bir şekilde yavaşlatmıştır. Ayrıca bu etki konsantrasyona bağlı olup 40 günlük depolama süresince 1000 µmol l<sup>-1</sup> melatonin uygulamasın diğer dozlardan daha etkili olduğu belirlenmiştir. Melatonin uygulanmış nektarinlerin kontrole göre daha yüksek toplam antioksidan aktivite gösterdiği, bunun da

öncelikle yüksek toplam fenolik seviyeleri ve askorbik asit ve flavonoid içeriklerinde daha az kayıpla ilişkilendirildiği belirtilmiştir. Sonuçlar melatonin uygulamasının nektarin meyvelerinin hasat sonrası ömrünü uzatmak, görünümünü ve besin değerini korumak ve sağlığı geliştirici bileşiklerin kaybını azaltmak için iyi bir uygulama olabileceğini göstermiştir (Bal, 2021).

Hasat sonrası iki farklı dozda (50 ve 100 µmol) melatonin uygulamasının  $0\pm 1$  °C ve %90 oransal nemde 35 gün muhafaza edilen “Crimson” üzüm çeşidinde kalite, biyoaktif bileşikler ve enzim aktivitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Melatonin uygulamasının ağırlık kaybını azaltarak ve toplam çözünebilir katı madde, titre edilebilir asitlik, saptan kopma direnci ve sertliğini koruyarak üzümün raf ömrünü uzattığını göstermiştir. Melatonin uygulamasının aynı zamanda pektin metil esteraz ve poligalakturanaz enzim aktivitelerini de kontrole oranla azalttığı saptanmıştır. Elde edilen bulgulara göre raf ömrünü uzatmak ve soğukta depolama sırasında kalite özelliklerini korumak için hasat sonrası melatonin kullanılmasının önerilebileceği belirtilmiştir (Nasser ve ark., 2022).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma 2022-2023 yıllarında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarında ve Soğuk Hava Deposunda yürütülmüştür.

#### 3.1. Materyal

Çalışmada 'Albion' çilek çeşidi kullanılmıştır. 'Albion' serin ve ılıman bölgelere uyum sağlamış, nötr gün çeşididir. En önemli özellikleri meyveleri kalitelidir, meyve tadı açısından diğer çeşitler arasında en iyisidir ve bunu bütün sezona yayar. Meyve büyüklüğünde tüm sezon boyunca aynıdır. 'Albion' meyvesi tipik olarak uzun, konik ve çok simetrik. 'Albion', Diamante ve Aromas çeşitlerinin iyi özelliklerinden oluşan bir karışımdır. Meyve toplamaya çok elverişli bir bitki yapısı vardır (Şekil 3.1). Hasat sonrası meyvelerin dayanıklılığı diğer çeşitlerden daha uzundur (Ağaoğlu ve Gerçekçiöğlü, 2013).



Şekil 3.1. Bitkisel materyal 'Albion' çilek çeşidinin hasat öncesi görünümü

#### 3.2. Yöntem

Konya'nın Beyşehir ilçesinde ticari bir bahçeden meyve yüzeyinin  $\frac{3}{4}$ 'ü kırmızı rengi aldığı hasat edilen meyveler uygun koşullarda çalışmanın yürütüleceği Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümüne ait laboratuvara getirilmiştir. Hasarlanmış ve bir örnek renk ve büyüklükte olmayan meyveler ayrılarak hasat sonrası uygulamalar yapılmak üzere 4 eşit gruba ayrılmıştır.

İlk grup meyvelere hiçbir uygulama yapılmadan kaselere yerleştirilerek plastik kasalar içerisinde depolanmış ve kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

İkinci grup meyveye melatonin uygulaması yapılmıştır. Yapılan ön çalışmalar sonucu belirlenen uygun doz olan 0.1 mM melatonin çözeltisine meyveler 5 dakika

süreyle batırılmış ve kuruması için bir süre oda koşullarında bekletilerek kaselere yerleştirilmiştir.

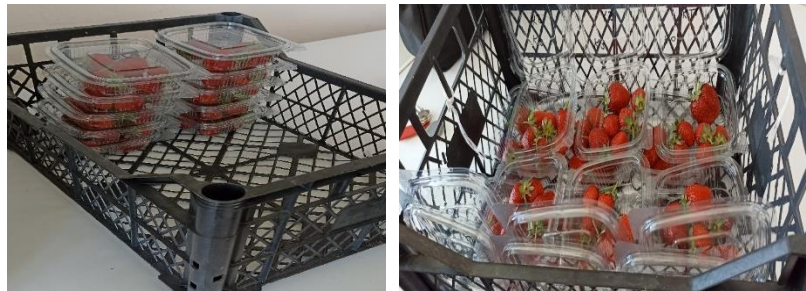
Üçüncü grup meyvelere %1 kitosan uygulaması yapılmıştır. Bu amaçla 10 g kitosan bir miktar asetik asit içerisinde çözdürüldükten sonra saf su ile 1000 ml'ye tamamlanarak çözelti tamamen çözününceye kadar manyetik karıştırıcıda tutulmuştur. Elde edilen çözeltiliye meyveler 5 dakika süreyle batırılmış ve meyve üzerindeki suyun uzaklaşması için bir süre oda koşullarında kurutma işlemi yapılmıştır (Şekil 3.5).

Son grup meyveler 0.1 mM melatonin ve %1 kitosan çözeltilerinin karıştırılması ile hazırlanan çözeltiliye 5 dakika süreyle batırılarak ve kurutma işlemi yapılarak kaselere yerleştirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Depolama öncesi meyvelere yapılan uygulamalar ve kurutma işlemi

Tüm uygulama yapılan ve yapılmayan meyveler kapaklı polietilen teraflat (PET) kaplara konularak 4 °C'de ve %90-95 oransal nemde 15 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresinin başlangıcı ile 4, 8, 12 ve 15. günlerde meyveler depodan çıkartılarak kalite analizleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Uygulama yapılan meyvelerin plastik kaplar içindeki görünümü

### 3.3. Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Analizler

#### 3.3.1. Ağırlık kaybı

Çilekte muhafaza sürecinin başlangıcında numaralar verilmiş ve her meyve hassas terazide (0.01 g hassasiyetli) tartılmıştır. Meyvelerin muhafaza süresi boyunca tekrar tartılması ile oluşan farklılıklar % ağırlık kaybı olarak aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = [(BA - SA) / BA] * 100$$

BA: Başlangıç ağırlığı

SA: Son ağırlığı

#### 3.3.2. Meyve rengi

Depolama süresince çileklerde meydana gelen renk değişimlerini belirlemek amacıyla depodan çıkartılan örneklerde ekvator bölgesinde karşılıklı yüzeylerinde renk ölçüm cihazı kullanılarak (CR 400, MinoltaCo, Japonya) CIE L\* a\* ve b\* değerleri okunacak, C\* (kroma) ve hue açısı (h°) değerleri hesaplanmıştır (Şekil 3.4) (McGuire, 1992).



Şekil 3.4. 'Albion' çilek çeşidinde renk ölçümü

#### 3.3.3. Meyve sertliği

Depodan çıkartılan çileklerin meyve sertliğini saptamak amacıyla muhafaza süresince her meyvenin ekvatorial bölgesinden konik uç kullanılarak dijital penetrometre ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Newton (N) olarak verilmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. 'Albion' çilek çeşidinde meyve sertliği ölçümü

### 3.3.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM)

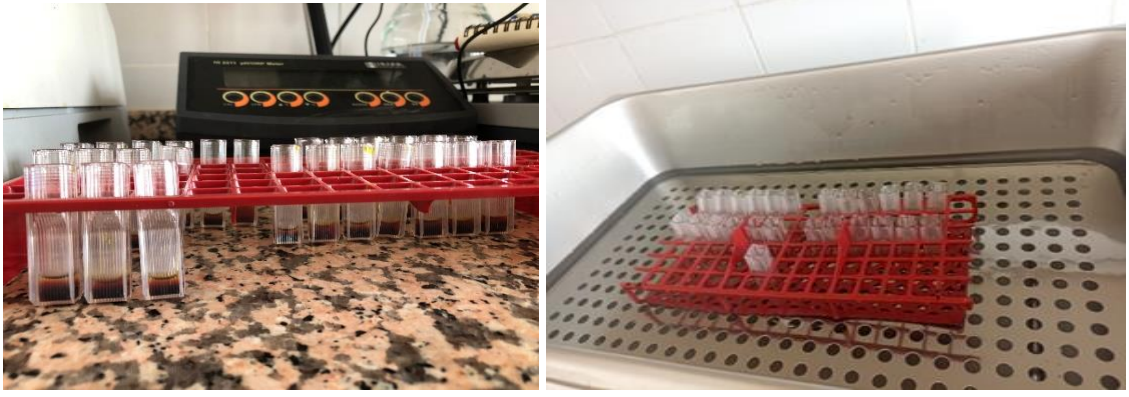
Meyvelerin sıkılması ile elde edilen meyve sularında el refraktometresi (Atago, Japonya) ile ölçüm yapılmış ve sonuçlar % olarak ifade edilmiştir.

### 3.3.5. Titre edilebilir asit miktarı (TEA)

Meyvelerden elde edilen meyve suyundan 5 ml alınarak üzeri saf su ile 50 ml'ye tamamlanmış ve 0.1 N NaOH ile pH'sı 8.1 oluncaya kadar titre edilmiştir. Sonuçlar sitrik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2007).

### 3.3.6. Poligalakturonaz (PG) enzim aktivitesi

PG enzim aktivitesi Pathak ve Sanwal (1998) ve Miller (1959) tarafından geliştirilen Dinitro salisilik asit (DNS) yönteminde bazı modifikasyonlar gerçekleştirilerek yapılmıştır. 20 µl meyve suyu üzerine 100 µl pektin çözeltisi ilave edilmiştir. 30 °C'de 10 dakika boyunca inkübe edilen örnekler üzerine 120 µl DNS çözeltisi ilave edilmiştir. 4 dakika boyunca 96 °C'lik su banyosunda kalan örnekler, daha sonra 3 dakika buz içerisinde soğutulması sağlanarak oda sıcaklığına getirilmiştir (Şekil 3.6). Spektrofotometrede 530 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. (Canan, 2012)



Şekil 3.6. Çilek meyvelerinde poligalakturonaz enzim aktivitesi miktarının ölçüm öncesi hazırlanması

**Meyve ekstraksiyonu:** Muhafaza edilen meyvelerde Thaipong ve ark. (2006) tarafından tanımlanan yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak meyve ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Blender ile püre haline getirilen meyvelerden 5 g alınarak üzerine 25 mL metanol eklenmiştir. Ultra-Turrax homojenizatör (IKA, T18 digital, Staufen, Germany) ile 2 dakika süreyle homojenize edilmiştir. Elde edilen çözelti 16 saat 4 °C’de tutulduktan sonra soğutmalı santrifüjde 8000 x g’de 15 dakika santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmı alınarak kahverengi şişelerde analiz edilinceye kadar -20 °C’de saklanmıştır. Elde edilen bu çözelti toplam fenolik madde miktarı ile toplan antioksidan aktivitenin belirlenmesinde kullanılmıştır.

### 3.3.7. Toplam fenolik madde (TFM) miktarı

Folin-Ciocalteu ayracı kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir. Ekstrakte edilmiş çözülden 100 µL alınarak üzerine Folin-Ciocalteu ayracı eklenerek çalkalanmış ve 3 dakika süreyle oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda doymuş sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek üzeri saf su ile tamamlanmıştır. 25°C’de 2 saat inkübe edilen çözelti spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda okunarak sonuçlar mg/100g olarak verilmiştir (Singleton, 1999).

### 3.3.8. Toplam antioksidan aktivite (TAA)

Antioksidan miktarının belirlenmesinde Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) metodu uygulanmıştır. 150 µL örnek ekstraktı üzerine 2850 µL FRAP çalışma solüsyonu ilave edilerek 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Bu süre sonunda spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Elde edilen değerler 10-100 µmol/l konsantrasyonlarında hazırlanan trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-

tetramethylchromane-2-carboxylic acid) standart eğrisi ile hesaplanarak FRAP antioksidan aktivitesi  $\mu\text{mol/g}$  taze ağırlık olarak ifade edilmiştir (Benzie ve Strain, 1996).

### 3.3.9. Askorbik asit (C vitamini) miktarı

C vitamini miktarı Pearson ve ark. (1970)'e göre boya çözeltisi kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir. Çilekler blender ile püre haline getirildikten sonra 5 g meyve örneği tartılıp üzerlerine 45 mL %0.4 oksalik asit eklenerek filtre kağıdından süzümüştür. Elde edilen süzüntüden 1 mL alınarak üzerine 9 mL boya çözeltisi ( $\text{C}_{12}\text{H}_6\text{C}_{12}\text{NO}_2\text{-Na}$ ) eklenip 520 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Şekil 3.7). Standart olarak 1 ml süzüntü üzerine 9 mL saf su eklenerek elde edilen çözelti kullanılmıştır (Küçükbasmaci Sabir, 2008).



Şekil 3.7. Çilek meyvelerinde Askorbik asit (C vitamini) miktarı ölçüm öncesi hazırlanması

### 3.10. Görsel Kalite

Panelistler tarafından analiz dönemlerinde çileklerde renk, sertlik, kaliks ve genel görünüm 1-5 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir (Nguyen ve ark., 2020). Skalada;

5= Mükemmel (Kaliks yeşil ve dik, buruşma yok, meyve sert; çürüme %0)

4= İyi (Kaliks yeşil ancak hasattan daha az dik, hafif buruşma var, çürüme %0)

3= Kabul edilebilir sınır (Kaliks kuru ve solgun; çürüme %0)

2= Kötü (Meyvelerde kuruma başlangıcı ve kalikte aşırı solgunluk; çürüme %1-5)

1= Çok kötü (Kaliks aşırı kuru ve sarımsı ve kahverengimsi yeşil renkte; çürüme %10'dan fazla)

### 3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 12 adet meyveden oluşmuştur. Denemeden elde edilen veriler JMP (versiyon 5.0.1) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, ortalamaları arasındaki farklılıklar Student's t-test çoklu karşılaştırma testine ( $p < 0.05$ ) göre gruplandırılmıştır.



## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

### 4.1. Ağırlık Kaybı

Soğukta muhafaza edilen 'Albion' çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen ağırlık kayıpları Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Soğukta depolama süresince ağırlık kaybı üzerine uygulama, muhafaza süresi, uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel açıdan ( $p<0.05$ ) önemli bulunmuştur.

Hasat sonrası uygulamaların ortalama ağırlık kaybına etkisi incelendiğinde en yüksek ortalama kayıp kontrol grubu meyvelerde (%3.17) meydana gelirken, en düşük ağırlık kaybı kitosan+melatonin uygulamasında (%2.09) ölçülmüştür. Melatonin ve kitosan uygulamaları sırasıyla %2.48 ve %2.58 ile aynı istatistiksel grupta yer almışlardır. Soğukta muhafazanın 4. gününde ortalama ağırlık kaybı %2.51 iken, muhafaza süresince artarak 15. günün sonunda %3.90 olarak hesaplanmıştır.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyvelerin ağırlık kayıplarında artış gözlemlenmiştir. Soğukta muhafazanın 4. gününden itibaren artan ağırlık kaybında bu muhafaza süresinde en fazla kayıp kontrol grubu (%2.98) meyvelerde görülürken, kitosan+melatonin (%2.06) uygulanan meyvelerde daha düşük bir kayıp oranı tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda tüm muhafaza süresince meydana gelen değişime benzer şekilde ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada kitosan+melatonin uygulamasının en etkili uygulama olduğu ve %3.25 oranında bir kayıp meydana geldiği tespit edilmiştir. En yüksek ağırlık kaybı kontrol grubu (%4.89) meyvelerde meydana gelirken, melatonin (%3.72) ve kitosan (%3.75) uygulamaları istatistiksel olarak birbirleri ile aynı grupta yer almışlardır.

**Çizelge 4.1.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının 'Albion' çilek çeşidinde muhafaza süresince ağırlık kaybı (%) değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	0.00 k	2.98 fg	3.67 cd	4.33 b	4.89 a	3.17 A
Melatonin	0.00 k	2.37 ij	3.00 fg	3.31 ef	3.72 c	2.48 B
Kitosan	0.00 k	2.64 hi	3.15 efg	3.36 de	3.75 c	2.58 B
Kitosan+Melatonin	0.00 k	2.06 j	2.19 j	2.95 gh	3.25 efg	2.09 C
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	0.00 E	2.51 D	3.00 C	3.49 B	3.90 A	
LSD <sub>5%</sub> Muh. Sür.= 0.16 Uyg.= 0.14 Uyg. x Muh. Sür.= 0.32						

\* İstatistiksel gruplandırılmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Soğukta depolama süresince meyvelerde meydana gelen ağırlık kaybı esas olarak kabukta meydana gelen solunum ve su kaybı ile ilişkilendirilmektedir. Çileklerde kabuk veya yüzeyde mumsu tabakanın bulunmaması sonucunda su kaybı daha hızlı gerçekleşmekte ve sonucunda meyvelerde büzüşme, yüzey zararlanması, yumuşama ve yüzey renginin koyulaşması gibi kalite özelliklerini olumsuz etkileyebilecek sonuçlar ortaya çıkmaktadır (Nasrin ve ark., 2017). Çileklerde pazarlama sırasında kabul edilebilir su kaybı miktarının yaklaşık %6'dan fazla olmaması gerekmektedir (Nunes ve ark., 1995).

Çalışma sonucu elde edilen bulgulara göre hasat sonrası uygulamaların tek başına veya birlikte kullanıldığında ağırlık kaybındaki artışı yavaşlatmada etkili olduğu belirlenirken, uygulamaların birlikte kullanımının etkisinin tek olarak kullanıma oranla daha fazla olduğu saptanmıştır. Yenilebilir kaplamalar meyve yüzeyinde bariyer görevi görerek su kaybını kısıtlamakta ve mekanik yaralanmalardan korumakta ayrıca küçük yaraları kapatarak dehidrasyonu da geciktirmektedir. (Ribeiro ve ark., 2007). Çilekte yapılan bir çalışmada kalsiyum glukonat ile birlikte kullanılan kitosanın soğukta muhafaza süresince ağırlık kaybını azaltmadaki etkisinin sadece kalsiyum glukonat kullanımına oranla daha fazla olduğu belirtilmiştir (Hernández-Muñoz ve ark., 2006). Çilekte yapılan bir başka çalışmada da nanokitosan kaplama ile birlikte uygulanan kalsiyum klorürün ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu, en etkili uygulamanın uygulamaların birlikte kullanımı ile elde edildiği belirtilmiştir. Kitosan kaplamanın oksijen, karbon dioksit ve su kaybına karşı yarı geçirgen bir bariyer görevi görerek solunum, oksidasyon reaksiyonları ve su kaybını azalttığı belirtilmektedir (Gol ve ark., 2013).

Melatonin uygulamalarının meyvelerde hasat sonrası fizyolojik olayları yavaşlatarak kalite özelliklerini koruyarak muhafaza süresini uzattığı belirtilmektedir (Ze ve ark., 2021). Liu ve ark. (2018) kontrol ve melatonin uygulanmış çileklerde ağırlık kaybının depolama sırasında arttığını belirtmişlerdir. Kontrol ve 0.01 mmol L<sup>-1</sup> melatonin uygulamasıyla karşılaştırıldığında, 0.1 ve 1 mmol L<sup>-1</sup> melatonin uygulamalarının meyvelerde ağırlık kaybını 9. günden 12. güne kadar önemli ölçüde azalttığını saptamışlardır. Bu durumun çilek meyvesinin ağırlık kaybını azaltmak için çok önemli olan daha iyi kabuk mukavemeti özellikleri ile ilişkili olabileceği vurgulanmıştır. Benzer şekilde hasat sonrası melatonin uygulamalarının üzüm (Nasser ve ark., 2022), kiraz (Wang ve ark., 2019) ve şeftali (Gao ve ark., 2016) meyvelerinde soğukta muhafaza süresince ağırlık kaybını azaltmada etkili olduğu belirtilmiştir.

## 4.2. Meyve Rengi

### 4.2.1. L\* değeri

Hasat sonrası yapılan uygulamaların 15 gün soğukta depolama süresince çileklerin meyve rengi L\* değeri üzerine etkileri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Buna göre meyve rengi L\* değerlerindeki uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak ( $p<0.05$ ) önemsiz bulunmuştur.

Hasat sonrası uygulamaların ortalama L\* değerine etkisi incelendiğinde, en düşük değer kontrol (31.78) meyvelerde belirlenirken, melatonin uygulaması (32.62) ile kitosan+melatonin uygulamasının (32.50) L\* değerinin korunmasında en etkin uygulamalar olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza sürecinin başlangıcında ortalama L\* değeri 34.76 iken, bu değer 15. günde azalarak 30.77’ye gerilemiştir.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyvelerin L\* değerinde azalma meydana gelirken, meyvelerin bu azalmaya bağlı olarak parlaklıklarını yitirdiği saptanmıştır. Soğukta muhafazanın başlangıcında 34.76 olarak ölçülen değer, 15 günlük muhafaza süresi sonunda L\* değeri 29.86 (kontrol) ile 31.35 (kitosan+melatonin) arasında değişim göstermiştir.

**Çizelge 4.2.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının ‘Albion’ çilek çeşidinde muhafaza süresince L\* değeri değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	34.76	32.07	31.39	30.81	29.86	31.78 B
Melatonin	34.76	33.22	32.80	31.27	31.07	32.62 A
Kitosan	34.76	32.04	31.88	31.46	30.81	32.19 AB
Kitosan+Melatonin	34.76	32.47	31.73	32.19	31.35	32.50 A
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	34.76 A	32.45 B	31.95 BC	31.43 C	30.77 D	
LSD <sub>%5</sub> Muh. Sür.= 0.52 Uyg.= 0.46 Uyg. x Muh. Sür.= Ö.D.						

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Ö.D: Önemli Değil

### 4.2.2. C\* değeri

Soğukta muhafaza edilen ‘Albion’ çeşidinde muhafaza süresince C\* değerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.3’te gösterilmiştir. Soğukta depolama süresince C\* değerindeki değişime uygulama ve muhafaza süresi istatistiksel olarak önemli bulunurken, uygulama x muhafaza süresi interaksyonu önemsiz ( $p<0.05$ ) bulunmuştur.

Hasat sonrası uygulamaların C\* değerine etkisi incelendiğinde en yüksek ortalama C\* değeri melatonin uygulamasında (32.04) ölçülürken, bunu sırasıyla aynı istatistiksel grupta yer alan kitosan+melatonin (31.84) ve kitosan (31.83) uygulamaları takip etmiştir. Kontrol (31.09) meyvelerinde en düşük C\* değeri saptanmıştır (Çizelge 4.3). Muhafaza başlangıcında 32.10 olarak belirlenen değer, 4. günde artarak 32.58 ile en yüksek değere ulaşmış, ilerleyen muhafaza süresi ile birlikte doğrusal olarak azalarak 15. günde 30.17 olarak ölçülmüştür. 0. (32.10) ve 8. (32.00) günler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyvelerin C\* değerinde azalma gözlemlenmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en düşük C\* değeri kitosan (29.39) uygulanan meyvelerde meydana gelirken, en yüksek L\* değeri melatonin uygulanan meyvelerde (30.84) tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının ‘Albion’ çilek çeşidinde muhafaza süresince C\* değeri değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	32.10	31.62	31.28	30.65	29.80	31.09 B
Melatonin	32.10	33.41	32.44	31.40	30.84	32.04 A
Kitosan	32.10	32.81	32.07	32.80	29.39	31.83 A
Kitosan+Melatonin	32.10	32.46	32.21	31.79	30.65	31.84 A
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	32.10 AB	32.58 A	32.00 AB	31.66 B	30.17 C	
LSD <sub>5</sub> Muh. Sür.= 0.70 Uyg.= 0.62 Uyg. x Muh. Sür.= Ö.D.						

\* İstatistiksel gruplandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Ö.D: Önemli Değil

#### 4.2.3. Hue açısı değeri

Soğukta depolama süresince melatonin, kitosan ve kitosan+melatonin uygulaması yapılmış çilek meyvelerinde hue açısı değerine ait değişimler Çizelge 4.4’te gösterilmiştir. Soğukta depolanan çileklerde hue açısı değeri üzerine uygulama ve muhafaza süresi önemli bulunurken, uygulama x muhafaza süresi interaksyonları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Hasat sonrası uygulamaların hue açısı değerine etkisi bakıldığında en yüksek ortalama değer kitosan+melatonin uygulanan meyvelerde ( $31.95^\circ$ ) ölçülürken, bunu sırasıyla melatonin ( $31.80^\circ$ ), kitosan ( $31.52^\circ$ ) ve kontrol grubu ( $30.23^\circ$ ) uygulamaları takip etmiştir. Hasat sonrası yapılan uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık

olmadığı tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesi ile meyvelerde ortalama hue açısı değerinde azalmalar meydana gelmiştir. Muhafaza başlangıcında 33.11° olan hue açısı değeri azalarak muhafaza süresi sonunda ortalama 29.76° olarak ölçülmüştür.

15 günlük muhafaza süresi sonunda hue açısı değeri tüm uygulamalarda ve kontrol grubu meyvelerinde azalış göstermiştir. En düşük azalma kitosan+melatonin uygulanan (30.37°) meyvelerde meydana gelmiştir. En yüksek azalma ise kontrol grubu meyvelerde (28.43°) belirlenmiştir.

**Çizelge 4.4.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının ‘Albion’ çilek çeşidinde muhafaza süresince hue açısı (h°) değeri değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	33.11	30.63	30.08	28.90	28.43	30.23 B
Melatonin	33.11	33.42	31.53	30.72	30.24	31.80 A
Kitosan	33.11	32.85	31.19	30.49	29.99	31.52 A
Kitosan+Melatonin	33.11	32.39	32.34	31.55	30.37	31.95 A
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	33.11 A	32.32 B	31.28 C	30.41 D	29.76 D	
LSD <sub>5%</sub> Muh. Sür.= 0.67 Uyg.= 0.60 Uyg. x Muh. Sür.= Ö.D.						

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama etkileşimi arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır. Ö.D: Önemli Değil

Çilekte meyve rengi ve parlaklık meyve kalitesini etkileyen önemli unsurlardan birisidir. Muhafaza edilen meyvelerde sürenin ilerlemesi ile birlikte renkte meydana gelen değişimler hasat sonrası uygulamalarla geciktirilebilmektedir (Sabır ve ark., 2018). Muhafaza süresince L\*, C\* ve hue açısı değerinde meydana gelen azalma meyvelerin renginde koyulaşmaya neden olmaktadır. Çilekte meydana gelen bu renk koyulaşması antosiyaninlerin yıkımı ve su kaybına bağlı olarak artan polifenol oksidaz aktivitesinin artması ile çözünebilir fenolik bileşiklerin oksidasyonu sonucu meydana gelebileceği belirtilmektedir (Nunes ve ark., 2005). Hasat sonrası yapılan uygulamalarda özellikle kitosan ile melatonin birlikte kullanıldığı meyvelerde su kaybının daha az olması bu ürünlerdeki renk değişimlerinin daha yavaş gerçekleşmesi ile sonuçlanmıştır. Sonuçlar çilekte renk değişimlerini yavaşlatmada kitosanın tek başına veya kalsiyum tuzları ile birlikte kullanıldığında etkili olduğu belirtilen çalışmalarla da desteklenmektedir (Hernández-Muñoz ve ark., 2006; Hernandez-Munoz ve ark., 2008).

Hasat sonrası melatonin uygulamasının çileklerde L\* ve hue açısı değerindeki azalışı yavaşlattığı ancak C\* değeri üzerine etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Liu ve ark., 2018). Melatonin uygulamasının kiraz meyvelerinde 63 gün depolama süresince L\*, C\*

ve h° değerlerinin korunduğu vurgulanmıştır (Wang ve ark., 2019). Melatoninin rengi değerlerini korumadaki en önemli etkisinin ürünün yaşlanmasını yavaşlatması olarak açıklanabilir.

### 4.3. Meyve Sertliği

Soğukta muhafaza edilen çileklerde hasat sonrası uygulamaların meyve sertliğine etkisi Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Soğukta depolama süresince meyve sertliğinde meydana gelen değişime uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonu etkisi istatistiksel açıdan ( $p < 0.05$ ) önemli bulunmuştur.

Hasat sonrası uygulamalar meyve sertliğini korumada etkili olmuştur. Ortalama meyve sertliği değerleri incelendiğinde en yüksek değer kitosan+melatonin (6.63 N) uygulamasında ölçülmüştür. Bu uygulamayı kitosan (6.41 N) ve melatonin (6.24 N) uygulamaları takip etmiş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. En düşük değer ise kontrol grubu meyvelerde tespit edilmiştir (4.98 N). Soğukta muhafaza edilen meyvelerde muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyve sertliğinde azalma meydana gelmiştir. Muhafaza süresi ortalamaları incelendiğinde muhafazanın başlangıcında 7.82 N olan değer muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte doğrusal olarak azalarak 15. günde 4.25 N seviyesine düşmüştür.

15 günlük soğukta depolama süresince muhafaza edilen çilek meyvelerinde 7.82 N olan başlangıç sertlik değerinde depolama süresinin ilerlemesi ile birlikte azalma belirlenmiştir. Tüm muhafaza süresince uygulamaların birlikte kullanımının sertlikteki azalışı yavaşlatmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en az sertlik kaybı kitosan+melatonin uygulanan (5.20 N) meyvelerde meydana gelirken, bunu sırasıyla kitosan (4.62 N), melatonin (4.30 N) uygulamaları takip etmiştir. En fazla sertlik kaybı ise kontrol grubu meyvelerde gerçekleşmiştir (2.90 N). 15 günlük muhafaza süresi sonunda kontrol meyvelerinde başlangıçtaki meyve eti sertlik değerinde yaklaşık %63 oranında bir azalma meydana gelirken, kitosan+melatonin uygulamasında bu azalış yaklaşık %33 oranında gerçekleşmiştir.

**Çizelge 4.5.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının ‘Albion’ çilek çeşidinde muhafaza süresince meyve sertliği (N) değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	7.82 a	5.52 d	4.49 e	4.16 e	2.90 f	4.98 C
Melatonin	7.82 a	7.08 b	6.36 c	5.63 d	4.30 e	6.24 B
Kitosan	7.82 a	7.34 ab	6.86 b	5.39 d	4.62 e	6.41 B
Kitosan+Melatonin	7.82 a	7.75 a	6.92 b	5.47 d	5.20 d	6.63 A
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	7.82 A	6.92 B	6.16 C	5.16 D	4.25 E	
LSD <sub>5</sub> Muh. Sür.= 0.25 Uyg.= 0.22 Uyg. x Muh. Sür.= 0.49						

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksiyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Meyve sertliği, taze meyve ve sebzelerin tüketici tarafından kabul edilebilirliğinde kritik bir kalite özelliği olmakla birlikte hasat sonrası ömrü ve kaliteyi de etkilemektedir. Çilek olgunlaşma sırasında sertliğini hızlı bir şekilde kaybeden yumuşak yapıya sahip bir meyve türüdür. Meyve tekstür özellikleri, hücre şişkinliğinden ve hücre duvarı polisakkaritlerinin yapısı ve bileşiminden etkilenmektedir (Koh ve Melton, 2002).

Elde ettiğimiz bulgulara göre hasat sonrası uygulamaların kontrol ile karşılaştırıldığında sertliği korumada etkili olduğu, uygulamaların birlikte kullanımının etkisinin tek başına kullanımdan önemli ölçüde daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Benzer bulgular Hernández-Muñoz ve ark. (2006) tarafından çilekte yapılan çalışmada da belirtilmiştir. Araştırmacılar kalsiyum glukonat eklenmiş kitosanın meyve sertliğini koruduğunu, 4 günlük muhafaza süresi sonunda kontrol meyvelerinde %40, kalsiyum glukonat uygulanmış meyvelerde %20 oranında sertlik kaybı meydana geldiğini belirtmişlerdir. Ayrıca sertlikte meydana gelen azalışı yavaşlatmada kitosan ve kalsiyum glukonat uygulamasının birlikte kullanımının tek başına kullanımlarından çok daha etkili olduğunu vurgulamışlardır. Yapılan bir başka çalışmada %1 ve %2 kitosan kullanılarak 4 °C’de 16 gün muhafaza edilen çileklerde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte meyve sertliğinin azaldığını ve kitosan uygulamalarının sertlik kaybını yavaşlattığı belirtilmiştir (Zhang ve Quantick, 1998). Kitosan uygulamasının meyve yüzeyinde oluşturduğu yarı geçirgen film sayesinde meyvenin içsel oksijen, karbondioksit ve etilen miktarlarını modifiye ederek olgunlaşmayı yavaşlattığı ve buna bağlı olarak da meydana gelen sertlik kaybını geciktirdiği düşünülmektedir.

Melatonin uygulamasının muhafaza edilen ürünlerde sertlikte meydana gelen azalışı yavaşlatmaktadır. Bu etkinin dışsal olarak uygulanan melatoninin solunum mekanizmasını yavaşlatarak hasat sonrası yaşlanmayı geciktirdiği ve sonucunda sertliği

koruduğu belirtilmektedir (Wang ve ark., 2019). Liu ve ark. (2018) 4 °C’de muhafaza edilen çileklerde muhafaza srsinin ilerlemesi ile birlikte sertliğin azaldığını ve melatonin uygulamasının kontrol ile karşılatırıldığında sertlik değerini korumada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde kivi (Luo ve ark., 2022), nektarin (Bal, 2021), erik (Bal, 2019) ve kiraz (Wang ve ark., 2019) meyve türlerinde hasat sonrası melatonin uygulamasının sertlik değerini korumada etkili olduğu vurgulanmıştır.

#### **4.4. Suda öznebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM)**

Soğukta muhafaza edilen çileklerde hasat sonrası uygulamaların suda çözünebilir kuru madde miktarına etkileri izelge 4.6’da gösterilmiştir. Soğukta depolama süresince suda çözünebilir madde miktarında meydana gelen değişime uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonu etkisi istatistiksel açıdan ( $p<0.05$ ) nemli bulunmuştur.

Hasat sonrası uygulamalar SÇKM’yi korumada etkili olmuştur. Ortalama SÇKM incelendiğinde en yüksek değer kontrol (%10.69) grubunda ölçülmüştür. Bu sonucu sırasıyla melatonin (%10.29), kitosan (%10.24) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer ise kitosan+melatonin uygulanan meyvelerde tespit edilmiştir (%10.16). Soğukta muhafaza edilen meyvelerde muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte SÇKM değerinde artış meydana gelmiştir. Muhafaza süresi ortalamaları incelendiğinde muhafazanın başlangıcında ile 4. günde %10.13 olan değer, muhafazanın sonunda %10.83’e yükselmiştir.

15 günlük soğukta depolama süresince muhafaza edilen ilek meyvelerinde %10.13 olan başlangıç SÇKM değerinde depolama süresinin ilerlemesi ile birlikte artış gözlemlenmiştir. Tüm muhafaza süresince uygulamaların birlikte kullanımının SÇKM’deki artışı yavaşlatmada daha etkili olduğu tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en fazla SÇKM değerini kontrol (%11.00) grubunda belirlenirken, bu uygulama ile aynı istatistik grupta yer alan melatonin ve kitosan uygulamalarında sırasıyla %10.93 ve %10.86 değerleri ölçülmüştür. En düşük SÇKM değerini ise kitosan+melatonin (%10.53) uygulanan meyvelerde belirlenmiştir.

**Çizelge 4.6.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının ‘Albion’ çilek çeşidinde muhafaza süresince SÇKM (%) değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	10.13 d	10.46 bc	10.93 a	10.93 a	11.00 a	10.69 A
Melatonin	10.13 d	10.13 d	10.06 d	10.20 cd	10.93 a	10.29 B
Kitosan	10.13 d	10.00 d	10.13 d	10.06 d	10.86 a	10.24 BC
Kitosan+Melatonin	10.13 d	9.93 d	10.13 d	10.06 d	10.53 b	10.16 C
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	10.13 C	10.13 C	10.31 B	10.31 B	10.83 A	
LSD <sub>5</sub> Muh. Sür.= 0.14 Uyg.= 0.13 Uyg. x Muh. Sür.= 0.29						

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksiyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Çileklerde lezzet, tatlılık ve asitlik organoleptik kaliteyi oluşturan üç ana bileşendir. Yoğun aromaya sahip meyveler aynı zamanda yüksek titre edilebilir asit ile yüksek çözünür katı maddeye sahiptirler. Çilek gelişimi sırasında ve özellikle meyve olgunlaşması aşamasında çok sayıda biyokimyasal değişiklik gözlenir. Olgunlaşmış çileklerin başlıca çözünebilir bileşenleri çözünür şekerler ile organik asitlerdir (Kuchi ve Sharavani, 2019). Soğukta depolama süresince ürünlerin su kaybının olması meyve suyunda şeker miktarının artmasına ve sonucunda da SÇKM değerinde yükselişe sebep olabileceği bildirilmiştir (Çavdarıcı, 2022). Hasat sonrası kitosan kaplama uygulamasının özellikle melatonin ile birlikte kullanımının SÇKM’de meydana gelen değişimi yavaşlattığı bu yavaşlatma etkisinin hem yaşlanmayı geciktirmesi hem de su kaybını önlemesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Elde ettiğimiz bulgular çilekte kitosan (Hernández-Muñoz ve ark., 2006) ve melatonin (Liu ve ark., 2018) ile yapılan çalışmalarda da muhafaza süresince SÇKM’de meydana gelen değişimin daha yavaş gerçekleştiğinin belirtildiği sonuçlarla desteklenmektedir.

#### 4.5. Titre Edilebilir Asit Miktarı (TEA)

Soğukta muhafaza edilen ‘Albion’ çilek meyvelerinde muhafaza süresince TEA oranındaki değişimler Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Soğukta depolama süresince TEA üzerine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksiyonu istatistiksel açıdan ( $p<0.05$ ) önemli bulunmuştur.

Hasat sonrası uygulama ortalamaları incelendiğinde en yüksek TEA değeri kitosan+melatonin uygulamasında (%0.867) ölçülürken, en düşük değer kontrol grubu (%0.779) belirlenmiştir. Soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama TEA değeri

%0.942 iken bu değer muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte azalarak 15. günde %0.719'a düşmüştür.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyvelerin TEA değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek TEA değeri melatonin uygulanan (%0.757) meyvelerde belirlenirken, bu uygulamayı sırasıyla kitosan+melatonin (%0.745) ve kitosan (%0.728) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer kontrol grubu (%0.635) meyvelerde saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Çilekte tadı oluşturan en önemli organik asit sitrik asittir ve konsantrasyonu 4 ila 12 mg g<sup>-1</sup> arasında değişim gösterir. Bu asit meyve gelişimi ve hasattan sonra kademeli olarak azalan meyve titre edilebilir asitliğine büyük ölçüde katkıda bulunur (Kuchi ve Sharavani, 2019). Melatonin uygulamasının tek başına ve kitosan ile birlikte kullanıldığında muhafaza süresince azalan TEA değerinin korunmasında etkili uygulamalar olduğu saptanmıştır. bu sonuçlar çilekte melatonin (Liu ve ark., 2018) ve kitosan (Zhang ve Quantick, 1998) uygulamalarının asitlik değerindeki azalışı yavaşlatmada etkili olduğu belirtilen araştırmalarla da uyumludur. Asitlik değerinde meydana gelen bu azalışın solunum ile organik asitlerin tükenmesi sonucu ortaya çıktığı ve hasat sonrası uygulamaların yaşlanmayı geciktirerek TEA değerindeki düşüşü yavaşlattığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.7.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının 'Albion' çilek çeşidinde muhafaza süresince titre edilebilir asit (%) değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	0.942 a	0.880 c	0.738 e	0.699 f	0.635 g	0.779 C
Melatonin	0.942 a	0.937 a	0.834 d	0.815 d	0.757 e	0.857 AB
Kitosan	0.942 a	0.925 ab	0.824 d	0.821 d	0.728 ef	0.848 B
Kitosan+Melatonin	0.942 a	0.922 ab	0.899 bc	0.826 d	0.745 e	0.867 A
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	0.942 A	0.916 B	0.824 C	0.790 D	0.716 E	
LSD <sub>5</sub> Muh. Sür.= 0.018 Uyg.= 0.016 Uyg. x Muh. Sür.= 0.036						

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksiyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

#### 4.6. Poligalakturonaz (PG) Enzim Aktivitesi

Soğukta muhafaza edilen 'Albion' çilek meyvelerinde muhafaza süresince PG enzim aktivitesindeki değişimler Çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Soğukta depolama

süresince PG üzerine uygulama ve muhafaza süresi etkisini istatistiksel açıdan ( $p<0.05$ ) önemli bulunmuştur.

Hasat sonrası uygulamaları incelendiğinde en yüksek değer kontrol grubu (1.60 mmol/kg/s) meyvelerde ölçülmüştür. Bu uygulamayı sırasıyla melatonin (1.52 mmol/kg/s) ve kitosan (1.50 mmol/kg/s) uygulamaları takip etmiştir. En düşük değer ise kitosan+melatonin uygulanan (1.47 mmol/kg/s) meyvelerde tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte enzim aktivitesinde doğrusal bir artış meydana gelmiştir. Başlangıçta 1.42 mmol/kg/s olan enzim değeri 15. günün sonunda 1.63'e mmol/kg/s yükselerek en yüksek değere sahip olmuştur.

'Albion' çilek çeşidinde 0. günde 1.42 mmol/kg/s olarak belirlenen değerde ilerleyen muhafaza süresi ile birlikte artış tespit edilmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda en yüksek değer kontrol grubunda (1.72 mmol/kg/s) belirlenirken, en düşük değer kitosan+melatonin uygulamasında (1.56 mmol/kg/s) ölçülmüş olup bu değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

**Çizelge 4.8.** Soğukta muhafaza süresince 'Albion' çilek çeşidinde hasat sonrası uygulamaların poligalakturonaz enzim aktivitesine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	1.42	1.54	1.62	1.68	1.72	1.60 A
Melatonin	1.42	1.51	1.53	1.56	1.60	1.52 B
Kitosan	1.42	1.44	1.47	1.55	1.63	1.50 BC
Kitosan+Melatonin	1.42	1.43	1.44	1.49	1.56	1.47 C
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	1.42 D	1.48 C	1.51 C	1.57 B	1.63 A	
LSD <sub>5%</sub>	Muh. Sür.=0.04	Uyg.= 0.03	Uyg. x Muh. Sür.= Ö.D.			

\* İstatistiksel gruplandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama etkileşimi arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Ö.D: Önemli Değil

Yaş meyve ve sebzelerde meydana gelen sertlik kaybı pektin metil esteraz (PME) ve poligalakturonaz (PG) enzimlerin aktivitesinde meydana gelen artış sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu enzimler hücrelerde dayanıklılığı sağlayan pektin maddelerinin yıkımına neden olarak hücre duvarlarının çözünürlüğünü arttırmakta ve yumuşamaya neden olmaktadır (Barreit ve Gonzalez, 1994). Kitosan ile melatoninin birlikte kullanımının yaşlanmayı geciktirerek enzim aktivitesindeki artışı yavaşlattığı düşünülmektedir. Nitekim elde ettiğimiz sonuçlar erikte kitosan+salisilik asit (Çavdarıcı, 2022) ve armutta nişasta bazlı yenilebilir film kaplama ile UV-C uygulamalarının (Çil,

2022) birlikte kullanımının enzim aktivitesindeki artışı yavaşlattığı araştırmalarla da desteklenmektedir.

#### 4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM)

Hasat sonrası kitosan ve melatonin uygulamalarının soğukta muhafaza süresince TFM miktarındaki değişimlere etkisi Çizelge 4.9’da gösterilmiştir. 15 günlük depolama süresince uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli ( $p<0.05$ ) bulunmuştur.

Hasat sonrası uygulamaların ortalama TFM miktarına etkisi incelendiğinde, en yüksek ortalama değer kontrol grubu meyvelerde (245.33 mg/100g) tespit edilmiştir. Hasat sonrası yapılan uygulamalar arasında istatistiksel farklılık tespit edilmezken, ölçülen ortalama değerler 224.55 mg/100g (Kitosan), 221.05 mg/100g (melatonin) ve 221.05 mg/100g (kitosan+melatonin) olarak belirlenmiştir. Muhafaza başlangıcında 208.05 mg/100g olarak ölçülen ortalama TFM miktarı muhafaza süresinin ilerlemesi ile artarak 15. gün sonunda 267.22 mg/100g değerine ulaşmıştır.

15 günlük muhafaza süresince TFM miktarında kontrol grubu ve tüm uygulama yapılan meyvelerde artış gerçekleşmiştir. Tüm muhafaza süresi değerlendirildiğinde hasat sonrası uygulamaların kontrol ile karşılaştırıldığında TFM miktarındaki artışı yavaşlattığı ancak bu artışı geciktirmede uygulamalar arasında önemli farklılıklar olmadığı saptanmıştır. Muhafaza süresi sonunda en yüksek değer kontrol grubu meyvelerde (299.44 mg/100g) ölçülmüştür. Kitosan (260.00 mg/100g), melatonin (257.22 mg/100g) ve kitosan+melatonin (252.22 mg/100g) uygulanan meyveler istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır.

**Çizelge 4.9.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının ‘Albion’ çilek çeşidinde muhafaza süresince toplam fenolik madde miktarı değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	208.05 de	210.83 de	250.00 b	258.33 b	299.44 a	245.33 A
Melatonin	208.05 de	204.72 e	214.16 de	221.11 cd	257.22 b	221.05 B
Kitosan	208.05 de	203.33 e	219.44 cd	231.94 c	260.00 b	224.55 B
Kitosan+Melatonin	208.05 de	202.77 e	212.50 de	229.72 c	252.22 b	221.05 B
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	208.05 D	205.41 D	224.02 C	235.27 B	267.22 A	
LSD <sub>%5</sub> Muh. Sür.= 7.18 Uyg.= 6.42 Uyg. x Muh. Sür.= 14.36						

\* İstatistiksel gruptandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

#### 4.8. Toplam Antioksidan Aktivite (TAA)

Hasat sonrası uygulamaların soğukta depolama süresince 'Albion' çeşidinde TAA değişimine etkileri Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. TAA'da meydana gelen değişimlere uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

Hasat sonrası uygulamaların ortalama değerleri incelendiğinde en düşük TAA değeri kontrol grubu (4.70  $\mu\text{mol/g}$ ) meyvelerde belirlenmiştir. En yüksek değer kitosan+melatonin (5.81  $\mu\text{mol/g}$ ) uygulamasında belirlenirken, bunu sırasıyla melatonin (5.29  $\mu\text{mol/g}$ ) ve kitosan (5.07  $\mu\text{mol/g}$ ) uygulamaları takip etmiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte ortalama değer azalmıştır. Başlangıçta 6.86  $\mu\text{mol/g}$  olan TAA değeri 15. günün sonunda 3.74  $\mu\text{mol/g}$  seviyesine düşmüştür.

15 günlük muhafaza süresince tüm uygulamalar ve kontrol grubunda başlangıç değerine göre azalma gözlenmiştir. Hasat sonrası uygulamaların kontrol ile karşılaştırıldığında TAA'daki azalışı yavaşlatmada etkili olduğu, bu etkinin uygulamaların birlikte kullanımında daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır. Muhafaza süresi sonunda TAA değerleri sırasıyla 4.76  $\mu\text{mol/g}$  (kitosan+melatonin), 3.87  $\mu\text{mol/g}$  (melatonin), 3.58  $\mu\text{mol/g}$  (kitosan) ve 2.74  $\mu\text{mol/g}$  (kontrol) olarak saptanmıştır. Muhafaza süresi sonunda Kitosan+melatonin uygulanmış meyvelerde kontrol meyvelerine kıyasla 1.74 kat daha fazla TAA değeri belirlenmiştir.

**Çizelge 4.10.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının 'Albion' çilek çeşidinde muhafaza süresince toplam antioksidan aktivite değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	6.86 a	5.19 cd	4.58 efg	4.15 gh	2.74 j	4.70 D
Melatonin	6.86 a	5.74 b	5.66 b	4.32 fgh	3.87 h <sub>1</sub>	5.29 B
Kitosan	6.86 a	5.47 bc	4.98 de	4.44 fg	3.58 <sub>1</sub>	5.07 C
Kitosan+Melatonin	6.86 a	6.68 a	5.73 b	5.03 cde	4.76 def	5.81 A
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	6.86 A	5.77 B	5.24 C	4.48 D	3.74 E	
LSD <sub>5%</sub> Muh. Sür.= 0.23 Uyg.= 0.21 Uyg. x Muh. Sür.= 0.47						

\* İstatistiksel gruplandırma büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Çilek antioksidant bakımından zengin bir meyve türüdür ve hasattan sonra genel olarak azalma meydana gelir. Depolama boyunca ürünün antioksidant içeriğini korumada hasat sonrası uygulamaların etkili olduğu bilinmektedir. Elde ettiğimiz bulgulara göre kitosan+melatonin uygulanan çileklerde kontrol ile uygulamaların tek başına kullanımına

kıyasla antioksidant içeriğinin daha yüksek tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular Aghdam ve Fard (2017) melatonin uygulanan çilek meyvelerinde uygulama yapılmamışlara oranla daha yüksek oranda antioksidant miktarına sahip olduğunu belirttiği çalışma ile de desteklenmektedir. Xu ve ark. (2019) melatonin dışsal olarak uygulanmasının antioksidant enzimleri, enzimatik olmayan antioksidantları ve oksitlenmiş proteinlerin onarımıyla ilgili enzimleri artırarak hasat sonrası meyve ve sebzelerden fazla reaktif oksijen türlerini uzaklaştırdığını belirtmişlerdir.

#### **4.9. Askorbik Asit (C vitamini) Miktarı**

Hasat sonrası uygulamaların soğukta depolama süresince ‘Albion’ çeşidinde askorbik asit (C vitamini) içeriğinde meydana gelen değişimlere ait sonuçlar Çizelge 4.11’de gösterilmiştir. Askorbik asit miktarında meydana gelen değişimlere uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

Hasat sonrası uygulama ortalaması en yüksek kitosan+melatonin uygulanan (32.41 mg/100 g) meyvelerde ölçülmüştür. Bu uygulamayı sırasıyla kitosan (28.54 mg/100 g) ve melatonin (27.06 mg/100 g) uygulamaları takip etmiştir. En düşük ortalama askorbik asit miktarı ise, kontrol grubu (25.00 mg/100 g) meyvelerde saptanmıştır. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte başlangıçta 38.25 mg/100 g ölçülen değer, 15. günün sonunda 19.38 mg/100 g’ a düşmüştür.

‘Albion’ çilek çeşidinde 0. günde 38.25 mg/100 g olarak ölçülen değer, 15. günün sonunda askorbik asit miktarındaki en düşük kayıp kitosan+melatonin uygulanan (24.40 mg/100 g) meyvelerde belirlenmiştir. Bu uygulamayı sırasıyla kitosan (20.16 mg/100 g) ve melatonin (18.16 mg/100 g) uygulamaları izlemiştir. En yüksek kayıp ise kontrol grubu (14.80 mg/100 g) meyvelerde tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte askorbik asit miktarında azalma görülürken, değerlerin korunmasında en etkili koruma kitosan+melatonin uygulamasında gerçekleşmiştir. 15 günlük muhafaza süresi sonunda başlangıç değerine göre askorbik asit miktarında yaklaşık %61 oranında gerçekleşirken, kitosan + melatonin uygulamasında bu oran yaklaşık %36 olarak gerçekleşmiştir.

**Şekil 4.11.** ‘Albion’ çilek çeşidinde soğukta muhafaza süresince askorbik asit (C vitamini) içeriğinde meydana gelen değişimler

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	38.25 a	31.14 ef	21.63 ı	19.18 j	14.80 k	25.00 D
Melatonin	38.25 a	34.29 cd	25.24 gh	19.33 j	18.16 j	27.06 C
Kitosan	38.25 a	35.64 bc	26.49 g	22.16 ı	20.16 ij	28.54 B
Kitosan+Melatonin	38.25 a	37.16 ab	32.68 de	29.55 f	24.40 h	32.41 A
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	38.25 A	34.56 B	26.51 C	22.56 D	19.38 E	
LSD <sub>5</sub> Muh. Sür.= 1.02 Uyg.= 0.91 Uyg. x Muh. Sür.= 2.05						

\* İstatistiksel gruplandırmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksiyonu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Yaş meyve ve sebzelerde besinsel bileşenler içerisinde önemli bir yere sahip olan askorbik asit, hasat sonrası dönemde ve soğukta muhafaza sırasında diğer besinsel ögeler ile karşılaştırıldığında oksidasyon sonucunda parçalanmaya daha çok hassastır. Depolama süresince askorbik asit miktarındaki azalış oksidasyon sonucu dehidroaskorbik asidin diketoglukonik aside dönüşmesi sonucu meydana gelmektedir (Davarynejad ve ark., 2015). Özellikle çileklerde hasat sonrası zararlanma sonucu hücre duvarları hasar gördüğünde normal koşullarda hücrelerde bulunan askorbat oksidaz enzimi serbest kalır ve vitamini okside ederek içeriğinin hızla azalmasına neden olur. Hasat sonrası depolama sırasında düşük sıcaklık ve yüksek nemin korunması askorbik asidin bozulmasını geciktirebilmektedir. Depolama sırasındaki su kaybının vitamin stabilitesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmektedir (Nunes, 2008). Nitekim ağırlık kaybının daha az gerçekleştiği kitosan+melatonin uygulamasında askorbik asit miktarının da önemli düzeyde yüksek çıktığı saptanmıştır.

Bal (2019) erikte farklı dozlarda melatonin uygulamasının askorbik asitdeki azalış üzerine etkili olduğu ve daha yüksek dozlu melatonin uygulamasının askorbik asit içeriğini koruduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde şeftali Gao ve ark. (2016) ve nektarin Bal (2021) meyve türlerinde yapılan çalışmalarda da meyve askorbik asit içeriğinin depolama süresince melatonin uygulaması ile önemli ölçüde korunduğu bildirilmiştir. Hasat sonrası melatonin uygulamasının askorbat oksidaz aktivitesinin azaltması veya geciktirmesine bağlı olarak askorbik asit içeriğini koruyabildiği düşünülmektedir.

#### 4.10. Görsel Kalite

Soğukta muhafaza edilen ‘Albion’ çilek meyvelerinde muhafaza süresince görsel kalitedeki değişimler Çizelge 4.12’de gösterilmiştir. Soğukta depolama süresince görsel kalite üzerine uygulama, muhafaza süresi ve uygulama x muhafaza süresi interaksyonu istatistiksel açıdan ( $p<0.05$ ) önemli bulunmuştur.

Hasat sonrası uygulama ortalamaları incelendiğinde en yüksek görsel kalite değeri kitosan+melatonin uygulamasında (4.73) ölçülürken, en düşük değer kontrol grubunda (3.66) belirlenmiştir. Melatonin (4.40) ve kitosan (4.20) uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Soğukta muhafazanın başlangıcında ortalama görsel kalite değeri 5.00 iken bu değer muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte azalarak 15. günde 3.16’ya düşmüştür.

Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte meyvelerin görsel kalite değerlerinde azalma gerçekleşmiştir. Hasat sonrası yapılan uygulamaların tamamının muhafaza süresi sonunda kabul edilebilir sınır değerinde puan aldığı belirlenirken, en yüksek görsel kalite değeri kitosan+melatonin uygulanan (4.00) meyvelerde saptanmıştır. Melatonin (3.33) ve kitosan (3.33) uygulanan meyveler ise istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Kontrol meyveleri 12. günde kabul edilebilir sınır değerinde (3.00) bir görünüm puanı alırken, 15. günde 2.00 değeri ile kötü bir görsel kaliteye sahip olduğu belirlenmiştir.

**Çizelge 4.12.** Melatonin ve kitosan uygulamalarının ‘Albion’ çilek çeşidinde muhafaza süresince görsel kalite değişimine etkileri

Uygulama	Muhafaza Süresi					Ortalama (Uyg.)
	0	4	8	12	15	
Kontrol	5.00 a	4.66 ab	3.66 de	3.00 f	2.00 g	3.66 C
Melatonin	5.00 a	5.00 a	4.66 ab	4.00 cd	3.33 ef	4.40 B
Kitosan	5.00 a	5.00 a	4.33 bc	3.33 ef	3.33 ef	4.20 B
Kitosan+Melatonin	5.00 a	5.00 a	5.00 a	4.66 ab	4.00 cd	4.73 A
<b>Ortalama (Muh. Sür.)</b>	5.00 A	4.91 A	4.41 B	3.75 C	3.16 D	
LSD <sub>5%</sub> Muh. Sür.= 0.30 Uyg.= 0.27 Uyg. x Muh. Sür.= 0.60						

\* İstatistiksel gruplandırılmada büyük harfler uygulama ortalamaları, büyük italik harfler muhafaza süresi ortalamaları ve küçük harfler muhafaza süresi x uygulama interaksyonunu arasındaki farklılıkları göstermektedir. Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Panelistler tarafından yapılan değerlendirmelerde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte çilek meyvelerinde görsel kalitede değişimler meydana geldiği ve bu değişimlerin hasat sonrası uygulamalarla yavaşlatılabildiği saptanmıştır. Panelistler

değerlendirmelerinde meyvelerde yumuşama, renkte parlaklığın azalması ve buna bağlı olarak renk koyulaşması, çanak yapraklarda bozulmalar ile muhafaza sonlarına doğru bozulukların arttığını ifade etmişlerdir. Uygulamaların birlikte kullanımında ilk 8 gün başlangıç kalite özelliklerini koruduğu ifade edilirken, tüm muhafaza süresince uygulamaların tek kullanımına oranla daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Çilekte Nguyen ve ark. (2020) kitosan ile birlikte %3 kalsiyum klorür uygulamasının görsel kaliteyi korumada etkili olduğu, Hernandez-Munoz ve ark. (2008) kalsiyum glukonat eklenmiş kitosan ile kaplanan meyvelerin panelistler tarafından daha fazla kabul edilebilir bir değer aldığı belirtilmiştir. Yüzey kaplama uygulanan meyvelerde kabul edilebilirliğin daha yüksek olması hem üründe su kaybına bağlı olarak buruşma ve kararırma seviyesinin daha düşük olması hem de kaplama materyalinin meyveye parlak bir görünüm kazandırmasından kaynaklanabilmektedir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Hasat sonrası raf ömrüne en hassas ürünlerinden olan çilek, hasat ve depolama süresi boyunca dikkat edilmesi gereken meyve türlerinden birisidir. Hasat sonrası uygulamalarda ürün kalitesini koruyarak en az düzeyde zararlanmalar ile tüketiciye ulaşması amaçlanmıştır. Hasat sonrası yapılan bazı uygulamalar ürün kalitesini korumakta ve raf ömrü süresini arttırmaktadır.

Bu çalışmada kitosan, melatonin ve kitosan+melatonin uygulanan 'Albion' çilek çeşidinde soğukta depolama süresince meyve kalite özelliklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Uygulama yapılan meyveler ile uygulama yapılmayan kontrol grubu meyveler soğuk hava deposunda 1 °C'de ve %90-95 oransal nemde 15 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Bu meyveler 0., 4., 8., 12. ve 15. günlerde çıkarılarak kalite değerlendirmeleri yapılmıştır.

Hasat sonrası uygulamalarda ve muhafaza süresince ağırlık kaybında önemli oranda değişimler olmuştur. Soğukta muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte ağırlık kaybında artışlar meydana gelmiştir. En yüksek ağırlık kaybı kontrol grubu meyvelerde belirlenmiştir. En düşük ağırlık kaybı ise kitosan+melatonin uygulanan meyvelerde tespit edilmiştir. Hasat sonrası uygulamalarda depolama süresince ağırlık kaybı artışını azaltmada en etkili yöntem kitosan+melatonin uygulanan meyveler olarak belirlenmiştir.

Meyve rengi hasat sonrası uygulamalarda ve muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte azalış göstermiştir. En fazla meyve renginde azalma kontrol grubu meyvelerde belirlenmiştir. Meyve renginin korunmasında en etkili yöntem kitosan+melatonin uygulanmış meyveler olarak olmuştur.

Meyve sertliğini muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte azalırken, yumuşamanın geciktirilmesinde hasat sonrası uygulamaların etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek kayıp kontrol grubu meyvelerde meydana gelirken, meyve sertliğinin korunmasında kitosan+melatonin uygulamasının en etkin yöntem olduğu saptanmıştır.

Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte SÇKM miktarında artış meydana gelmiştir. En yüksek SÇKM değeri kontrol grubu meyvelerde değerlendirilmiştir. SÇKM miktarında en az değişim kitosan+melatonin uygulanan meyvelerde belirlenmiştir.

'Albion' çilek çeşidinde tüm uygulamalarda muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte TEA değerinde azalış meydana gelmiştir. En fazla azalma kontrol grubu meyvelerde tespit edilmiştir. En az düzeyde azalış ise kitosan+melatonin uygulanan

meyvelerde belirlenmiştir. TEA değerini korumada en başarılı ve etkin yöntem kitosan+melatonin uygulanan çilek meyvelerinde meydana gelmiştir.

Muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte poligalakturonaz (PG) enzim aktivitesinde artış meydana gelmiştir. Meyvelerde sertlik kaybı ile ilişkili olan PG enzim aktivitesi meydana gelen yumuşama ile birlikte artmıştır. En fazla artış kontrol grubu meyvelerde tespit edilmiştir. Değerin artışını geciktirmede kitosan+melatonin uygulamasının en etkili uygulama olduğu saptanmıştır.

Hasat sonrası yapılan uygulamalar soğukta muhafaza süresi boyunca toplam fenolik miktarını korumada başarılı olmuştur. En fazla artış kontrol grubu meyvelerde belirlenmiştir. En az düzeyde TFM miktarında artış kitosan+melatonin uygulanan meyvelerde gözlemlenmiştir. TFM miktarını korumada ve yavaşlatmada en etkili yöntem melatonin ve kitosan+melatonin uygulanan meyveler olarak belirlenmiştir.

‘Albion’ çilek çeşidinde hasat sonrası yapılan uygulamalar ve muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte TAA değerinde azalma meydana gelmiştir. En düşük TAA değeri kontrol grubu meyvelerde belirlenmiştir. En yüksek TAA değeri kitosan+melatonin uygulanan meyvelerde gözlenmiştir. Hasat sonrası yapılan uygulamalar TAA değerini korumada etkili olmuştur.

Hasat sonrası yapılan uygulamalar soğukta muhafaza süresi boyunca askorbik asit miktarını korumada etkili olmuştur. ‘Albion’ çilek çeşidinde muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte askorbik asit miktarında azalış meydana gelmiştir. Askorbik asit miktarında en fazla kayıp kontrol grubu meyvelerde tespit edilmiştir. En az kayıp ise kitosan+melatonin uygulanan meyvelerde meydana gelmiştir.

Soğukta depolama süresince meyve kalitesinde oluşan değişimler görsel olarak değerlendirilmiştir. Değerlendirme panelistler tarafından dış görünüm, renk ve sertlik gibi özelliklerine bakılarak gerçekleştirilmiştir. Depolama ve muhafaza süresinin son günlerine doğru özellikle kontrol grubu meyvelerde patolojik bozulmalar tespit edilmiştir. Hasat sonrası muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte görsel kalite değerinde azalış meydana gelmiştir. En düşük görsel kalite değeri kontrol grubu meyvelerde belirlenmiştir. Görsel kaliteyi korumada en etkin yöntem kitosan+melatonin uygulanan meyveler olarak belirlenmiştir.

## 5.2. Öneriler

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, soğukta depolama süresince yapılan hasat sonrası uygulamalar meyve kalitesini ve raf ömrünü korumada etkili yöntem olarak

belirlenmiştir. Uygulamaların birlikte kullanımının tek başına kullanımlarından kalite özelliklerini korumada daha etkili olduğu saptanmıştır. Ağırlık kaybındaki artışın azaltılması, meyve sertliği, titre edilebilir asitlik, toplam antioksidan aktivite ve askorbik asit içeriğindeki azalışın geciktirilmesinde uygulamaların birlikte kullanımının etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca meyve rengi, SÇKM ve toplam fenolik madde miktarındaki değişimlerin bu uygulamada daha yavaş gerçekleştiği belirlenmiştir. Meyvelerde görsel kalitede de önemli değişimler gerçekleşmeden muhafaza edilebileceği görülmüştür

Elde edilen sonuçlara göre 'Albion' çilek çeşidinde 15 günlük soğukta depolama süresince hasat sonrası raf ömrünü arttırma ve kalite özelliklerini korumada kitosan+melatonin uygulamasının önerilebileceği sonucuna varılmıştır.



## 6. KAYNAKLAR

- Aaby, K., Mazur, S., Nes, A. ve Skrede, G., 2012, Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening, *Food chemistry*, 132 (1), 86-97.
- Aghdam, M. S. ve Fard, J. R., 2017, Melatonin treatment attenuates postharvest decay and maintains nutritional quality of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa* cv. Selva) by enhancing GABA shunt activity, *Food chemistry*, 221, 1650-1657.
- Ağaoğlu, Y. S. ve Gerçekçioğlu, R., 2013, *Üzümsü Meyveler Kitabı*. Ankara, 57-114.
- Amarante, C., Banks, N. H. ve Ganesh, S., 2001, Effects of coating concentration, ripening stage, water status and fruit temperature on pear susceptibility to friction discolouration, *Postharvest Biology and Technology*, 21 (3), 283-290.
- Anonim, 2023a, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Anonim, 2023b, 2018-2022 Türkiye çilek üretim istatistikleri , <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>.
- Badawy, M. E., Rabea, E. I., AM El-Nouby, M., Ismail, R. I. ve Taktak, N. E., 2017, Strawberry shelf life, composition, and enzymes activity in response to edible chitosan coatings, *International Journal of Fruit Science*, 17 (2), 117-136.
- Bal, E., 2019, Physicochemical changes in 'Santa Rosa' plum fruit treated with melatonin during cold storage, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 13, 1713-1720.
- Bal, E., 2021, Effect of melatonin treatments on biochemical quality and postharvest life of nectarines, *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15 (1), 288-295.
- Barreit, D. M. ve Gonzalez, C., 1994, Activity of softening enzymes during cherry maturation, *Journal of Food Science*, 59 (3), 574-577.
- Benzie, I. F. ve Strain, J. J., 1996, The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay, *Analytical biochemistry*, 239 (1), 70-76.
- Canan, İ., 2012, Anamur yöresinde yetişen muzların muhafazasında değişik derim sonrası uygulamaların raf ömrü, meyve kalitesi ve fizyolojisi üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*.
- Caner, C. ve Aday, M. S., 2009, Maintaining quality of fresh strawberries through various modified atmosphere packaging, *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 22 (2), 115-122.
- Cemeroğlu, B., 2007, Gıda Analizleri, Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 34, *Bizim Büro Basımevi*.
- Civello, P. M., Martínez, G. A., Chaves, A. R. ve Añón, M. C., 1997, Heat treatments delay ripening and postharvest decay of strawberry fruit, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (12), 4589-4594.
- Çavdarıcı, M., 2022, Black Diamond' ve 'Angeleno' Erik Çeşitlerinde Hasat Sonrası Kitosan Ve Salisilik Asit Uygulamalarının Muhafaza Süresince Kalite Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi. , *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi*, , 109.
- Çil, F. Z., 2022, 'Ankara' ve 'Margarite' Armut Çeşitlerinde Hasat Sonrası Yenilebilir Film Kaplama ve UV-C Uygulamalarının Muhafaza Süresince Kalite Özelliklerine Etkileri. , *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi*, , 89.
- Davarynejad, G. H., Zarei, M., Nasrabadi, M. E. ve Ardakani, E., 2015, Effects of salicylic acid and putrescine on storability, quality attributes and antioxidant activity of plum cv.'Santa Rosa', *Journal of food science and technology*, 52, 2053-2062.
- de S. Jorge, T., Soares, A. G., de O. Fonseca, M. J. ve Barboza, H. T. G., Junior, M.F., Oliveira, A.H., do C. Motta, L.C., da C. Brito, G.F., Silva, M.H.G.E., Barbosa, W.J. , 2013, *Evaluation of packaging and edible coating on postharvest strawberry*. *Acta Horticulturae* 1012, 533-538.

- Doğan, A. ve Erkan, M., 2021, *Çilekte Hasat ve Hasat Sonrası İşlemler. Çilek Çalıştayı* (Antalya), 139-148.
- Düzgün S., 2022, Metil Jasmonat ve Melatonin Uygulamalarının Albion Çilek Çeşidinin Hasat Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi*, 74.
- El Ghaouth, A., Arul, J., Grenier, J. ve Asselin, A., 1992, *Antifungal activity of chitosan on two post-harvest pathogens of strawberry fruits. Phytopathology* 82, 398-402.
- Erkan, M., Wang, S. Y. ve Wang, C. Y., 2008, Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 48 (2), 163-171.
- Eshghi, S., Hashemi, M., Mohammadi, A., Badii, F., Mohammadhoseini, Z. ve Ahmadi, K., 2014, Effect of nanochitosan-based coating with and without copper loaded on physicochemical and bioactive components of fresh strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duchesne) during storage, *Food and bioprocess technology*, 7, 2397-2409.
- Gao, H., Zhang, Z. K., Chai, H. K., Cheng, N., Yang, Y., Wang, D. N., Yang, T. ve Cao, W., 2016, Melatonin treatment delays postharvest senescence and regulates reactive oxygen species metabolism in peach fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 118, 103-110.
- Gol, N. B., Patel, P. R. ve Rao, T. R., 2013, Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan, *Postharvest Biology and Technology*, 85, 185-195.
- Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D. ve Gavara, R., 2008, Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality during refrigerated storage, *Food chemistry*, 110 (2), 428-435.
- Hernández-Muñoz, P., Almenar, E., Ocio, M. J. ve Gavara, R., 2006, Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*), *Postharvest Biology and Technology*, 39 (3), 247-253.
- 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.
- Jayarajan, S. ve Sharma, R., 2021, Melatonin: A blooming biomolecule for postharvest management of perishable fruits and vegetables, *Trends in Food Science & Technology*, 116, 318-328.
- Kasım, R. ve Kasım, M. U., 2021, *Hasat sonrası yaşlanmanın geciktirilmesi ve antioksidan kapasitenin artırılmasında etkili yeni uygulama: Melatonin. 3rd International Cukurova Agriculture and Veterinary Congress, 9 - 10 October 2021 Adana / Turkey*, 982-996.
- Kibar, H. F., 2019, *Domateste Hasat Sonrası Kitosan Uygulamalarının Soğuk Depo ve Raf Ömrü Süresince Kalite Özelliklerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 56.
- Koh, T. H. ve Melton, L. D., 2002, Ripening-related changes in cell wall polysaccharides of strawberry cortical and pith tissues, *Postharvest Biology and Technology*, 26 (1), 23-33.
- Kuchi, V. S. ve Sharavani, C. S. R., 2019, Fruit physiology and postharvest management of strawberry, *Strawberry-Pre-and Post-Harvest Management Techniques for Higher Fruit Quality*.
- Küçükbasmacı Sabir, F., 2008, Bütün ve taze doğranmış domateslerde farklı derim sonrası uygulamaların muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri.
- Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W. ve Zheng, L., 2018, Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 139, 47-55.
- Luo, Z., Zhang, J., Xiang, M., Zeng, J., Chen, J. ve Chen, M., 2022, Exogenous melatonin treatment affects ascorbic acid metabolism in postharvest 'Jinyan' kiwifruit, *Frontiers in Nutrition*, 9, 1081476.
- McGuire, R. G., 1992, Reporting of objective color measurements, *HortScience*, 27 (12), 1254-1255.

- Nasrin, T., Rahman, M., Hossain, M., Islam, M. ve Arfin, M., 2017, Postharvest quality response of strawberries with aloe vera coating during refrigerated storage, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92 (6), 598-605.
- 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.
- Nguyen, V. T., Nguyen, D. H. ve Nguyen, H. V., 2020, Combination effects of calcium chloride and nano-chitosan on the postharvest quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.), *Postharvest Biology and Technology*, 162, 111103.
- No, H. K. ve Meyers, S. P., 1995, Preparation and characterization of chitin and chitosan—a review, *Journal of aquatic food product technology*, 4 (2), 27-52.
- Nunes, M., Brecht, J., Morais, A. ve Sargent, S., 1995, Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by a short delay to cooling, *Postharvest Biology and Technology*, 6 (1-2), 17-28.
- Nunes, M. C. N., Brecht, J. K., Morais, A. M. ve Sargent, S. A., 2005, Possible influences of water loss and polyphenol oxidase activity on anthocyanin content and discoloration in fresh ripe strawberry (cv. Oso Grande) during storage at 1 C, *Journal of Food Science*, 70 (1), S79-S84.
- Nunes, M. C. N., 2008, Color Atlas of Postharvest Quality of Fruits and Vegetables, , *Blackwell Publishing, Iowa, USA*, , 175-189.
- Pang, L., Wu, Y., Pan, Y., Ban, Z., Li, L. ve Li, X., 2020, Insights into exogenous melatonin associated with phenylalanine metabolism in postharvest strawberry, *Postharvest Biology and Technology*, 168, 111244.
- Parvez, S. ve Wani, I. A., 2018, Postharvest biology and technology of strawberry, *Postharvest biology and technology of temperate fruits*, 331-348.
- Pearson, D., Surry, J. ve Churchill, A., 1970, *The chemical analysis of Food National College of Food Technology, University of Reading, Weybridge Surry T and A Churchill*.
- Pelayo, C., Ebeler, S. ve Kader, A., 2003, Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 C in air or air+ 20 kPa CO<sub>2</sub>, *Postharvest Biology and Technology*, 27 (2), 171-183.
- Quintana, S. E., Llalla, O., García-Zapateiro, L. A., García-Risco, M. R. ve Fornari, T., 2020, Preparation and characterization of licorice-chitosan coatings for postharvest treatment of fresh strawberries, *Applied Sciences*, 10 (23), 8431.
- Ribeiro, C., Vicente, A. A., Teixeira, J. A. ve Miranda, C., 2007, Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence, *Postharvest Biology and Technology*, 44 (1), 63-70.
- Romanazzi, G., Feliziani, E., Baños, S. B. ve Sivakumar, D., 2017, Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment, *Critical reviews in food science and nutrition*, 57 (3), 579-601.
- Sabır, F. K., Fadime, G. ve ÇAVDARCI, M., 2018, Hasat sonrası UV-C uygulamalarının çilekte muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri, *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28 (4), 458-465.
- Singleton, V. L., 1999, *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and their antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent, Meth. Enzymol.*, 299, 152-178.
- Sogvar, O. B., Saba, M. K. ve Emamifar, A., 2016, Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit, *Postharvest Biology and Technology*, 114, 29-35.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L. ve Byrne, D. H., 2006, Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts, *Journal of food composition and analysis*, 19 (6-7), 669-675.

- Tripathi, P. ve Dubey, N., 2004, Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables, *Postharvest Biology and Technology*, 32 (3), 235-245.
- Türemiş, N. ve Ağaoğlu, Y., 2013, Çilek, *Üzümsü Meyveler. Ankara, Tomurcuk Bağ Limited Şirketi Eğitim Yayınları*, 57-120.
- Vargas, M., Albors, A., Chiralt, A. ve González-Martínez, C., 2006, Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings, *Postharvest Biology and Technology*, 41 (2), 164-171.
- Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V. D. ve Moldão-Martins, M., 2013, Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions, *LWT-Food Science and Technology*, 52 (2), 80-92.
- Vu, K., Hollingsworth, R., Leroux, E., Salmieri, S. ve Lacroix, M., 2011, Development of edible bioactive coating based on modified chitosan for increasing the shelf life of strawberries, *Food Research International*, 44 (1), 198-203.
- Wang, F., Zhang, X., Yang, Q. ve Zhao, Q., 2019, Exogenous melatonin delays postharvest fruit senescence and maintains the quality of sweet cherries, *Food chemistry*, 301, 125311.
- Wang, S.-Y., Shi, X.-C., Wang, R., Wang, H.-L., Liu, F. ve Laborda, P., 2020, Melatonin in fruit production and postharvest preservation: A review, *Food chemistry*, 320, 126642.
- Xu, T., Chen, Y. ve Kang, H., 2019, Melatonin is a potential target for improving post-harvest preservation of fruits and vegetables, *Frontiers in Plant Science*, 10, 1388.
- Yılmaz, F., KASIM, M. U., KOŞUMCU, S. ve KASIM, R., 2019, Çilekte (*Fragaria x ananassa* Duch.) Hasat Sonrası Enfeksiyon ve Kalite Üzerine
- Bazı Uçucu Yağların Etkisi, *Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 27-35.
- 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, D. ve Quantick, P. C., 1998, Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73 (6), 763-767.
- Zhang, M., Xiao, G. ve Salokhe, V. M., 2006, Preservation of strawberries by modified atmosphere packages with other treatments, *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 19 (4), 183-191.