

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAT SONRASI FARKLI RENKLERDE LED IŞIK
UYGULAMALARININ DEPOLAMA SÜRESİNCE ÇİLEK
(*Fragaria x Ananassa Dush.*)MEYVELERİNİN ANTOSİYANİN,
RENK VE DİĞER KALİTE BİLEŞENLERİNE ETKİSİ

ONUR YAVUZ

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

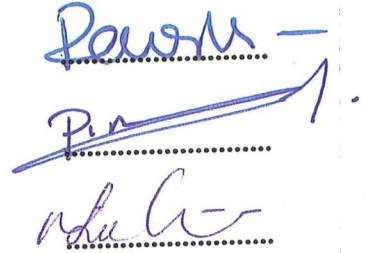
BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRME VE ISLAHI
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAT SONRASI FARKLI RENKLERDE LED IŞIK
UYGULAMALARININ DEPOLAMA SÜRESİNCE ÇİLEK
(Fragaria x Ananassa Dush.) MEYVELERİNİN ANTOSİYANİN,
RENK VE DİĞER KALİTE BİLEŞENLERİNE ETKİSİ

ONUR YAVUZ

Prof.Dr. Rezzan KASIM
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Doç.Dr.Pınar ŞANLIBABA
Jüri Üyesi, Ankara Üniversitesi
Doç.Dr.Melekber SÜLÜŞOĞLU DURUL
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi


Pınar Şanlibaba
Melekber Sülüsoğlu Durul

Tezin Savunulduğu Tarih: 18.02.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Birçok alternatif uygulama gibi LED ışık uygulamaları da hasat sonrası ürünlerin muhafaza süresi ve kalite özelliklerini koruma amacı ile kullanılmaktadır. Bu çalışma da farklı dalga boylarındaki LED ışık uygulamaların çilek meyvesinde hasat sonrası meyve kalitesinde ve biyokimyasal bileşenler üzerinde varolan etkileri tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Tez çalışmamın hayata geçirilmesinde tüm değerli bilgilerini benimle paylaşan Tez çalışmamın planlanmasını ve yürütülmesini sağlayan kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden geleninden fazlasını sunan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, kıymetli hocam Prof. Dr. Rezzan KASIM'a, çalışmamın yürütülmesinde ve bu aşamaya gelmesinde bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen kıymetli hocam Doç. Dr. M. Ufuk KASIM'a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım. Yüksek lisans sürecimde beni destekleyen Rahmet ve özlemle andığımız Sayın İl Müdürüm İlhan ÖZEL'e, Tez çalışmalarım ve uygulamalarım sırasında beni her zaman destekleyip, çalışmalarımın tüm kolaylıkları sağlayan Şube Müdürüm sayın Aykut Sami ÜNAL'a, Yüksek Lisans sürecime başlamama önderlik eden meslektaşım, abim M. Feridun AZTEKİN'e uygulamamın yürütülmesinde ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını eksik etmeyen değerli meslektaşlarım Ela KORKMAZ ve Şener ATAK'a, Arslanbey Meslek Yüksekokulu öğrencileri ile Yüksek Lisans öğrencileri Kübra YAŞAR, Tuğçe ŞAHİN, Feyza ALDIBAŞ, Fatih ALDIBAŞ, Hamdican BAYRAM'a çok teşekkür ederim.

Hayatımın her evresinde bir dost, bir baba ve bir öğretmen olarak bana önder ve destek olmuş Rahmetle ve özlemle andığım Babam, Öğretmenim Sait YAVUZ'a gerek tez çalışmamda, gerekse hayatımın her anında desteklerini esirgemeyen kıymetli annem Kadriye YAVUZ'a ve kıymetli eşim Elif YAVUZ'a şükranlarımı ve saygılarımı sunarım.

Ocak - 2019

Onur YAVUZ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÖZET.....	ix
ABSTRACT	x
GİRİŞ	1
1. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2. MATERYAL VE YÖNTEM	18
2.1. Materyal.....	18
2.1.1. Bitkisel materyal	18
2.1.2. LED aydınlatma düzeneği	19
2.1.3. Ambalajlama ve depolama şartları	21
2.2. Yöntem	22
2.2.1. Toplam antosiyanin miktarı (TA)	22
2.2.2. Renk	22
2.2.3. Suda çözünür toplam kurumadde (SÇKM) miktarı (%)	23
2.2.4. Şeker ölçümleri	23
2.2.5. Titrasyon asitliği (g/100mL)	24
2.2.6. Meyve eti sertliği (N)	25
2.2.7. Ağırlık kaybı (%)	25
3. BULGULAR	26
3.1. 0°C Sıcaklıkta Depolanan Çileklerde Elde Edilen Bulgular	26
3.1.1. Antosiyanin miktarı.....	26
3.1.2. L* Renk değeri	27
3.1.3. a* renk değeri	28
3.1.4. b* renk değeri.....	29
3.1.5. Hue Açısı (h°).....	31
3.1.6. Kırmızılık indeksi (Kİ).....	32
3.1.7. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı	33
3.1.8. Fruktoz miktarı (%).....	34
3.1.9. Glikoz miktarı	35
3.1.10. Toplam Şeker	36
3.1.11. Titrasyon Asitliği (%).....	37
3.1.12. Meyve eti sertliği (N)	39
3.1.13. Ağırlık kaybı (%)	40
3.2. 5 °C Sıcaklıkta Depolanan Çileklerde Elde Edilen Bulgular	41
3.2.1. Antosiyanin miktarı.....	41
3.2.2. L* renk değeri	42

3.2.3. a* renk değerleri.....	43
3.2.4. b* renk değerleri.....	44
3.2.5. Hue Açısı (h°).....	45
3.2.6. Kırmızılık indeksi (Kİ) değerleri.....	46
3.2.7. Suda özünür toplam kurumadde (SÇKM) miktarı (%)	47
3.2.8. Fruktoz Miktarı (%)	48
3.2.9. Glikoz miktarı (%)	49
3.2.10. Toplam Şeker miktarı (%)	50
3.2.11. Titrasyon asitliği.....	51
3.2.12. Meyve eti sertliği (N)	52
3.2.13 Ağırlık kaybı	53
4. TARTIŞMA	54
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	62
KAYNAKLAR	64
KIŐİSEL YAYIN VE ESERLER	68
ZGEMIŐ	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Çalışmada yer alan Albion çilek çeşidinin (a) lokasyon ve (b) bölge haritası.....	18
Şekil 2.2.	Çalışmada yer alan Albion çilek çeşidinin yetiştiği yerin (a) konumu ve (b) görsel durumu.....	18
Şekil 2.3.	Albion çilek çeşidi meyvelerinin hasat sonrası görünümü	19
Şekil 2.4.	LED aydınlatma düzenekleri	19
Şekil 2.5.	Çilek meyvelerine uygulanan kırmızı LED ışığın dalga boyu ve nispi yoğunluğu.....	20
Şekil 2.6.	Çilek meyvelerine uygulanan mavi LED ışığın dalga boyu ve nispi yoğunluğu.....	20
Şekil 2.7.	Çilek meyvelerine uygulanan UVA LED ışığın dalga boyu ve nispi yoğunluğu.....	21
Şekil 2.8.	Çileklerin ambalajlanması	21
Şekil 2.9.	Minolta CR 400 Chroma portatif renk ölçer ile ölçüm.....	23
Şekil 2.10.	Glikoz ve fruktoz standart kurveleri	24
Şekil 2.11.	Hazırlanmış örnekler.....	24
Şekil 2.12.	Ölçüm yapılmak üzere hazırlanmış plastik kutular.	25
Şekil 3.1.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam antosiyanin miktarındaki değişimler.....	27
Şekil 3.2.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde L* renk değerlerinin değişimi	28
Şekil 3.3.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde a* renk değerlerinin değişimi.....	29
Şekil 3.4.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde b* renk değerlerinin değişimi	30
Şekil 3.5.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde hue açısı renk değerlerinin değişimi	31
Şekil 3.6.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde kırmızılık indeksi değerlerinin değişimi	32
Şekil 3.7.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde SÇKM miktarındaki değişimler	34
Şekil 3.8.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde fruktoz miktarındaki değişimler.....	35
Şekil 3.9.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde glikoz (%) miktarındaki değişimler	36
Şekil 3.10.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam şeker (%) miktarındaki değişimler.....	37
Şekil 3.11.	0 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde titrasyon asitliği (%) miktarındaki değişimler	38
Şekil 3.12.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde meyve eti sertliği (N) değerlerindeki değişimler	39

Şekil 3.13.	0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde ağırlık kaybı (%) miktarındaki değişimler	40
Şekil 3.14.	5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam antosiyanin (mg/kg TA) miktarındaki değişimler.....	41
Şekil 3.15.	5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde L* renk değerlerinde oluşan değişimler.....	42
Şekil 3.16.	5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde a* renk değerlerinde oluşan değişimler	43
Şekil 3.17.	5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde b* renk değerlerinde oluşan değişimler	44
Şekil 3.18.	5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde h ^o renk değerlerinde oluşan değişimler.....	45
Şekil 3.19.	5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde Kİ renk değerlerinde oluşan değişimler	46
Şekil 3.20.	5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde SÇKM miktarında meydana gelen değişimler	47
Şekil 3.21.	5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde fruktoz miktarında (%) meydana gelen değişimler.....	48
Şekil 3.22.	5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde glikoz miktarında (%) meydana gelen değişimler	49
Şekil 3.23.	5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam şeker miktarında (%) meydana gelen değişimler.....	50
Şekil 3.24.	5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde titrasyon asitliği (%) miktarında meydana gelen değişimler.....	51
Şekil 3.25.	5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde meyve eti sertliği (N) değerlerinde meydana gelen değişimler	52
Şekil 3.26.	5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde ağırlık kaybı (%) miktarında meydana gelen değişimler.....	53

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 3.1.	0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam antosiyanin (mg/kg) miktarları	26
Tablo 3.2.	0 °C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde L* renk değerleri	28
Tablo 3.3.	0 °C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde a* renk değerleri.....	29
Tablo 3.4.	0 °C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde b* renk değerleri	30
Tablo 3.5.	°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde hue açısı (h°) renk değerleri	31
Tablo 3.6.	0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde kırmızılık indeksi değerleri	32
Tablo 3.7.	0 °C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde SÇKM (%) miktarları.....	33
Tablo 3.8.	0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde fruktoz (%) miktarları	34
Tablo 3.9.	0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde glikoz (%) miktarları	36
Tablo 3.10.	0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam şeker (%) miktarları	37
Tablo 3.11.	0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde titrasyon asitliği (%) miktarları	38
Tablo 3.12.	0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde meyve eti sertliği (N) değerleri	39
Tablo 3.13.	0°C'de 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde ağırlık kayıpları (%).....	40
Tablo 3.14.	5°C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam antosiyanin miktarları (mg/kg TA)	41
Tablo 3.15.	5 °C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde L* renk değerleri	42
Tablo 3.16.	5°C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde a* renk değerleri.....	43
Tablo 3.17.	5 °C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde b* renk değerleri.....	44
Tablo 3.18.	5°C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde h° renk değerleri	45
Tablo 3.19.	5 °C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde Kİ renk değerleri	46
Tablo 3.20.	5 °C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde SÇKM (%) miktarları.....	47
Tablo 3.21.	5 °C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde fruktoz (%) miktarları.....	48

Tablo 3.22.	5°C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde glikoz (%) miktarları	49
Tablo 3.23.	5°C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam şeker (%) miktarları.....	50
Tablo 3.24.	5 °C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde titrasyon asitliği (%) miktarları	51
Tablo 3.25.	5 °C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde meyve eti sertliği (N) değerleri	52
Tablo 3.26.	5°C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde ağırlık kaybı (%) miktarları.....	53



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	:Santigrat Derece
CaCl ₂	:Kalsiyum Klorür
ClO ₂	:Klordioksit
cm	:Santimetre
CO ₂	:Karbondioksit
dk	:Dakika
g	:Gram
HCl	:Hidrojen Klorür
Kg	:Kilogram
KCl	:Potasyum Klorür
L	:Litre
m	:Metre
mg	:Miligram
mm	:Milimetre
mM	:Milimol
mL	:Mililitre
N	:Newton
Na ₂ CO	:Sodyum Karbonat
NaOH	:Sodyum Hidroksit
nm	:Nanometre
O ₂	:Oksijen
pH	:Power of Hydrojen
ppm	:Milyonda Bir Birim
rpm	:Dakikada Devir
µL	:Mikrolitre
µmol	:Mikromol

Kısaltmalar

K	:Kontrol
KR	:Kırmızı
M	:Mavi
LED	:Light Emitting Diode (Işık Yayan Diyot)
SÇKM	:Suda Çözünür Kuru Madde
TEA	:Titre Edilebilir Asit
UVA	:Ultraviyole A
UVAS	:Ultraviyole A Sürekli

HASAT SONRASI FARKLI RENKLERDE LED IŞIK UYGULAMALARININ DEPOLAMA SÜRESİNCE ÇİLEK (*Fragaria x Ananassa Dush.*) MEYVELERİNİN ANTOSİYANİN, RENK VE DİĞER KALİTE BİLEŞENLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Yapılan bu tez çalışmasında: farklı renkte LED uygulamaların çileğin biyokimyasal bileşimi ile hasat sonrası kalitesi ve muhafaza süresine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla çilekler, 0°C ve 5°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta ve %85-90 oransal nem şartlarında, 10 gün süreyle depolanmıştır. Depolama sırasında çilekler sürekli olarak mavi, kırmızı ve ultraviyole-A (UVA) LED ile aydınlatılmış veya bir saat süreyle ultraviyole-A LED aydınlatma uygulandıktan sonra karanlıkta (UVAS) ve yalnızca karanlık ortamda tutulmuştur. Araştırmada, deneme başlangıcında ve 2 günlük aralıklarla alınan örneklerde; toplam antosiyanin miktarı (mg/kg TA), renk ölçümleri (L*, a*, b*, hue açısı, kırmızılık indeksi), suda çözünür toplam kurumadde (SÇKM) miktarı, fruktoz, glikoz ve toplam şeker miktarı (%), titrasyon asitliği (%), meyve eti sertliği (N) ve ağırlık kaybı (%) ölçüm ve analizleri yapılmıştır.

Çalışmada 0°C depolanan çileklerde, antosiyanin miktarının ve kırmızılık rengin korunması ile fruktoz miktarının artırılması açısından mavi LED uygulamasının etkili olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte kırmızı LED uygulanan çilek meyvelerinin L* , b* ve h^o renk değerleri ve glikoz miktarı kontrole göre yüksek bulunurken, kırmızı LED ışığın titrasyon asitliği ve SÇKM miktarını korunmasında da etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çilek meyvelerinin toplam şeker miktarının artırılmasında, meyve eti sertliğinin korunmasında ve ağırlık kaybının azaltılmasında ise UVAS uygulamasının öne çıktığı saptanmıştır.

Araştırmada 5°C'de depolanan çileklerde kırmızı LED ışığın antosiyanin miktarının artırılması, meyve eti sertliğinin korunması, ağırlık kaybının azaltılması ve SÇKM miktarının artırılması açısından oldukça etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca L* a* b* renk değeri için UVA ve hue açısı ve kırmızılık indeksi açısından ise UVAS uygulamaların daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık yapılan LED ışık uygulamalarının fruktoz, glikoz ve toplam şeker üzerinde önemli etki göstermediği ve titrasyon asitliğini azalttığı bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Çilek (*Fragaria x Ananassa Dush.*), Depolama, Kalite, LED, Ultraviyole-A (UVA).

THE EFFECT OF POSTHARVEST LED LIGHTING TREATMENTS AT DIFFERENT WAVELENGTH ON ANTHOCYANIN, COLOR AND OTHER QUALITY COMPONENTS OF STRAWBERRY FRUITS (*Fragaria x Ananassa* (Weston) Dushesne Ex Rozier (Pro sp.)), DURING STORAGE.

ABSTRACT

In this thesis study, the effects of different color LED applications on the postharvest quality in the cold storage condition and biochemical composition of the strawberry were investigated. For this purpose, strawberries were stored at two different temperatures, 0°C and 5°C for 10 days at 85-90% relative humidity conditions. During storage, strawberries were continuously illuminated with blue, red or ultraviolet-A (UVA) LEDs, or kept in the dark (UVAS) after applying ultraviolet-A LED illumination for one hour, and only stored in the dark environment (control). In the study, in samples taken at the beginning of the trial and at 2-day intervals; the measurement and analysis such as total anthocyanin content (mg / kg TA), color measurements (L *, a *, b *, hue angle, redness index), total soluble solids (TSS), fructose, glucose and total amount of sugar (%), titratable acidity (%), fruit firmness (N) and weight loss (%) were done.

In the study, it was found that the application of blue LED was effective in retained the amount of anthocyanin and red color together with increasing fructose content of strawberries stored in 0°C. However, L *, b * and ho color values and glucose content of strawberry fruits treated with red LED were found to be higher than control, while red LED light was found to be effective in maintaining titratable acidity and TSS. In addition, it was found that UVAS application was the most important treatment in increasing the total sugar content of the strawberry fruits, preserving the hardness of the fruit and reducing the weight loss.

In the study, it was found that the red LED light in strawberries stored at 5 ° C was highly effective in increasing the amount of anthocyanin, preserving the hardness of the fruit, reducing the weight loss and increasing the amount of TSS. In addition, UVA application for L * a * b * color value and UVAS applications in terms of hue angle and redness index were found to be more effective. In contrast, LED light applications were found to have no significant effect on fructose, glucose and total sugar, and it decreased titratable acidity.

Keywords: Strawberry (*Fragaria x Ananassa* Dush), Storage, Quality, LED, Ultraviolet-A(UVA).

GİRİŞ

Çilek (*Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne ex rozier (pro sp.)) Rosales takımı, Rosaceae (Gülgiller) familyası ve *Fragaria* L. cinsine aittir (USDA, 2018). Dünya üzerinde; yetiştirilen çileklerin, ploidi düzeyi $2n = 2x$ 'ten başlayıp, $2n = 10x$ 'e kadar uzanan 20 farklı türü olduğu tanımlanmış olup, günümüzde kullanılan kültür çeşidinin (*F. xananassa* Duch.); *F. virginiana* Miller (Kuzey Amerika) ve *F. chilioensis* (L.) Miller (Güney Amerika) türlerinin melezi olduğu belirtilmiştir (Demirsoy ve diğ., 2012). Günümüzde en fazla yetiştirilen çilek türü *Fragaria x ananassa* olup, şu anda ticari olarak yetiştirilen nötr-gün ve kısa gün olmak üzere başlıca iki çilek tipi bulunduğu, bununla birlikte uzun gün bitkileri (sürekli meyve veren) olan tiplerinin var olduğu bildirilmiştir (Hancock ve diğ., 2008).

Çilek meyvesi 100 g'ında ortalama olarak 91,25 g su içermekte olup, özellikle potasyum (159 mg /100 g), kalsiyum (47 mg /100 g), fosfor (17 mg/100g) ve magnezyum (16 mg/100 g) mineralleri bakımından zengindir. Bunun yanı sıra çileğin içerdiği vitaminlerden en önemlisi, C vitamini (75,5 mg/100g) olup, folik asit (25µg/100g) miktarı da yüksektir. Ayrıca çileğe rengini veren ve bunun yanı sıra antikanserojen özellikte olan beta-karoten (90µg/100g) ile likopen (26µg/100g) renk maddelerini de içermektedir. Çilek meyvesinde suda çözünür şekerlerden sakkaroz bulunmamasıyla birlikte; 2,61 g/100g fruktoz ve 1,94 g/100g glikoz olduğu tespit edilmiştir (TürKomp, 2018).

Türkiye'de çilek üretimi 2017 yılı itibari ile 153.918 dekar alanda 400.167 tondur. Bu üretimde en büyük pay 40.816 dekar alanda 123.783 ton üretim ile Mersin iline ait iken bu ilimizi; 16.243 da alanda 61.273 ton üretim ile Aydın; 31.515 da alan ve 47.757 ton üretim ile Bursa, 11.969 da alan ve 45.348 ton üretim ile Antalya ve 16.967 da alan ve 37.572 ton üretim ile Konya illerimiz izlemektedir (TÜİK, 2017).

Çilek yapısal olarak üzümü meyve sınıfına girmekte olup, kolay bozulabilir niteliktedir. Bu nedenle çileğin hasat sonrası kalitesinin korunmasında ve dayanımının arttırılmasında sıcaklık çok önemli etkiye sahip olup, bozulmanın

geciktirilmesi için sıcaklığın iyi bir şekilde ayarlanması en önemli ve basit yöntemlerden birisidir. Ayrıca optimum sıcaklıklar, çilek meyvelerinin yaşlanması, yumuşaması, yapısal ve renk değişimlerini geciktirmesinin yanısıra, istenmeyen metabolik değişimleri, su kaybını ve fungal enfeksiyonlara bağlı kayıpların yavaşlatılmasını sağlamaktadır (Nunes ve Emond, 1999).

Çilek gibi duyarlı meyvelerin hasat sonrası ömrünün arttırılmasında sıcaklığın yanısıra, modifiye atmosfer paket uygulamaları, gama radyasyon uygulamaları, ultraviyole radyasyon uygulamaları, sıcak uygulamaları, yenilebilir kaplamalar ve son yıllarda da ışık yayan diyot (LED) uygulamalarının etkileri araştırılmaktadır (Vicente ve Sozzi, 2007).

LED lambalar, dar bant genişliklerindeki dalga boylarında yayılan, fotoelektrik etkinliği ve foton akışı veya aydınlatması yüksek olan, termal çıkışı düşük olan, kompakt, taşınabilir ve elektronik sistemlere kolaylıkla entegre edilebilen katı-haldeki aydınlatma cihazlarıdır. LED'lerin benzersiz özellikleri, spektral özelliklerinin, radyant veya ışık yoğunluğunun ve üretilen ışığın geçici ayarlarının uygun bir şekilde düzenlenmesini sağlamaktadır (Branas ve diğ., 2013).

LED ışığın rengi, yarı iletken malzemenin bant aralığı enerjisine bağlıdır. Kırmızı ve kızıl ötesi ışık elde etmek için, galyum arsenit; yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı ışıklar için indiyum galyum alüminyum fosfit; ve mavi ışıklar için galyum nitrür ve silisyum karbür kullanılmaktadır (Yeh ve Chung 2009; Gupta ve Jatohu 2013). Ayrıca, tipik olarak alüminyum galyum nitrür veya indiyum galyum nitrürden oluşan ve 210 nm kadar düşük bir dalga boyuna sahip, UV radyasyonu yayan LED'ler de bulunmaktadır (Shur ve Gaska 2010).

Bahçe bitkileri ürünlerinin üretimi sırasında, hasat sonrası depolama ve işleme süreçlerinde LED aydınlatma teknolojisinin kullanımı ile ilgili çalışmalarda son yıllarda artış meydana gelmiştir. LED aydınlatma teknolojisi ile hasat öncesi dönemde yapılan çalışmalarda; kızıl ötesi ışığın uzun gün bitkilerinin çiçeklenmesini uyardığı, beyaz ışığın fototropizmin ve kırmızı ışığın ise fotosentezin arttırılmasında önemli olduğu bulunmuştur. LED aydınlatma teknolojisi bitki yetiştiriciliğinde olduğu kadar, ürünlerin hasat sonrası döneminde de denenmekte olup, uygulanan sistemin hasat sonrası dönemde kullanımının umut verici olduğu (Spoots ve diğ.,

2017), ürünlerin hasat sonrası depolanması sırasında ikincil metabolitleri etkilediği, mavi LED ışığın, çileklerde antioksidant enzim aktivitesini arttırdığı, buna karşılık beyaz ışığın marullarda karotenoid parçalanmasını geciktirdiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde kırmızı LED ışığın satsuma mandarinlerinde toplam karotenoid, brokolide ise askorbik asit miktarının artırılmasına yol açtığı, ancak, lahanada C vitamini miktarının arttırılmasında mavi ışığın daha etkili olduğu tespit edilmiştir. LED aydınlatma teknolojisi ürünlerin hasat öncesi ve sonrası dönemde verim ve biyokimyasal kaliteyi artırmasının yanısıra yüzey dezenfeksiyonu sağlayarak, depo ömrünü de arttırmaktadır. Mavi LED ışık uygulanan tangerin meyvelerinde fungal gelişim; ultraviyole LED ışık uygulanan çileklerde ise Botrytis cinerea nedeniyle oluşan kurşuni küf gelişiminin azaltığı belirtilmiştir (Kasım ve Kasım, 2016).

Yapılan literatür incelemesinde, ülkemizde çileğin hasat sonrası muhafazası sırasında LED aydınlatma uygulamaları ile ilgili çalışmaya rastlanmamış olup, dünya üzerinde de yapılan çalışmaların sayısının oldukça az olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla yapılan bu tez çalışmasında 0°C ve 5°C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta, sürekli olarak mavi, kırmızı ve ultraviyole-A (UVA) LED aydınlatma altında veya bir saat süreyle ultraviyole-A LED aydınlatma uygulandıktan sonra karanlıkta (UVAS) ve yalnızca karanlık ortamda depolanan çileklerde, yapılan aydınlatma uygulamalarının çileğin biyokimyasal bileşimi ile hasat sonrası kalitesi ve muhafaza süresine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1. KAYNAK ÖZETLERİ

Çilek meyvelerinin hasat sonrası bozulmasının önlenmesi ve hasat sonrası ömrünün uzatılması için sıcaklık önemli bir faktör olup, bozulmayı yavaşlatmak için en iyi yol tarla ısısının en kısa sürede düşürülmesi ve çileklerin 0°C'ye yakın sıcaklıklara kadar ön soğutulmasıdır. Çileklerin hasattan sonra bir saat içerisinde ön soğutulma yapılması oldukça oldukça önemli olup, aksi durumda soğutmadaki 2, 4, 6 ve 8 saatlik gecikmelerin meyvelerin pazarlanabilir kalitesini sırasıyla %20, 37, 50 ve 70 oranında kaybetmesine neden olduğu belirlenmiştir (Mitchell ve diğ., 1996). Çilekler için en uygun ön soğutma yönteminin zorlanmış hava ile ön soğutma olduğu, bu yöntemin özellikle küçük işletmelerde kolay yapılabilen ve en hızlı soğutmayı sağlayan sistem olduğu bulunmuştur (DeEll, 2005).

Bununla birlikte, düşük sıcaklıkların hasat sonrası işlemler, depolama ve taşıma sırasında da korunması önemli olup, aksi durumda meyveler pazarlanabilir kalitesini kaybetmektedir. Hardenburg ve diğ., (1986) ile Mitchell ve diğ., (1996) çileklerin üşümeye duyarlı olmadığını bu nedenle 0-1°C sıcaklık aralığında güvenle depolanabileceğini ifade etmişlerdir. DeEll (2005) ise çileklerin optimum depolama şartlarının 0°C'de 7-10 gün olduğunu belirtmiştir.

Nunes (1998) Chandler, Oso Grande ve Sweet Charlie çilek çeşitlerinin 1°C sıcaklıkta 8 gün veya 10°C sıcaklıklarda 1 gün depolandığında ağırlık kaybı ve askorbik asit parçalanmasının, sıcaklık artışına paralel olarak arttığını bulmuştur. Araştırmacı, çileğin raf ömrünün ve askorbik asit kaybının 1°C sıcaklıkta depolama ile 7,5 kat arttırılabileceğini tespit etmiştir.

Fern, Brighton ve Selva çilek çeşidinin meyveleri 3, 6 ve 20°C sıcaklıkta 0, 2, 4, 6 ve 8 gün süreyle plastik filmle kaplı veya açıkta depolanmıştır. Çalışmada meyve eti sertliği, ağırlık, renk (L, a, b) ve titrasyon asitliği depolama süresince azalırken pH, suda çözünür toplam kurumadde miktarı ve a/b oranının arttığı, buna karşın askorbik asit miktarının değişmediği belirlenmiştir.

3°C sıcaklıkta depolama meyve kalitesini önemli oranda etkilemezken, 6 gün süreyle depolama meyvenin yumuşamasına ve ağırlık kaybının artmasına neden olmuştur. 8 gün sonra ise meyve pazarlanamaz hale gelmiştir. Meyvelerin plastik film ile sarılarak depolanması, açıkta depolamaya göre hem 3 hem de 6° C sıcaklıklarda depolama süresince ağırlık kaybını önemli oranda azaltmıştır. Sıcaklığın incelenen tüm sıcaklıklarda ağırlık kaybını önemli oranda etkilediği tespit edilmiştir (Paraskevopoulou-Paroussi ve diğ., 1995).

Çilek meyvelerinde meyve kararmasına neden olan içsel faktörlerin belirlenmesi için yapılan çalışmada 15°C, 25°C ve 35°C sıcaklıklarda depolama süresince meyvelerin renk oluşumunda, meyve kalitesinde, reaktif oksijen türleri (ROS) metabolizmasında ve fenolik metabolizmasındaki değişimler incelenmiştir. Araştırmada, yüksek depolama sıcaklıklarının L*, a* ve b* değerlerindeki azalmaların da gösterdiği şekilde meyvedeki renk bozulmasını arttırdığı ve hasat sonrası ağırlık kaybını hızlandırdığı bulunmuştur. Ayrıca, fenolik metabolizması açısından yüksek sıcaklıkların antosiyanin, toplam flavonoid ve fenolik madde miktarı ile polifenol oksidaz (PPO) ve peroksidaz (POD) gibi enzimlerin aktivitelerini arttırdığı da tespit edilmiştir. Yapılan korelasyon analizleri, antosiyanin birikiminin hasat sonrası çileklerin meyve renginde bozulmasına yol açan en önemli faktör olduğunu ve bunu ROS ve ağırlık kaybının izlediğini göstermiştir. Çalışma sonucunda, hasat sonrası çileğin meyve renginin, antosiyanin birikmesinin geciktirilmesi, antioksidan aktivitesinin korunması ve depolama süresince su kaybının azaltılması sağlanarak korunabileceği gösterilmiştir (Peng ve diğ., 2017).

Çilek meyvelerinde hasat sonrası kalitenin korunması açısından kalsiyum uygulamaları da yapılmaktadır. Bir çalışmada, çürüme hızının yüksek olduğu tahmin edilen İspanyol çileği (*Fragaria x Ananassa* cv. Tudla) meyveleri hasattan sonra, hiç uygulama yapılmamış, suya daldırılmış veya 25 °C ve 45°C sıcaklıkta farklı kalsiyum klorür (CaCl_2) çözeltilerine daldırılmış ve ardından 1 °C'de 1 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Daha sonra meyvelerin olgunlaşma ve kalite parametreleri 18 °C'de 3 gün boyunca izlenmiştir. Meyvelerin % 1 oranında CaCl_2 çözeltisine daldırılması; meyvelerin kalsiyum içeriğinin artırılması, hasat sonrası bozulmaların

ve sertliğin kontrol edilmesi, ayrıca suda çözüner kuru madde içeriğinin korunması bakımından etkili bir uygulama olduğu, buna karşın uygulamaların meyvelerin duyu kalitesini etkilemediği belirlenmiştir (Garcia ve diğ., 1996).

CaCl₂ uygulanmış çilek meyvelerinde yeme olumu ile birlikte oluşan ağırlık kaybı, çürüme ve kimyasal değişimler 13-24°C arasında değişen oda sıcaklıkları ve %70 oransal nem şartlarında incelendiğinde, %2 CaCl₂ uygulanmış ve yüksek yoğunluklu polietilen kasalarda saklanan meyvelerde ağırlık ve çürüme kayıplarının minimum olduğu, SÇKM miktarı ve asitliğin depolama süresince tüm uygulamalarda azaldığı bulunmuştur. Ayrıca araştırmada, sıcaklıklara bağlı olmaksızın, askorbik asit ve çileğin kırmızı renginden sorumlu olan antosiyanin miktarlarının, %1,5 Ca (NO₃) uygulanıp, HDPE kasalarda paketlenen meyvelerde depolamanın 6. gününde maksimum olduğu da tespit edilmiştir. CaCl₂ uygulanıp, HDPE kasalarda depolanan çileklerde raf ömrünün 6 gün olduğu da saptanmıştır (Singh ve diğ., 2008).

Böğürtlen, ahududu ve çilek meyvelerinin hasat sonrası 2,5 dakika süreyle 20 ± 1 °C sıcaklıktaki % 1 ve % 2 kalsiyum klorür çözeltisine daldırıldıktan sonra 0 ± 0,5 °C sıcaklık ve % 90 ±5 oransal nem (ON) şartlarında 8 gün depolanan çilek meyvelerinde kalsiyum uygulamasının toplam titrasyon asitliği, pH ve SÇKM miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. En fazla ağırlık kaybı uygulama yapılmamış meyvelerde elde edilirken, % 2 CaCl₂ uygulanmış meyvelerdeki kayıp oranının minimum olduğu bulunmuştur. Çalışmada depolama süresinin sonunda en yüksek askorbik asit içeriğinin, % 2 CaCl₂ çözeltisine daldırılmış böğürtlen, ahududu ve çilek meyvelerinde olduğu, ayrıca CaCl₂ uygulamasının depolama süresince toplam polifenol içeriğinin korunması üzerinde de olumlu bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 8 günlük soğuk depolama süresince uygulama yapılmamış taze böğürtlen meyvelerinin antioksidan kapasitesindeki azalma % 25 iken; ahududu ve çilek de sırasıyla % 34 ve %26 olduğu, buna karşılık bu meyvelere %2 CaCl₂ uygulandığında antioksidan aktivitesinde azalmasının sırasıyla % 8, 22 ve 11 olduğu bulunmuştur (Turmanidze ve diğ., 2016).

MAP ve CaCl₂ uygulamalarının, 4 °C'de depolanan çilek meyvelerinin bazı kalite parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada, meyvelere % 0.5 CaCl₂

çözeltisi uygulamasının; pH ve toplam titre edilebilir asitlik (TTA) gibi fiziko-kimyasal özellikler üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada, paketlenmemiş çilekler ağırlıklarının % 0,5'ini dehidratasyon nedeniyle kaybetmesine karşılık, MAP ambalajlı çileklerin ağırlıklarını koruduğu; modifiye atmosfer paket içerisinde (% 5-10 O₂ ve % 5-10 CO₂) depolamanın, çileklerin kalitesini, açık ambalajda depolamaya göre daha uzun süre korumada kullanılabileceği bulunmuştur. Araştırmada ayrıca, açık şartlarda saklamanın dışındaki herhangi bir şekilde paketlemenin, Botrytis gelişimini 4 °C'de 3 hafta boyunca kontrol etmede etkili olduğu da belirlenmiştir. Sonuç olarak, kalsiyum (% 0,5) ile MAP uygulanmasının çileklerin hasat sonrası ömrünü 7 (kontrol) günden 21 güne çıkardığı tespit edilmiştir (Jouki ve Khazaei, 2012).

Çilekler, yumuşak yapıları ve fungal enfeksiyonlara karşı hassas olmaları nedeniyle çabuk bozulabilir bir meyve türü olduğundan, hasattan sonra fungal enfeksiyonlara karşı korunması gereklidir. Günümüzde özellikle kimyasal maddelerin ürün yüzeyinde kalıntı bırakması ve insan sağlığı için tehdit oluşturması nedeniyle fungusitlere alternatif yöntemler denenmektedir. Bu yöntemlerden birisi olan, fenolik bileşik özelliğindeki salisilik asidin (SA) çilek meyvesinin hasat sonrası dayanımı ve kalite özellikleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, "Gaviota" çilek meyvelerine 0, 25, 50 ve 100 µl/L dozlarında SA püskürtme veya kağıt disk şeklinde uygulanarak, 4 °C sıcaklık ve % 75 ON'de karanlıkta muhafaza edilmiştir. Çalışmada, SA uygulamasının, meyvelerin ağırlık kaybı, pH, POD, PG, çürüme oranı kontrol grubuna göre azalttığı buna karşılık TA, C vitamini, antosiyanin, kalsiyum, pektin, CAT miktarlarını ise arttırdığı tespit edilmiştir. Ek olarak, iki uygulama yönteminden kağıt disk yönteminin, meyve çürümesi ve kalitesi üzerinde, sprey yöntemine kıyasla daha yüksek etki göstererek meyvelerin depolama süresinin artmasını sağladığı belirlenmiştir (Geransayeh ve diğ., 2015).

Ürünlerin muhafaza süresinin arttırılması için kullanılan uygulamalardan birisi de, ürün yüzeyinin kaplanarak, solunum hızının azaltılmasıdır. Bu uygulamalardan kitosan kaplaması ile birlikte kalsiyum uygulanmasının çilek muhafazasına etkisinin araştırıldığı çalışmada, (Munöz-Hernandez ve diğ., 2008), çilekleri (*Fragaria x ananassa* Duch.) %1 veya %1,5 kitosan (CS) veya kalsiyum glukonat (CaGlu) ile kombine edilmiş kitosan kaplamışlardır. Araştırmacılar, kaplanmış çilekleri bir hafta

boyunca 10°C'de ve % 70±5 ON'de depolamışlardır. Çalışmada, % 1,5 CS (CaGlu ilaveli veya ilavesiz) veya %1 CS+% 0,5 CaGlu ile kaplanmış meyvelerde saklama süresi boyunca fungal bozulma görülmediği, buna karşılık, % 1 oranında CS içeren kalsiyum tuzu ile kaplanmış çileklerin % 12,5'inin, beş günlük depolama sonrasında enfekte olduğu bulunmuştur. Ayrıca araştırmada, kitosan kaplamasının solunum aktivitesini azalttığı, böylece olgunlaşmayı geciktirdiği ve yaşlanmaya bağlı olarak meyve çürümesinin ilerlemesini geciktirdiği tespit edilmiştir. Bunun yanısıra kitosan kaplamaların, uygulama yapılmamış meyvelere kıyasla ağırlık kaybını, meyve eti sertliğini ve dış renkteki değişimleri geciktirdiği de saptanmıştır. Ek olarak, % 1,5 kitosan ile kaplanmış çileklerin, CaGlu varlığı veya yokluğundan bağımsız olarak % 1 kitosan ile kaplanana göre daha az ağırlık kaybı gösterdiği ve kararmanın azaldığı, bununla birlikte, %1 kitosan çözeltisine kalsiyum eklenmesinin meyvenin sertliğini arttırdığı bulunmuştur. Ayrıca kaplanmış meyvelerin görsel kalitesinin, uygulama yapılmamış meyvelerden yüksek olduğu, kitosan kaplama formülasyonuna kalsiyum glukonat ilavesinin, meyvenin kalsiyum içeriğini artırarak besin değerini arttırdığı bulunmuştur.

Yenilebilir kaplama ile kalsiyum uygulamaların çileğin hasat sonrası kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; yenilebilir kaplama olarak kekik bitkisinin uçucu yağında bulunan timol taşıyıcısı olarak soya veya buğday gluteni proteini kullanılmıştır. Araştırmada, soya proteini veya beyaz gluten tarafından taşınan timol ve soya proteini tarafından taşınan CaCl₂ ile kaplanan meyvelerin ağırlık kaybının en düşük olduğu, timol içeren soya proteini veya beyaz gluten ile kaplanmış meyvelerin görünümünde 9 gün boyunca herhangi bir değişiklik görülmediği tespit edilmiştir. Yapılan tüm uygulamalar meyvelerin askorbik asit içeriği, meyve eti sertliği, SÇKM miktarı ve toplam şeker miktarının korunmasını ve toplam koloni, küf ve maya sayılanının kontrole kıyasla azalmasını sağlamıştır. Timol içeren soya proteini veya beyaz gluten kaplamanın meyve kalitesinin korunması açısından en etkili uygulamalar olmakla birlikte kontrol meyvelerine kıyasla antosiyanin miktarını azalttığı, buna karşılık kroma değeri ve hue açısı değerlerini yükselttiği belirlenmiştir (Atress ve diğ., 2010).

Aloevera jel bazlı yeni bir yenilebilir kaplamanın 20 °C'de, çilek meyvelerinin kalitesinin korunması ve hasat sonrası bozulmaların kontrol altına alınabilmesindeki

etkilerinin araştırıldığı çalışmada, meyveler doğrudan % 25, 50, 75 ve 100 (v/v) jel içine daldırılmış, yalnızca suya daldırılan meyveler ise kontrol olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, A. vera ile kaplama uygulamasının, meyvelerin ağırlık kaybını kontrole kıyasla önemli ölçüde azalttığı, depolama süresi sonunda minimum ağırlık kaybının % 100 (v/v) ile kaplanmış meyvelerde ölçüldüğü, en düşük meyve eti sertliğinin ise kontrol grubunda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kaplanmış meyvelerin titre edilebilir asitlik miktarının, şeker içeriği ve C vitamini miktarının kaplanmamışlardan daha yüksek olduğu da bulunmuştur (Vahdat ve diğ., 2010).

Organik çileklerin hasat sonrası korunması üzerine biyobozunur kaplama uygulamasının etkisini belirlemek için yapılan çalışmada, Camarosa çilek çeşidi meyveleri %2 manyok (cassava) nişastası; %1 kitosan; ve %2 manyok nişastası +%1 kitosan kombinasyonu ile kaplandıktan sonra plastik kapaklı kutulara konulmuş ve 10°C sıcaklıkta 9 gün süreyle depolanmıştır. Araştırmada, yapılan uygulamaların, organik çileklerin hasat sonrası kalitesini olumlu yönde etkilediği; manyok nişastası + kitosan kaplamasının meyve kütlesinde % 6'dan az kayıp oluşturarak, maya ve psikrofilik miktarını azaltarak ve duyusal analize göre en iyi görünümü sağlayarak, en iyi sonuçları verdiği bulunmuştur (Campos ve diğ., 2011).

Çileklerin raf ömrünün uzatılması amacıyla yapılan çalışmada, 20°C sıcaklık ve %35-40 oransal nem (ON)'de depolanan çilekler dört farklı kaplama formülasyonu (tek tabaka olarak kitosan, balmumu-kitosan-balmumu katmanlarından oluşan üç katmanlı kaplama, kitosanın sodyum tripolifosfat, TPP ve kompozit ile çapraz bağlandığı üç katmanlı kaplama) kullanılarak kaplanmıştır. Çalışmada özellikle üç katmanlı kaplamaların, meyvelerin yaşlanmasını ve ağırlık kaybını önemli ölçüde azalttığı, dokuların tekstürü ve rengin korunmasından da görüldüğü gibi metabolizmalarını yavaşlattığı ve solunum hızını değiştirdiği tespit edilmiştir. Kaplanmış çileklerin duyusal değerlendirme sonuçları, kitosan ve kompozit kaplamaların daha iyi bir görsel görünüş ve tat verdiğini ve dolayısıyla, üç katlı kaplamaların çileklerin genel kalitesinin korunması üzerindeki etkisi daha yüksek olmakla birlikte, hakemlerin %90'ı tarafından kitosan ve kompozit kaplamaların, üç katlı kaplamalardan daha fazla tercih edildiğini göstermiştir (Velickova ve diğ., 2013).

Çilek meyveleri klimakterik olmadığından, solunum hızı düşük olmakla birlikte, hasat sonrası dönemde önemli oranda fungal bozulmalar göstermektedir. Fungal bozulmaların önlenmesi amacıyla değişik yöntemler kullanılmakla birlikte, yenilebilir kaplamalar bozulmaları önleyebilmektedir. Bu amaçla yapılan çalışmada, çilek meyvelerine kitosan (CH), kinoa protein-kitosan (Q/CH) ve kinoa protein-kitosan-ayçiçeği yağı (Q/CH/SO) bazlı yenilebilir kaplamalar uygulandıktan sonra 15 gün süreyle depolanmıştır. Muhafaza süresince CH, Q/CH ve Q/CH/SO çözeltileri ile kaplanmış çileklerin küf ve maya miktarlarının kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde daha düşük olduğu, ayrıca Q/CH/SO kaplamasının, çileklerin CO₂ salınımını kaplanmamış çileklere kıyasla % 60 oranında düşürdüğü belirlenmiştir. Buna karşılık çalışmada çilek meyvelerinin renginin kaplamalardan etkilenmediği bulunmuştur. Araştırmada, fizikokimyasal parametreler açısından, farklı kaplama grupları ile kaplanmamış grup arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı, buna karşılık kaplama uygulamasının toplam duyusal kaliteyi koruduğu, ve bu çileklerin raf ömrünün daha uzun olduğu tespit edilmiştir (Valenzuela ve diğ., 2015).

Meyve ve sebzelerde mikroorganizma gelişiminin azaltılması yoluyla hasat sonrası kalitenin korunması için sıcak uygulamaları da yapılmaktadır. Sıcak uygulamaları daha çok yüzey dezenfeksiyonu amacıyla kullanılmakla birlikte ürünün biyokimyasal bileşimlerinde de değişimlere yol açabilmektedir. Tam kırmızı renkte hasat edilmiş çilek (*Fragaria×ananassa* Duch. cv. Selva) meyvelerine 1-5 saat süreyle sırasıyla 39-50 °C arasında değişen sıcaklıklar uygulanarak, meyveler gece boyunca 0 °C'de depolanmış ve ardından da 3 gün boyunca 20°C'de sıcaklıkta depolanmıştır. Yapılan çalışmada, sıcak uygulamalarının çoğunun çilekte raf ömrünü arttırdığı en iyi sonuçların 42 °C ve 48 °C'de 3 saat süreyle yapılan uygulamalardan elde edildiği belirtilmiştir. Araştırmada, sıcak uygulamalarının fungal gelişimi önlediği ve zararlanmış meyve sayısını azalttığı; yumuşama oranının ve dış renk gelişiminin 48 °C'de sıcak uygulanmış meyvelerde kontrolle karşılaştırıldığında daha az olurken, 42 °C'de sıcak uygulamasının bu parametreleri önemli ölçüde etkilemediği tespit edilmiştir. Bununla birlikte, her iki uygulamanın da kontrollere göre antosiyanin birikimini ve PAL aktivitesini nispeten azalttığı; ek olarak, 3 saat süreyle 48 °C uygulamasının protein sentezini azalttığı ancak bu etkinin, 20 °C'de 48 saat süreyle tutulan meyvelerde kısmen tersine çevrildiği saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, sıcak

uygulanmış meyvelerdeki mantar gelişiminin azalması ve olgunlaşmanın yavaşlatılması nedeniyle bu fiziksel yöntemin, çileğin hasat sonrası raf ömrünü uzatmak için yararlı olabileceği düşünülmüştür (Civello ve diğ., 1997).

Çilek meyvelerine yapılan sıcak hava uygulamasının çileğin muhafazası süresince kalite değişimlerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, çilek (*Fragaria × ananassa* Duch., cv. Selva) meyvelerine 45°C sıcaklıkta 3 saat sıcak hava uygulaması yapılmış, uygulamadan sonra meyveler 0, 7 veya 14 gün boyunca 0 °C'de depolanmış ve daha sonra 2 gün 20 °C'de tutulmuştur. Araştırmada, meyvelerde ölçülen elektrolit sızıntısı, solunum hızı ve pirogallol peroksidaz (POD) kriterlerine göre sıcak uygulanmış çileklerin kontrol meyvelerinden daha az bozulma ve daha az doku hasarı gösterdiği bulunmuştur. Ek olarak, sıcak uygulanmış meyvelerin depolama süresince kontrol meyvesinden daha düşük H₂O₂ seviyeleri gösterdiği; antioksidan kapasitesinin ise, hem 20 °C'de 1 gün, hem de 0 °C'de 7 gün depolamadan sonra daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çalışmada ayrıca askorbat peroksidaz (APX) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi uygulamadan hemen sonra önemli bir değişim göstermemekle birlikte, depolama sırasında sıcak uygulanmış meyvede aktivitesinin daha yüksek olduğu, dolayısıyla sıcak uygulamasının meyvenin oksidatif metabolizmasında değişimler oluşturduğunu göstermiştir. Deneme sonucunda sıcak uygulanmış meyvelerde depolama sırasında gözlenen farklı tepkilerin, meyveyi yaşlanma ve patojen enfeksiyonu ile oluşan reaktif oksijen türlerine karşı koruyabildiği sonucuna varılmıştır (Vicente ve diğ., 2006).

Çilek meyvelerinin hasat sonrası kalitesi ortamda etilen varlığında hızlandırılabilen olup çileklere etilen inhibitörü 1-metilsiklopropan (1-MCP) uygulanması ile etilenin bu etkisi arttırılabilen, azaltılabilen veya herhangi bir etki görülmebilmektedir. Yapılan bir çalışmada 0, 5 veya 8 °C'de saklanan çileklerin kalite özellikleri ve solunum hızları üzerine 0,01, 0,05, 0,1 ve 1 ml/L etilen ve 0,01, 0,1 ve 1,0 ml/L 1-MCP'nin etkileri incelenmiştir. Araştırmada, etilenin çürüme gelişimini etkilemediği bununla birlikte, kaliks kalitesinin 0,1 veya 1,0 ml/L etilene maruz kalma ile önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir. Bunun yanısıra çalışmada, 1 ml/L 1-MCP uygulamasının kaliks dokusunu koruduğu bulunmuş olup, çileklerin 0,01, 0,1 veya 1,0 ml/L 1-MCP'ye maruz bırakılmasının genel meyve

kabul edilebilirliğini etkilemediği, ancak çürüme gelişiminin hızını biraz arttırdığı da tespit edilmiştir. Ek olarak, yapılan denemede, 1-MCP uygulamasının meyve tarafından üretilen etilen miktarını azalttığı, 1-MCP uygulamasına bağlı olarak CO₂ üretiminin artmasının, çürümenin erken başlaması ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda genel olarak, etilen algısının engellenmesinin çileklerde hastalık direncine neden olduğu ancak, toplam depolama ömrü üzerinde sadece küçük bir etkiye yol açtığı, ayrıca depolama ortamından etilenin uzaklaştırılmasının veya 1-MCP uygulamasının, çileğin depolama ömrünün uzatılmasında uygun maliyetli yöntemler olmadığı sonucuna varılmıştır (Bower ve diğ., 2003).

1-MCP uygulamasının çileklerin depolama ömrü ve kalite özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, tamamen olgunlaşmış Parajchatan 72 çilek çeşidi meyvelerine, 25 °C'de 12 saat boyunca 0 (kontrol), 0,5 ve 1 µL/L konsantrasyonlarında 1-MCP uygulanmış, ardından meyveler tek tek ticari plastik kutular içerisinde ve 5 °C sıcaklık ve % 95 ON içeren ortamda depolanmıştır. Denemede, 1.0 µL/L konsantrasyonunda 1-MCP uygulamasının 5 °C'de 12 gün depolanan çileklerin meyve eti sertliği ve rengini (hue açısı) koruduğu; 1-MCP uygulanmış meyvelerde kontrole kıyasla çürümenin daha düşük olduğu; 1-MCP ile uygulama sonrası C vitamini, SÇKM miktarı ve toplam asit (TA) miktarlarında anlamlı şekilde bir azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Ayrıca, 1-MCP uygulanmış meyvelerin görsel kalitesini uygulama yapılmamış meyvelere göre daha korundukları belirlenmiştir (Chaiprasart, 2016)

Elmi ve diğ. (2017), soğuk ortamda depolanan çilek meyvelerine sürekli etilen uygulamasının (50 µL/L), meyve fizyolojisi, biyokimyası ve fitohormonlar dahil (absizik asit) metabolizma üzerindeki etkisi araştırdıkları çalışmalarında, depolama sırasında sakkaroz ve malik asit içeriği yüksek olan kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, etilen uygulanan meyvelerde solunumun hızının ve sakkaroz hidrolizinin arttığını ve buna bağlı olarak da indirgen şeker birikiminin azaldığını bulmuşlardır. Çalışmada, etilen uygulamasının fenolik bileşikler üzerinde herhangi bir etkiye sahip olmadığı, buna karşılık, hem meyve etinde hem de akenlerde ABA biyosentezinin artmasına neden olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, hasattan sonra etilenin kontrollü uygulanmasının yaşlanmayı baskıladığı ve raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir.

Çileklerin muhafaza ömrünün ve kalitesinin artırılmasında değişik bileşiklerden de faydalanılmaktadır. Bu bileşiklerden birisi olan melatonin uygulamasının çilek meyvelerinde hasat sonrası kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada (Liu ve diğ., 2018); melatoninin optimum etki gösteren dozunun belirlenmesi için çilek meyvelerine 5 dakika süreyle 0, 0,01, 0,1, 1 ve 10 mmol/L konsantrasyonlarında melatonin uygulanmış, ardından meyveler 4 °C sıcaklık ve % 90 ON'de 12 gün süreyle depolanmıştır. Araştırmada, 0,1 veya 1 mmol/L melatonin uygulamasının meyvelerde bozulma ve ağırlık kaybını azaltmada özellikle etkili olduğu; meyvenin rengi, sertliği, SÇKM miktarı ve titre edilebilir asit ölçümlerinin de gösterdiği gibi yaşlanmayı geciktirdiği, ayrıca hidrojen peroksit (H₂O₂) ve malondialdehit (MDA) birikimini de önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Ancak toplam fenolik ve flavonoid içeriğini arttırmış, bunun sonucunda daha yüksek antioksidan kapasitesine neden olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, melatonin uygulamasının askorbik asit içeriği üzerinde olumsuz etkisi olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, 0,1 veya 1 mmol/L konsantrasyonlarının çilek meyvelerinde hasat sonrası ömrün uzatılması ve kalitenin artırılması açısından yararlı bir uygulama olabileceği tespit edilmiştir.

Ürünlerin kalitesinin ve muhafaza süresinin uzatılmasında yüzey dezenfeksiyonu amacıyla kullanılan yöntemlerden birisi de ozon uygulamasıdır. Çilek meyvelerinde hasattan sonra yapılan ozon uygulamasının meyve yüzeyinde bulunan mantar, maya ve bakteri gelişimine etkisinin incelendiği çalışmada (Thaer ve diğ., 2013), meyvelere 24 saat süreyle 5 ppm ozon hava ile veya 0,8 ppm ozon 2 dakika süreyle su içerisinde uygulandıktan sonra, çilekler havalandırılmalı veya pasif bir soğutma odasında muhafaza edilmiştir. Araştırma sonucunda ozon uygulamasının mikroorganizma bulaşmasını kontrol edici etki yarattığı ve raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir.

Çileklerde yüzey dezenfeksiyonu amacıyla ultraviyole ışığı uygulamalarından da yararlanılmaktadır. Farklı UV-C dozlarının çilek meyvelerinde (*Fragaria x ananassa* Duch.) antioksidan kapasite, enzim aktivitesi ve bozulma üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, çileklere 1, 5 ve 10 dakika süre ile sırasıyla 0,43, 2,15 ve 4,30 kJ/m² dozunda UV-C uygulamalarının, 10 °C sıcaklıkta muhafaza süresince meyvelerin antioksidan kapasitesi ve enzim aktivitelerini arttırdığı ve bozulmaları

önemli ölçüde azalttığı belirlenmiştir. Tüm UV-C dozlarının, çilek meyvelerinin fenolik madde içeriğini ve toplam antosiyanin miktarını arttırdığı da saptanmıştır. Ayrıca tüm UV-C dozlarının, kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında çürümenin gelişimini geciktirdiği buna karşılık 5 ve 10 dakikalık UV-C aydınlatmasının bozulmanın önlenmesinde en iyi uygulamalar olduğu belirlenmiştir (Erkan ve diğ., 2008).

Darvishi ve diğ., (2012) tarafından yapılan çalışmada Kürdistan (*Fragaria* × *Ananassa*, Duch. Cv Kurdistan) çilek çeşidi meyveleri, 0,25 ve 0,5 kJ/m dozlarında ultraviyole-C (254 nm, UV-C) uygulandıktan sonra, -1°C ve -5 °C sıcaklıklarda 7 gün süreyle depolanmıştır. Araştırmada, her iki UV-C radyasyon dozlarının mikrobiyel gelişmeyi azalttığı, ancak sadece yüksek doz uygulandığında önemli farklılıklar elde edildiği görülmüştür. Ayrıca, uygun bir dozda UV-C radyasyonunun, 'Kürdistan' çileklerinin tat kalitesini olumsuz yönde etkilemeden fungal gelişimi azaltabildiği, en yüksek dozun (0,5 kJ/m) uygulandığı meyvelerin, depolamanın 7. gününde önemli ölçüde daha sert olduğu ($p < 0,05$) ve bu dozun ürünün duyu kalitesini arttırdığı tespit edilmiştir.

Poliaminler ve UV-C ışınlama uygulamasının çilek meyvesinin depolanabilirliği üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada, Selva çilek çeşidi meyveleri 5 dakika süreyle 1 mM putresin, 2 mM putresin, 1 Mm spermidin ve spermidin 2 Mm çözeltilerine daldırıldıktan sonra, meyvelerin yarısına 0,72 kJ/m² dozunda UV-C ışını uygulanmış, suya daldırılan meyveler ise kontrol olarak kullanılmıştır. Uygulamaların ardından meyveler 4 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanmıştır. Araştırma sonucunda, neredeyse tüm özelliklerin poliamin uygulamalarından etkilendiği ve uygulanan dört poliamin uygulamasından, 2 mM putresinin kalite özelliklerinin korunmasında daha etkili olduğu bulunmuştur. Poliamin uygulanan meyvelerin, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında ağırlık kaybının daha az, meyve eti sertliğinin daha yüksek olduğu buna karşın, titre edilebilir asit miktarı ile C vitamini ve antioksidan değerlerinde kontrolden daha az değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca UV-C ışınlamasının incelenen kriterlerden sadece antosiyanin içeriği ve meyve sertliği gibi özellikler üzerinde etkili olduğu, bunun yanısıra en iyi sonuçların 2 mM putresin ve UV-C ışınlamasının birlikte uygulandığı örneklerden elde edildiği de belirtilmiştir (Mortavazi ve diğ., 2014).

Meyve ve sebzelerin hasat sonrası kalitesinin korunması ve depo ömrünün uzatılmasında farklı uygulamalar tek tek yapılabildiği gibi, değişik uygulamaların kombinasyonları da uygulanabilmektedir. Modifiye edilmiş atmosfer paketleme (MAP), ozon (O₃) ve ultraviyole-C (UV-C) ışık uygulamalarının çileklerin çürümesinin kontrolündeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, UV-C ışığı (1 kJ/m²), gaz halindeki O₃ (5000 mg/L) ve iki aktif MAP (süper atmosferik O₂ ve CO₂ ile zenginleştirilmiş atmosferler)'ın tek veya kombine uygulamasının polifenoller ve C vitamini içeriği ile çileklerin raf ömrü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırmada incelenen örneklerin açıkta muhafaza edilen ve uygulama yapılmamış olanlarda dahil olmak üzere örneklerin 12 günlük muhafazanın ardından görülebilir bir fungal gelişme göstermediği; bununla birlikte, UV-C ve O₃ uygulanmış çileklerin fenolik madde miktarlarının özellikle prosiyanidinlerde oluşan belirgin bir düşüş nedeniyle önemli ölçüde azaldığı bulunmuştur. Depolama sonunda ozon uygulanmış çilek meyvelerinin C vitamini içeriğinin en düşük olduğu, öte yandan, açıkta depolanan örneklerle karşılaştırıldığında, süper atmosferik O₂ ve CO₂ ile zenginleştirilmiş ambalajlar içindeki çileklerin toplam fenolik madde miktarının 5 günlük depolama sonrasında ve C vitamini içeriğinin ise 12 gün depolandıktan sonra azalma gösterdiği bulunmuştur. Çalışma sonucunda genel kalitenin, tüm numunelerde 9 ve 12 gün saklamanın ardından, MAP ortamında muhafaza edilen çileklerin, açıkta depolananlara göre daha düşük olan lezzet puanları dışında, iyi olduğu, bununla birlikte uygulamaların kombine yapılmasının tek tek uygulamaya göre ek bir etkisinin bulunmadığı da tespit edilmiştir (Allende ve diğ., 2007).

Farklı yetiştirme sistemlerinde büyütülmüş ve soğuk modifiye atmosferde depolanan çilek (*Fragaria x ananassa* Duch., Cv. Camarosa) meyvelerine kalsiyum laktat uygulamalarının, hasat sonrası özellikler, organoleptik ve besin kalitesi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada, serada perlit ve toprak ortamında ve açık tarla şartlarında yetiştirilen çilekler toplanmış ve % 1'lik bir kalsiyum laktat çözeltisine daldırıldıktan sonra, 1°C ve 8°C'de modifiye atmosferde paketlenmiştir. Çalışmada, meyve eti sertliğine kalsiyumun olumlu bir etki gösterdiği, buna karşın kalsiyum uygulaması yapılmış meyvelerde farklı sıcaklıklarda depolama yapıldığında önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Bunun yanısıra açık tarla şartlarında yetiştirilmiş meyvelerde organoleptik kalitenin (görsel kalite hariç),

kalsiyum uygulaması ve depolama sıcaklıkları önemli olmaksızın, daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Bunlara ek olarak uygulama yapılmamış ve 1°C sıcaklıkta depolanan meyvelerin besin kalitesinin daha iyi olduğu tespit edilmiştir (Harris ve diğ., 2017).

İki farklı depolama ortamında saklanan çilek meyvelerinin hasat sonrası kalitesini ve güvenliğini korumak amacıyla klor dioksit üreten pedlerin kullanıldığı çalışmada, ClO₂ uygulanan meyvelerin kısa depolama süresince (4 °C'de 3 gün + 20 °C'de 2 gün), renk, TEA, SÇKM, antosiyaninler, antioksidan kapasite ve düşük ağırlık kaybı gibi kalite özelliklerini daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Araştırmada, uzun süreli depolama koşullarında (2 °C'de 12 gün), hasat sonrası kalite ile ilgili parametrelerin genel olarak korunduğu ve ClO₂'nin toplam maya ve küfün azaltılmasında, ClO₂ gazı üreten jeneratör pedinin muhtemelen tükendiği denemenin son dönemi dışında olumlu etkili olduğu da bulunmuştur. Denemede duyusal değerlendirme sonuçları ClO₂ ile sterilizasyonun, özellikle kısa depolama süresi boyunca, küresel olarak olumlu bir kabul sağladığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, araştırmada bu işlemin, kısa depolama ve 8 güne kadar uzun depolama sırasında kaliteyi sürdürmek için uygun olduğu ve çileklerin kalitesini değiştirmeden maya ve küfe karşı olumlu etkileri nedeniyle alternatif dezenfektan olabileceği tespit edilmiştir (Chiabrando ve diğ., 2018)

Zhang ve diğ., (2018) tarafından yapılan çalışmada, polilaktik aside (PLA) farklı oranlarda (% 0,% 1,% 5 ve % 10) nano-Ag parçacıkları eklenerek oluşturulan aktif nanokompozit film ile kaplanmış çilek meyveleri, 10 gün boyunca 4 ± 1 °C'de saklanmıştır. Deneme sonucunda, aktif nanokompozit paketleme filminin saf PLA film ile karşılaştırıldığında daha iyi koruma etkisine sahip olduğu, C vitamini kaybını azalttığı, toplam fenolle ve 1-Dipenil-2-pikrilhidrazilin (DPPH) miktarındaki azalmayı geciktirdiği tespit edilmiştir.

Olgunlaşmamış çileklerin fonksiyonel bileşenleri ve kalite değişimleri üzerine LED ışık kaynağının (385 nm, 470 nm, 525 nm, and 630 nm) etkilerinin araştırıldığı çalışmada, hasattan hemen sonra ve depolamanın 4. Gününde %9,87 olan SÇKM miktarının, aşamalı olarak artış gösterdiği; kontrol grubunda %10,97'ye, deneme gruplarında ise kontrolden daha yüksek olarak %12,77'ye yükseldiği tespit

edilmiştir. Benzer şekilde depolamanın 3 günü süresince aşamalı olarak artan asitlik miktarının, daha sonra depolamanın 4. gününde LED aydınlatma gruplarından bağımsız olarak tüm uygulama gruplarında düşük oranda azaldığı saptanmıştır. C vitamini, antosiyanin ve toplam fenol miktarının kontrol ve test grupları için LED uygulaması nedeniyle depolamanın 4 günü için aşamalı olarak arttığı belirlenmiştir. Hasattan hemen sonra; 54,28 mg/100 g, 6,89 mg/100 g ve 129,5 mg/100 g olan her bir besin miktarı, depolamanın 4. gününde test grubu için 78,70 mg/100 g, 12,48 mg/100 g ve 172,75 mg/100 g olarak ölçülmüş olup, bu değerlerin kontrol grubunda ölçülen 71,64 mg/100 g, 9,89 mg/100 g ve 151,00 mg/100 g miktarlardan daha yüksek olduğu da tespit edilmiştir (Kim ve diğ., 2011).

Hasat sonrası çilek meyvesine mavi ışık uygulamasının antosiyanin miktarına ve antosiyanin biyosentetik enzim aktiviteleri üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada Xu ve diğ., (2014), meyvelere 5°C sıcaklıkta gün ve 12 gün boyunca 40 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ mavi ışık uygulamışlardır. Araştırmada mavi ışık uygulamasının depolama sırasında çilek meyvesinde toplam antosiyanin içeriğini arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca mevcut uygulama, glikoz-6-fosfat, shikimate dehidrojenaz, tirozin amonyak-liyaz, fenilalanin amonyak-liyaz, sinnamat-4-hidroksilaz, 4-coumarate/coenzyme A ligaz, dihidroflavonol-4-redüktaz, chalcone sintaz, flavanon-3-p-hidroksilaz, antosiyanin sentaz ve UDP-glikoz flavonoid-3-O-glikoziltransferaz enzimlerinin aktivasyonunu arttırdığından, mavi ışık altında antosiyanin miktarının artmasının bu enzimlerin artışı ile ilişkili olduğunu düşündürmüştür. Araştırma sonucunda depolama süresince mavi ışık uygulamasının, çilek meyvesinin antosiyanin içeriğini arttırmak için ek bir ışık kaynağı olarak kullanılabilmesi önerilmiştir.

Mavi ve beyaz LED aydınlatmanın, meyve kalitesini arttırdığı ve mavi ışığın botrytis enfeksiyonunu azaltarak raf ömrünü arttırdığı düşünülmektedir. Hasat sonrası beyaz LED ışık (300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) ve mavi LED ışık (200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ ve 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$) ışık uygulanan çileklerde, ışık uygulamalarının C vitamini miktarını, çileklerin aşırı olgunlaşması ve önemli ağırlık kayıplarına nedeniyle arttırmadığı belirlenmiştir. 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ dozunda beyaz ve mavi LED ışık ile aydınlatılan çilek meyvelerinde ağırlık kaybının beyaz LED ışık ve karanlık uygulamaları ile karşılaştırıldığında mavi LED ışık altında depolananlarda daha yüksek olduğu, sonucun mavi ışık altında kaliks transpirasyonunun daha fazla olmasından kaynaklandığı kanısına varılmıştır (Li, 2016).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

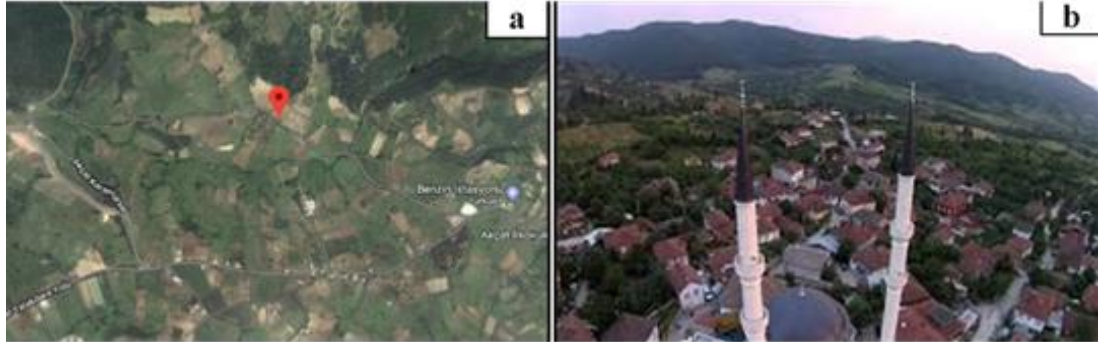
2.1. Materyal

2.1.1. Bitkisel materyal

Bu tez çalışmasının her aşamasında farklı hasat zamanlarında alınan 40.613365, 29.644316 enlemlerinde (Şekil 2.1.) Kocaeli İli Karamürsel İlçesi Akçat Mahallesi (Şekil 2.2.) açık alanda yetiştirilen Albion çilek çeşidi kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Çalışmada yer alan Albion çilek çeşidinin (a) lokasyon ve (b) bölge haritası



Şekil 2.2. Çalışmada yer alan Albion çilek çeşidinin yetiştigi yerin (a) konumu ve (b) görsel durumu

Tez çalışmasında kullanılacak Albion çilek çeşidi meyveleri 28.05.2017 ve 15.07.2017 tarihlerinde tesadüfi toplama yöntemi ile yeme olumuna gelen meyvelerden plastik kasalar ile toplanmıştır (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Albion çilek çeşidi meyvelerinin hasat sonrası görünümü

2.1.2. LED aydınlatma düzeneği

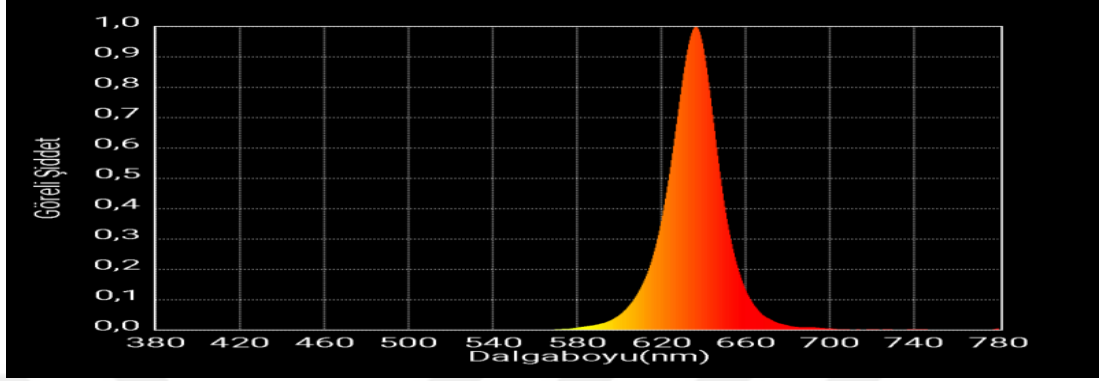
Kırmızı (KR) , Mavi (M) ve ultraviyole-A (UVA) olmak üzere üç farklı LED düzeneği hazırlanmıştır. Düzenekler; 1m x 1m x 80cm boyutlarında ahşap iskelet üzerine her bir ışık için 5 m LED şerit monte edilerek kurulmuştur. Çileklerle LED lambalar arasındaki mesafe 40 cm'dir. Düzeneğin etrafı çevreden gelebilecek ışıkları önlemek amacıyla siyah polietilen ile kapatılmıştır (Kasım ve Kasım, 2017). Bir saat süreyle UVA LED aydınlatma yapılan örnekler, uygulamanın ardından karanlık şartlarda saklanmıştır. Sürekli olarak tamamen karanlık şartlarda depolanan çilekler ise kontrol olarak değerlendirilmiştir (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. LED aydınlatma düzenekleri

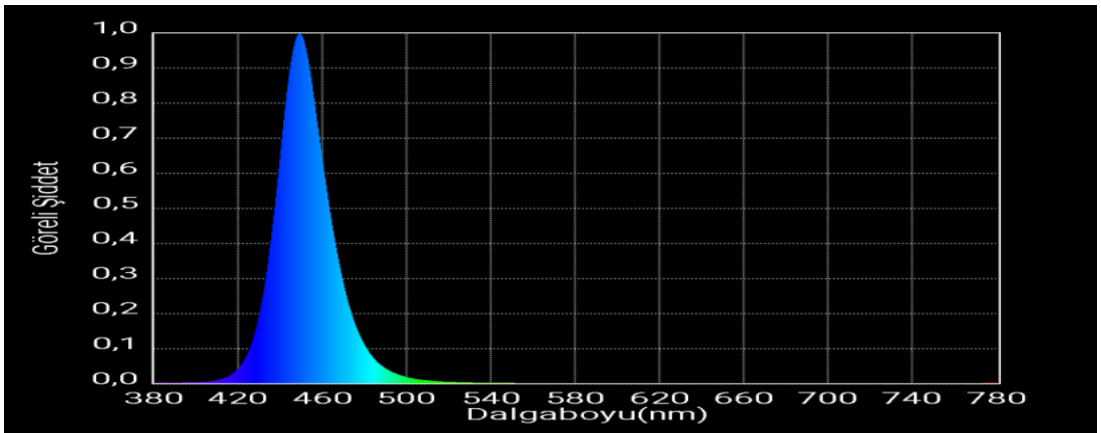
Kırmızı; çilek meyveleri ambalajlandıktan sonra, soğuk hava deposu içerisinde hazırlanmış bulunan kırmızı LED aydınlatma düzeneği altına yerleştirilmiş ve depolama süresince sürekli olarak aydınlatılmıştır. LED ışıkların dalga boyları ve özellikleri Asensetek Lighting Passport Essence cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Kullanılan kırmızı LED (600-700 nm) ışık kaynağının PPF (fotosentetik foton akışı)

yoğunluğu) değeri 2,0256 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$; YPFD (fotosentetik foton akış yoğunluğu verimi) değeri ise 1,9631 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ olup, bu kaynağın oluşturduğu kırmızı ışığın dalga boyu ve nispi yoğunluğu ise Şekil 2.5'te görülmektedir.



Şekil 2.5. Çilek meyvelerine uygulanan kırmızı LED ışığın dalga boyu ve nispi yoğunluğu

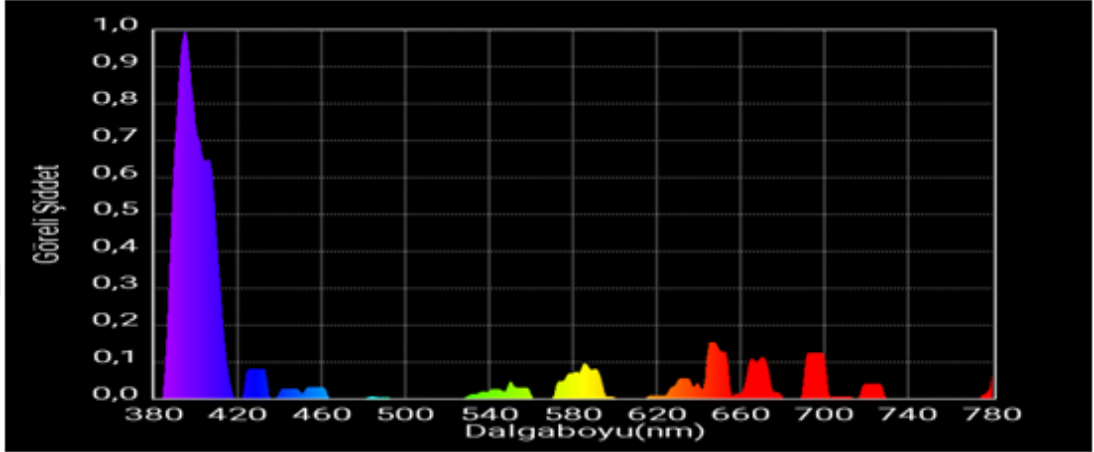
Mavi; çilek meyveleri ambalajlandıktan sonra, soğuk hava deposu içerisinde hazırlanmış bulunan kırmızı LED aydınlatma düzeneği altına yerleştirilmiş ve depolama süresince sürekli olarak aydınlatılmıştır. Kullanılan mavi LED (400-499 nm) ışık kaynağının PPFD değeri 6,8933 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$; YPFD değeri ise 5,0702 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ olup, bu kaynağın oluşturduğu mavi ışığın dalga boyu ve nispi yoğunluğu ise Şekil 2.6'da görülmektedir.



Şekil 2.6. Çilek meyvelerine uygulanan mavi LED ışığın dalga boyu ve nispi yoğunluğu

Ultraviyole-A (UVA) ve Ultraviyole-A sürekli (UVAS); çilek meyveleri ambalajlandıktan sonra, soğuk hava deposu içerisinde hazırlanmış bulunan ultraviyole-A LED aydınlatma düzeneği altına yerleştirilmiş ve UVA uygulamasında

meyveler 1 saat süreyle aydınlatıldıktan sonra, karanlık şartlarda depolanmıştır. UVAS uygulamasında ise depolama süresince sürekli olarak aydınlatılmıştır. Kullanılan UVA LED (380-399 nm) ışık kaynağının PPFd değeri 0,0018 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$; YPFd değeri ise 0,0011 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ olup, bu kaynağın oluşturduğu kırmızı ışığın dalga boyu ve nispi yoğunluğu ise Şekil 2.7’de görülmektedir.



Şekil 2.7. Çilek meyvelerine uygulanan UVA LED ışığın dalga boyu ve nispi yoğunluğu

2.1.3. Ambalajlama ve depolama şartları

Denemede; çilekler, 15 x 25 x 5 cm ebatında şeffaf plastik kutular içerisine 350–400 g olacak şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 2.8). Ambalajlanan çilek meyveleri 0 ± 1 ve 4 ± 1 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta ve % 85-90 oransal nem içeren iki ayrı soğuk depo odasına yerleştirilmiş ve 10 gün süreyle depolanmıştır.



Şekil 2.8. Çileklerin ambalajlanması

2.2. Yöntem

2.2.1. Toplam antosiyanin miktarı (TA)

Antosiyanin miktarı ölçümlerinde tüm örneklerden, 1 g örnek alınmıştır. Alınan örneklere 10 mL birinci tampon çözelti pH=1 (125 mL 0,2 M KCl + 375 mL 0,2 M HCl) eklenerek homojenize edilmiş ve ardından 4° C ve 0° C sıcaklıkta 5000 rpm devirde 15 dakika süreyle santrifüj edilerek spektrofotometrede 510 nm’de okunmuştur. Yine 1 g örnek alınarak üzerine 10 mL ikinci tampon çözelti pH=4,5 (400 mL 1 M sodyum asetat + 240 mL 1 M HCl + 360 mL su) eklendikten sonra homojenize edilip, 4°C ve 0 °C sıcaklıkta 5000 rpm devirde 15 dakika süreyle santrifüj edilerek sıvı kısım toplanarak 510 nm’de okunmuştur. Daha sonra toplam antosiyanin miktarı Denklem (2.1) yardımıyla (mg/kg taze ağırlık (TA)) hesaplanmıştır.

$$\text{TAM (mg/kg TA)} = (\text{ABSpH:1,0} - \text{ABSpH4,5}) \times 484,82 \times 1000 / 24825 \times \text{DF} \quad (2.1)$$

2.2.2. Renk

Renk ölçümleri, her tekerrürü temsilen alınan 10 adet çilek meyvesinin 3 farklı noktasından renk ölçer cihazı (Minolta CR 400 Chroma; Minolta Co., Osaka, Japan) kullanılarak ve D65 aydınlatması ile yapılmıştır (Şekil 2.9). Meyve renginin ifade edilmesinde L*, a*, b* renk alanı koordinatları (CIELAB) kullanılmıştır. Renk ölçer, ölçüm başlangıcında cihazın beyaz standart kalibrasyon plakası (L*=97,52; a*= -5,06; b*=3,57) ile kalibre edilmiştir (McGuire, 1992) Ayrıca elde edilen veriler kullanılarak; hue açısı, a>0 ve b> 0 olduğundan $h^{\circ} = \arctan (b^*/a^*)$ formülüne göre (Kasım ve Kasım, 2016); kırmızılık indeksi Denklem (2.2) ile verilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Kırmızılık indeksi} = (2000 \times a) / (L(a^2 + b^2)^{(1/2)}) \quad (2.2)$$



Şekil 2.9. Minolta CR 400 Chroma portatif renk ölçer ile ölçüm

2.2.3. Suda çözümlü toplam kurumadde (SÇKM) miktarı (%)

Uygulamada çilekte suda çözümlü toplam kurumadde miktarını tespit etmek için her uygulamaya ait kutulardan rastgele seçim yöntemi ile 5 adet çilek meyvesi seçilmiştir. Seçilen 5 adet çilek önce kesilmiş, Atago DR-A1 dijital refraktometre ile ölçülmüş ve % olarak ifade edilmiştir.

2.2.4. Şeker ölçümleri

Her uygulamadaki her tekrardan alınan çilek meyvelerinden 3 g alınmış, üzerine 10 mL saf su konulduktan sonra homojenize edilmiş ve Whatman No.1 filtre kağıdı kullanılarak süzülmüştür. Süzülen örnekler enjektör filtresinden (Nylon 66,25 µm) geçirildikten sonra yüksek basınçlı sıvı kromatografi (HPLC,Agilent, HP 1260, Hewlett Packard, CA/USA) cihazına (Şekil 2.10.) enjekte edilmiştir (Kasım ve Kasım, 2015). Çalışmada kullanılan HPLC şartları aşağıda verilmiştir.

Kolon: Zorbax Karbonhidrat kolonu, 4,6 mm ID × 150 mm (5 µL);

Mobil faz: Asetonitril:su (75:25)

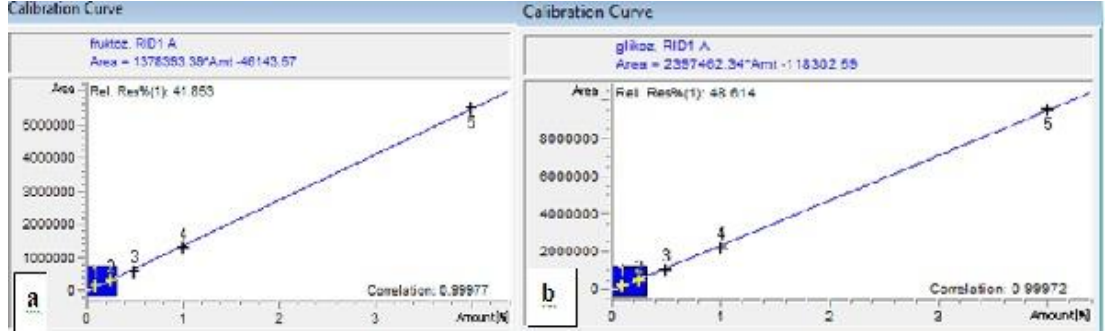
Akış hızı: 1,4 mL/dakika.

Kolon sıcaklığı: ortam sıcaklığı

Dedektör sıcaklığı: 35°C,

Dedektör: B HP110 RID (Refraktif indeks dedektörü)

Çilek meyvelerinde bulunan glikoz ve fruktoz miktarlarının hesaplanması için 5 farklı konsantrasyonda standart çözelti hazırlanmış olup, bu çözeltilerden elde edilen standart kurve kullanılarak, miktar tayini (%) yapılmıştır. Toplam şeker miktarı, glikoz ve fruktoz miktarlarının toplanması sonucu bulunmuştur.



Şekil 2.10. Glukoz ve fruktoz standart kurveleri

2.2.5. Titrasyon asitliği (g/100mL)

Çilek meyvelerinin ezilerek sıkılıp, süzülükten sonra (Şekil 2.11) her tekerrürden 10 mL örnek alınıp, 100 mL beher içerisine konulmuş ve meyve suyunun üzerine 20 mL saf su eklenmiştir. Elde edilen çözelti pH metrede 0,1 N NaOH'a karşı titre edilmiş, kullanılan NaOH miktarı üzerinden Denklem (2.3)'e göre ve malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

$$TA = S \times N \times F \times E / C \times 1000 \quad (2.3)$$

Formülde;

TA: Malik asit miktarı , g/100 mL meyve suyu

S: Kullanılan sodyum hidroksit miktarı, mL

N: Kullanılan sodyum hidroksitin normalitesi

F: Kullanılan sodyum hidroksit faktörü

C: Alınan örnek miktarı, mL

E: Kullanılan malik asitin equivalent değeri ifade etmektedir.



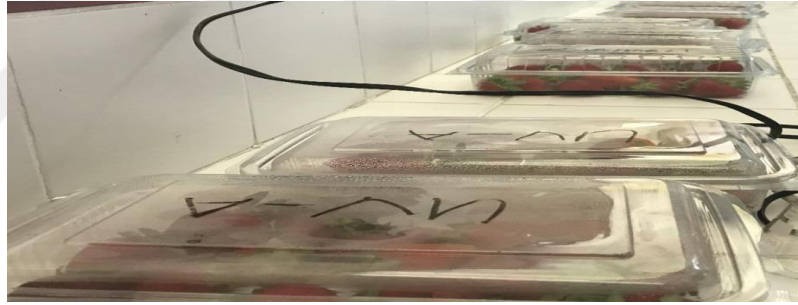
Şekil 2.11. Hazırlanmış örnekler

2.2.6. Meyve eti sertliği (N)

Denemede, ilek meyvelerinin meyve eti sertliği; meyvenin ekvatorial bölgesinden ve birbirinden 120°'lik açı uzaklığındaki üç farklı noktadan dijital penetrometre kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümlerde cihazın 7,9 mm silindir çaplı ucu kullanılmış ve meyve eti direnci (N) cinsinden tespit edilmiştir.

2.2.7. Ağırlık kaybı (%)

Uygulamada ağırlık kaybı hesaplamaları için her uygulamada önceden ayrılmış ve herhangi bir başka ölçüme katılmayan 3 adet plastik kutu belirlenerek her ölçümde aynı kutular (şekil 2.12) kullanılarak ölçümler yapılmıştır. Ölçümler de sartorius CP 32025 dijital ağırlık ölçer iile yapılmıştır. Ölçümler deneme başlangıcında ve her analiz döneminde yapılmış ve ağırlık kayıpları başlangıç değerine oranlanmak suretiyle, aşağıdaki formüle göre hesaplanarak, (%) olarak ifade edilmiştir. $A.K.(%) = ((\text{başlangıç ağırlığı} - \text{analiz dönemindeki ağırlık}) \times 100) / \text{başlangıç ağırlığı}$



şekil 2.12. lm yapılmak üzere hazırlanmış plastik kutular

3. BULGULAR

3.1. 0°C Sıcaklıkta Depolanan Çileklerde Elde Edilen Bulgular

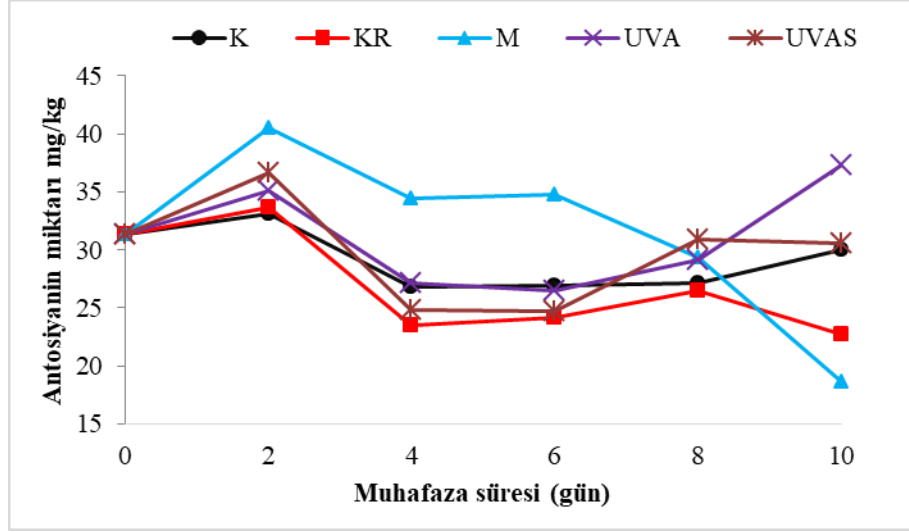
3.1.1. Antosiyonin miktarı

Çalışmada farklı LED ışık uygulamalarının Albion çilek çeşidinin muhafazası süresince antosiyonin miktarı üzerindeki etkileri Tablo 3.1 ve Şekil 3.1'de verilmiştir. Bu doğrultuda deneme başlangıcında 31,34 mg/kg olan antosiyonin miktarı, muhafazanın 2. gününde tüm uygulamalarda artarak 33,1-40,53 mg/kg aralığında değişmiştir. Bu günden sonra, antosiyonin miktarı tüm uygulamalarda 6. güne kadar azalmış, bu dönemden sonra ise M uygulaması dışındaki çileklerde hafif artışlar olduğu görülmüştür. Bununla birlikte denemenin ilk 6 gününde antosiyonin miktarının M uygulamasında diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu da belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında ise, en yüksek antosiyonin miktarının M (31,53) uygulamasında olduğu; bunu, UVA (31,08), UVAS (31,99 mg/kg), K (29,23) ve KR (26,97) uygulamalarının izlediği belirlenmiştir. Buna karşılık uygulamalar arasındaki farklılığın istatistikî düzeyde önemlilik arz etmediği ($p>0,05$) tespit edilmiştir.

Tablo 3.1. 0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam antosiyonin (mg/kg) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	31,34	33,1	26,8	26,92	27,13	30,06	29,23 a
KR	31,34	33,66	23,49	24,18	26,49	22,68	26,97 a
M	31,34	40,53	34,48	34,75	29,4	18,64	31,53 a
UVA	31,34	35,13	27,12	26,44	29,18	37,28	31,08 a
UVAS	31,34	36,59	24,84	24,77	30,86	30,54	29,82 a
Zaman Ort.	31,34	35,8 a	27,35 b	27,41 b	28,61 ab	27,84 b	
	ab						

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı, UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.1. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam antosiyanin miktarındaki değişimler

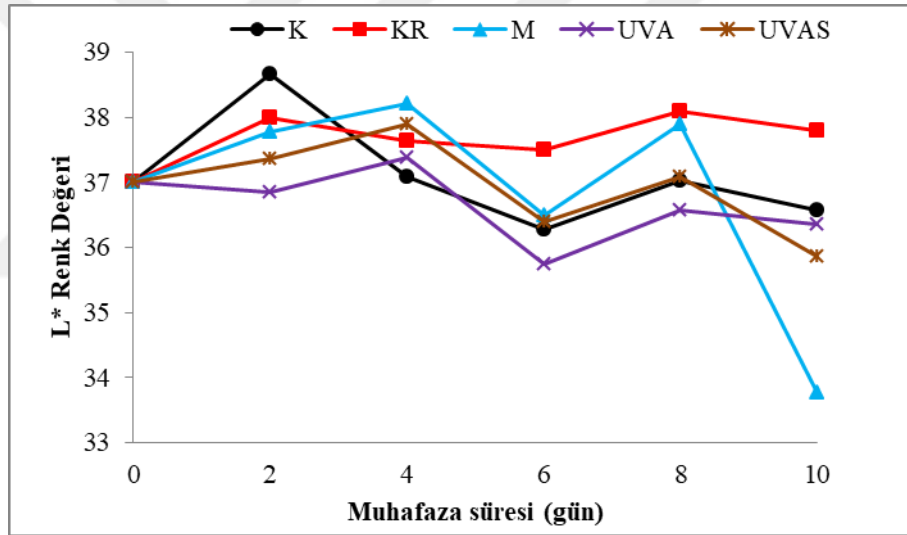
3.1.2. L* Renk değeri

Albion çilek çeşidi meyvelerinin muhafaza süresinin başlangıcında 37.00 olan L* renk değerleri, depolamanın 2. gününde tüm uygulamalarda artmakla, birlikte en fazla artış Kontrol uygulamasındaki meyvelerden elde edilmiştir (Tablo 3.2). Bu artış, K ve KR uygulamaları dışındaki diğer uygulamalarda depolamanın 4. gününe kadar devam etmiştir. Denemede genel olarak KR uygulamasındaki meyvelerin L* renk değerleri kararlı bir yükseliş gösterirken, diğer uygulamalarda artış azalış şeklinde değişmiştir (Şekil 3.2). Denemeden elde edilen ortalama değerler dikkate alındığında en yüksek L* değeri K (37,11) uygulamasından elde edilmiş olup, en düşük değer ise UVA (36.65) bulunmuştur. Ayrıca, bu iki uygulama arasındaki farklılık istatistiksel düzeyde önemli ($p < 0.05$) olurken, KR uygulaması ile diğer uygulamalar anlamlı bir farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 3.2. 0 °C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde L* renk değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	37	38,67	37,09	36,28	37,02	36,57	37,11 ab
KR	37	37,99	37,63	37,49	38,09	37,79	37,67 a
M	37	37,78	38,22	36,50	37,90	33,77	36,86 ab
UVA	37	36,84	37,39	35,75	36,57	36,36	36,65 b
UVAS	37	37,37	37,90	36,39	37,08	35,86	36,93 ab
Zaman Ort.	37 ab	37,73	39,65 a	36,48 b	37,33	34,27 b	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.2. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde L* renk değerlerinin değişimi

3.1.3. a* renk değeri

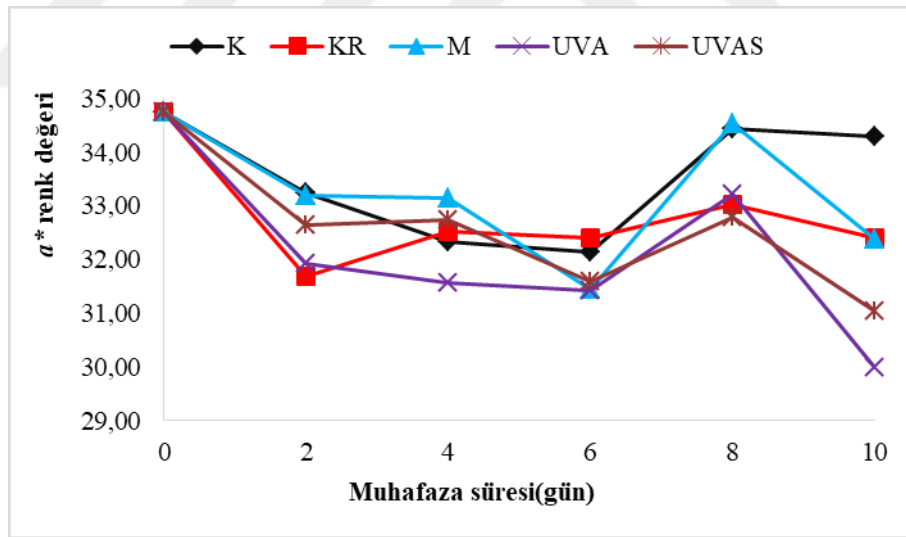
Yapılan bu çalışmada Albion çilek çeşidi meyvelerinin a* renk değerlerinin genel olarak tüm uygulamalarda depolamanın 6. gününe kadar azaldığı, buna karşılık 8. günde tüm uygulamalarda artış gösterip, muhafazanın 10. gününde tekrar azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 3.3). Bununla birlikte, a* renk değerindeki en fazla azalma UVA (32,14) uygulamasındaki örneklerde belirlenirken, bu uygulamayı sırasıyla UVAS (32,59), KR (32,80), M (33,24) izlemiş, en yüksek değer ise 33,53 ile K uygulamasında bulunmuştur (Tablo 3.3). Ayrıca, UVA, M ve K uygulamaları

arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde önemli olduğu, buna karşılık UVA uygulaması ile KR ve UVAS uygulamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ($p>0,05$) saptanmıştır.

Tablo 3.3. 0 °C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde a* renk değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	34,75	33,24	32,32	32,15	34,43	34,30	33,53 a
KR	34,75	31,68	32,52	32,40	33,02	32,41	32,80 bc
M	34,75	33,19	33,15	31,43	34,53	32,37	33,24 ab
UVA	34,75	31,93	31,57	31,41	33,20	29,99	32,14 c
UVAS	34,75	32,64	32,74	31,58	32,78	31,04	32,59 bc
Zaman Ort.	34,75 ab	32,54 ab	32,46 a	31,80 ab	33,59 ab	32,02 b	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.3. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde a* renk değerlerinin değişimi

3.1.4. b* renk değeri

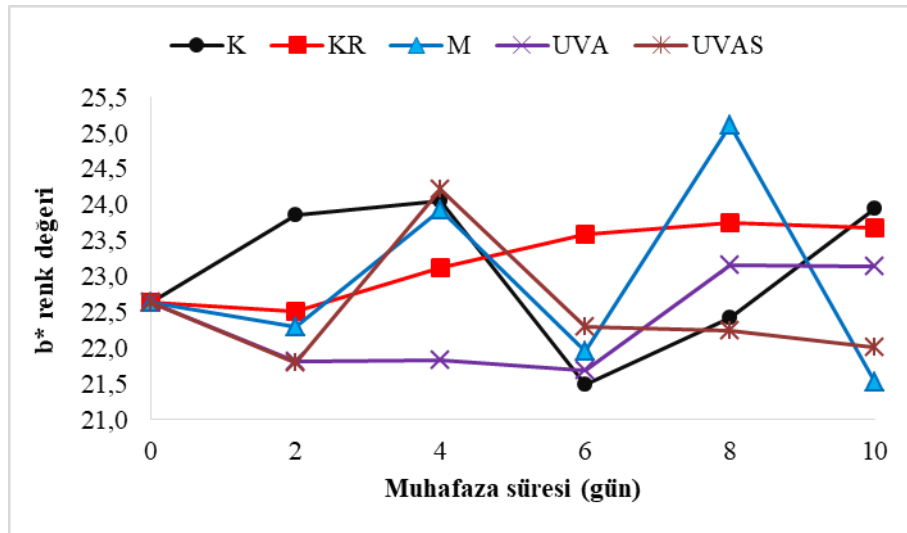
10 gün süre ile 0 derecede depolanan çilek meyvelerinin b* değerleri incelendiğinde, özellikle KR uygulamasındaki meyvelerde depolamanın 2. gününde hafif azalmanın ardından, muhafaza süresinin sonuna kadar sürekli artış şeklinde bir eğri izlediği görülmüştür (Şekil 3.4). Diğer uygulamalar arasında ise K uygulamasında 4. güne

kadar artış gösterdikten sonra, KR M, UVA ve UVAS uygulamalarında ise sürekli olarak düzensiz artış-azalışlar şeklinde bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda en yüksek ortalama b* renk değerinin KR (23,21), uygulamasında olduğu, bu uygulamayı K (23,07); M (22,91), UVAS (22,53) ve UVA (22,38) uygulamalarının izlediği tespit edilmiştir (Tablo 3.4). Bununla birlikte uygulamalar arasında istatistiki düzeyde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (p>0.05).

Tablo 3.4. 0 °C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde b* renk değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	22,64	23,85	24,06	21,49	22,42	23,94	23,07 a
KR	22,64	22,51	23,13	23,59	23,74	23,68	23,21 a
M	22,64	22,30	23,92	21,96	25,12	21,52	22,91 a
UVA	22,64	21,82	21,83	21,69	23,16	23,13	22,38 a
UVAS	22,64	21,79	24,22	22,29	22,24	22,02	22,53 a
Zaman Ort.	22,64 a	22,45 a	23,43 a	22,20 a	23,34 a	22,86 a	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.4. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde b* renk değerlerinin değişimi

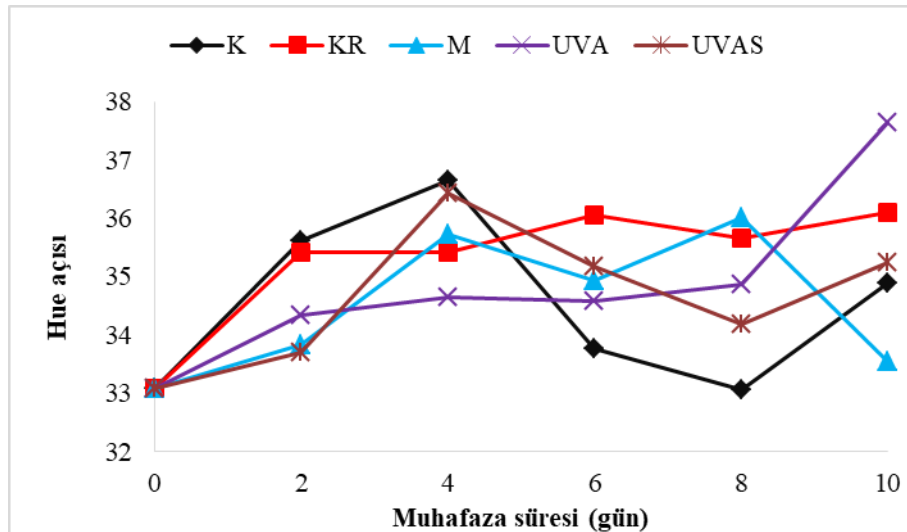
3.1.5. Hue Açısı (h°)

0 °C'de 10 gün depolanan Albion çeşidi çileklerde hue açısı ölçümleri Tablo 3.5 ve Şekil 3.5'de verilmiştir. Buna göre, KR ve UVA dışındaki uygulamalarda muhafazanın 4. gününe kadar artış gösteren hue açısı renk değerleri, bu dönemden sonra K, M ve UVAS uygulamalarında 6.günde azalma gösterirken, M dışında kalan uygulamalar düzenli fakat az oranda artış göstermiştir (Şekil 4.5). 10 günlük depolama süresi sonunda ortalamalara bakıldığında, en yüksek hue açısı renk değeri KR (35,26) uygulamasında hesaplanırken, en düşük değer ise K (34,51) uygulamasında bulunmuştur. Bununla birlikte hue renk açısı değerleri bakımından uygulamalar arasında önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.5. 0 °C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde hue açısı (h°) renk değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	33,08	35,62	36,65	33,76	33,06	34,90	34,51 a
KR	33,08	35,41	35,41	36,05	35,67	36,10	35,26 a
M	33,08	33,83	35,72	34,94	36,02	33,54	34,66 a
UVA	33,08	34,33	34,65	34,59	34,87	37,64	34,86 a
UVAS	33,08	33,71	36,43	35,17	34,18	35,25	34,64 a
Zaman Ort.	33,08 b	34,55 a	35,77 a	34,90 a	34,76 a	35,49 a	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.5. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde hue açısı renk değerlerinin değişimi

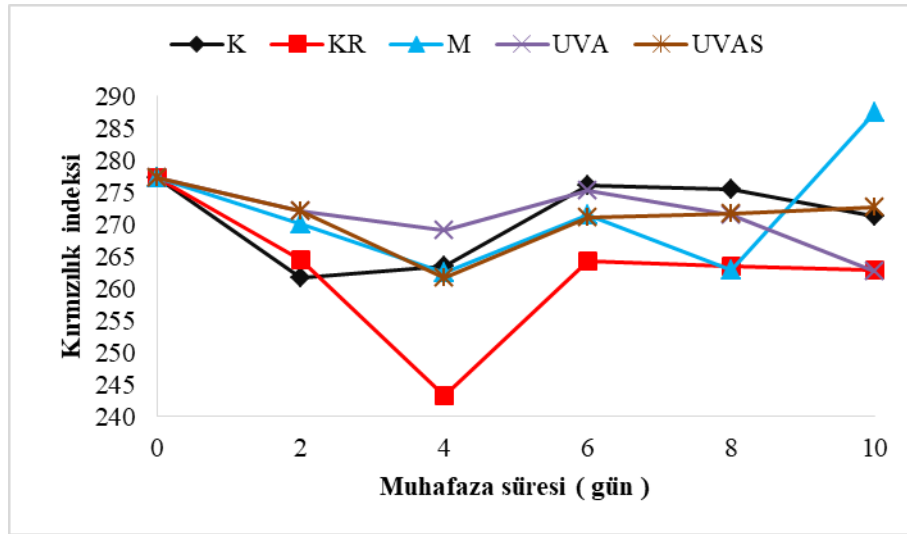
3.1.6. Kırmızılık indeksi (Kİ)

Araştırmada 0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinin Kİ değerleri genel olarak dördüncü güne kadar azaldıktan sonra artmıştır (Şekil 3.6). Bu dönemde en düşük Kİ değerleri 243,2 ile KR uygulamasındaki çileklerden 4. günde elde edilirken, en yüksek değer 269,1 ile UVA uygulamasında bulunmuştur (Tablo 3.6). Deneme sonucunda elde edilen ortalama değerler incelendiğinde ise, Kİ değerlerinin 262,6 (KR)-272,0 (M) arasında değiştiği ve KR (262,6) uygulamasından ölçülen değer ile K (270,9), M (272,0), UVA (271,3) ve UVAS (271,01) uygulamalarından alınan değerler arasındaki ölçülen farklılığın istatistiksel düzeyde önemlilik gösterdiği ($p < 0,05$) tespit edilmiştir.

Tablo 3.6. 0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde kırmızılık indeksi değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	277,3	261,6	263,6	276,0	275,53	271,3	270,9 a
KR	277,3	264,5	243,2	264,2	263,47	262,8	262,6 b
M	277,3	270,1	262,5	271,4	262,82	287,5	272,0 a
UVA	277,3	272,1	269,1	275,3	271,39	262,7	271,3 a
UVAS	277,3	272,1	261,6	271,0	271,73	272,7	271,1 a
Zaman Ort.	277,3 a	268,1 b	260,0 c	271,6 ab	269,0 ab	271,4 ab	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı, UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.6. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde kırmızılık indeksi değerlerinin değişimi

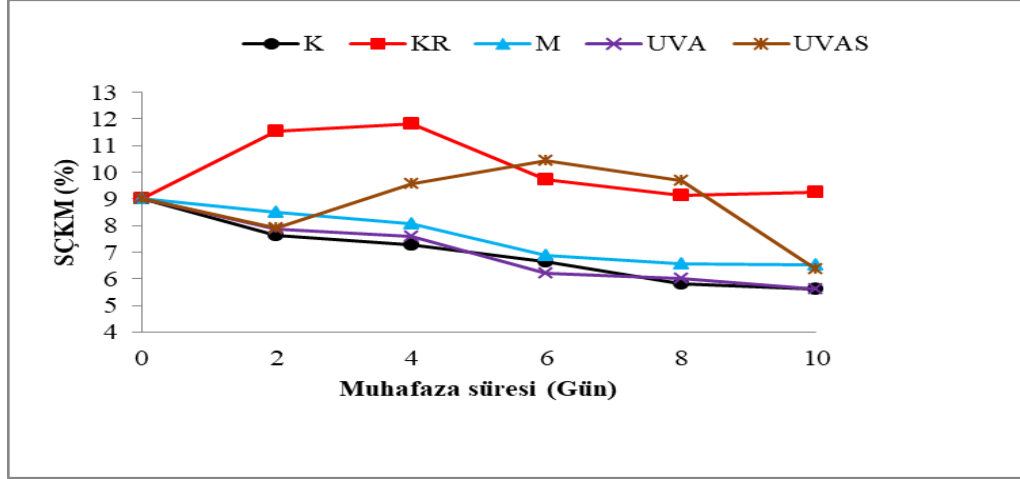
3.1.7 Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı

Araştırmada, depolama başlangıcında %9,01 olan SÇKM miktarı, KR uygulamasındaki çileklerde depolamanın 4 günü boyunca artarak %11,81'e ulaşırken; UVAS uygulamasında muhafazanın ikinci gününden itibaren artmaya başlamış ve bu uygulamada 6. günde %10,43'e ulaşmış olup, diğer uygulamalarda ise azalmıştır (Şekil 3.7). Bununla birlikte KR uygulamasındaki çileklerin SÇKM değerlerinin 6. ve 8. gün dışında tüm uygulamalardan yüksek olduğu görülmüştür. Nitekim, uygulama ortalamaları dikkate alındığında kırmızı LED altında depolanan çileklerin SÇKM miktarının en yüksek (%10,07) olduğu ve UVAS (%8,82) uygulamasında ölçülen değer KR uygulaması değeri takip ettiği; K (%7,00), UVA (%7,05) ve M (%7,58) uygulamalarındaki çileklerin SÇKM miktarlarının ise birbirine yakın değerler gösterdiği ve dolayısıyla KR ve UVAS uygulamaları arasında ve bu iki uygulama ile diğer uygulamalar arasında istatistiki düzeyde önemli bir farklılık olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3.7) .

Tablo 3.7. 0 °C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde SÇKM (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	9,01	7,65	7,28	6,63	5,81	5,62	7,00 c
KR	9,01	11,53	11,81	9,73	9,12	9,26	10,07 a
M	9,01	8,52	8,06	6,88	6,55	6,51	7,58 c
UVA	9,01	7,88	7,6	6,2	6,01	5,62	7,05 c
UVAS	9,01	7,91	9,56	10,43	9,68	6,37	8,82 b
Zaman Ort.	9,01 a	8,698 a	8,862 a	7,974 b	7,434 b	6,6758 c	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.7. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde SÇKM miktarındaki değişimler

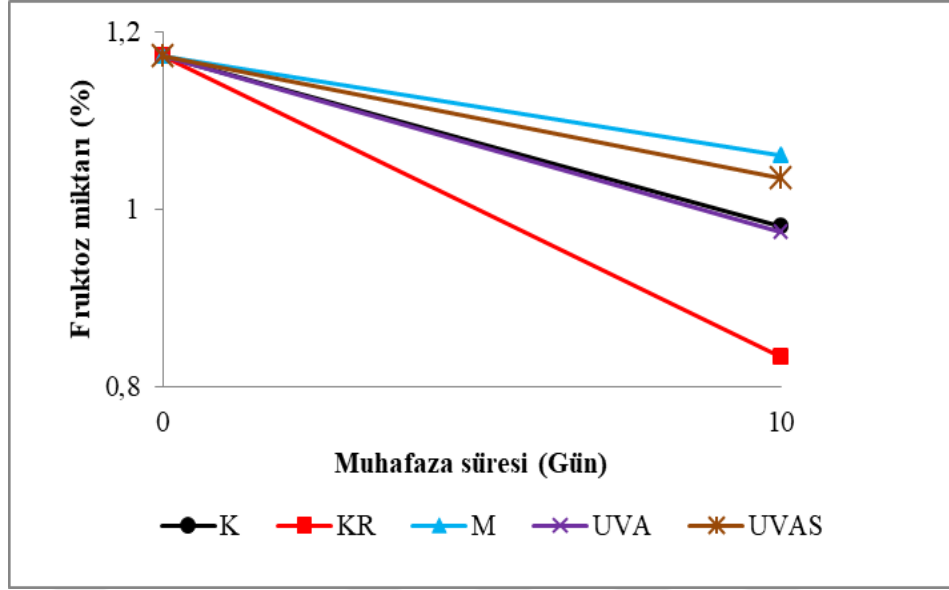
3.1.8. Fruktoz miktarı (%)

Araştırmada, Albion çilek çeşidinde şeker ölçümleri muhafaza süresinin başlangıcında ve 10 günlük muhafaza süresinin sonunda yapılmıştır. Buna göre, tüm uygulamalardaki çilek meyvelerinin fruktoz miktarının depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 3.8). Buna karşılık, en yüksek fruktoz miktarının M uygulamasındaki çileklerde olduğu (%1,117), bu uygulamayı UVAS (%1,104), K (%1,077) ve UVA (%1,074) uygulamalarının izlediği, KR uygulamasındaki çileklerin fruktoz miktarının ise en düşük (1,003) olduğu belirlenmiştir. Ancak, uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde ($p < 0.05$) anlamlı olmadığı saptanmıştır (Tablo 3.8).

Tablo 3.8. 0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde fruktoz (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)		Uyg. Ort
	0	10	
K	1,173	0,981	1,077 a
KR	1,173	0,833	1,003 a
M	1,173	1,061	1,117 a
UVA	1,173	0,974	1,074 a
UVAS	1,173	1,034	1,104 a
Zaman Ort.	1,173	0,977	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı, UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.8. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde fruktoz miktarındaki değişimler

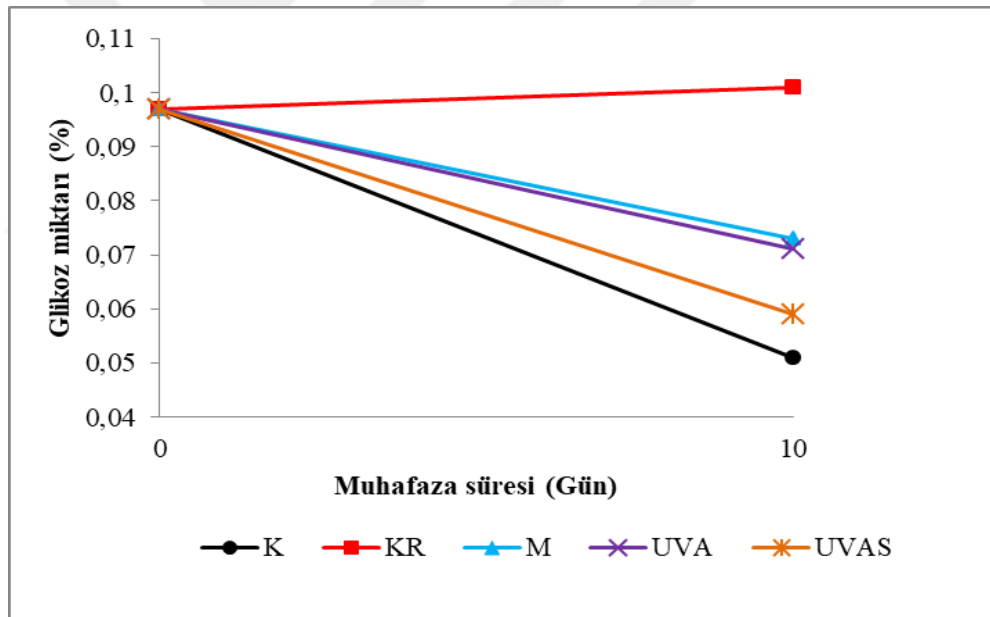
3.1.9. Glikoz miktarı

Denemede, Albion çilek çeşidi meyvelerinde depolama başlangıcında ve sonunda ölçülen glikoz miktarları Tablo 3.9 ve glikoz miktarının değişimleri Şekil 3.9'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, glikoz miktarının KR dışındaki tüm uygulamalarda azaldığı, KR uygulamasında ise artış gösterdiği saptanmıştır. Ek olarak, KR uygulamasındaki çileklerin glikoz miktarının (%0,099) diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu, en düşük değer ise K uygulamasındaki çileklerde (0,051) olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, glikoz miktarı açısından yapılan uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel anlamda önemsiz olduğu tespit edilmiştir. n değerler arasındaki farkların istatistiki düzeyde önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.9. 0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde glikoz (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)		Uyg. Ort.
	0	10	
K	0,097	0,051	0,074 a
KR	0,097	0,101	0,099 a
M	0,097	0,073	0,085 a
UVA	0,097	0,071	0,084 a
UVAS	0,097	0,059	0,078 a
Zaman Ort.	0,097	0,071	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.9. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde glikoz (%) miktarındaki değişimler

3.1.10. Toplam Şeker

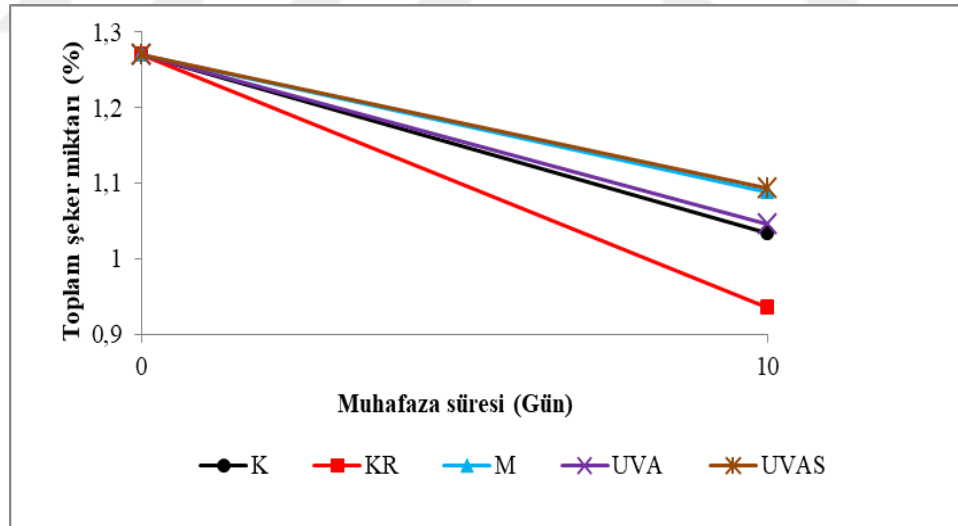
Çalışmada farklı LED aydınlatma altında ve karanlıkta depolanan çilek meyvelerinde toplam şeker miktarının, genel olarak tüm uygulamalarda azalma gösterdiği (Şekil 3.10), ancak, en fazla azalmanın KR uygulamasındaki (%1,102) çileklerde meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, UVAS ve M uygulamalarındaki çileklerin toplam şeker miktarının diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğu (Sırasıyla %1,182 ve

1,180) belirlenmiştir. Buna karşılık ölçülen toplam şeker miktarları arasındaki farklılığın ise istatistiki düzeyde ($p>0,05$) önemlilik arz etmediği (Tablo 3.10) bulunmuştur.

Tablo 3.10. 0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam şeker (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)		Uyg. Ort.
	0	10	
K	1,270	1,033	1,152 a
KR	1,270	0,935	1,102 a
M	1,270	1,089	1,180 a
UVA	1,270	1,045	1,158 a
UVAS	1,270	1,093	1,182 a
Zaman Ort.	1,270	1,039	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.10. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam şeker (%) miktarındaki değişimler

3.1.11. Titrasyon Asitliği (%)

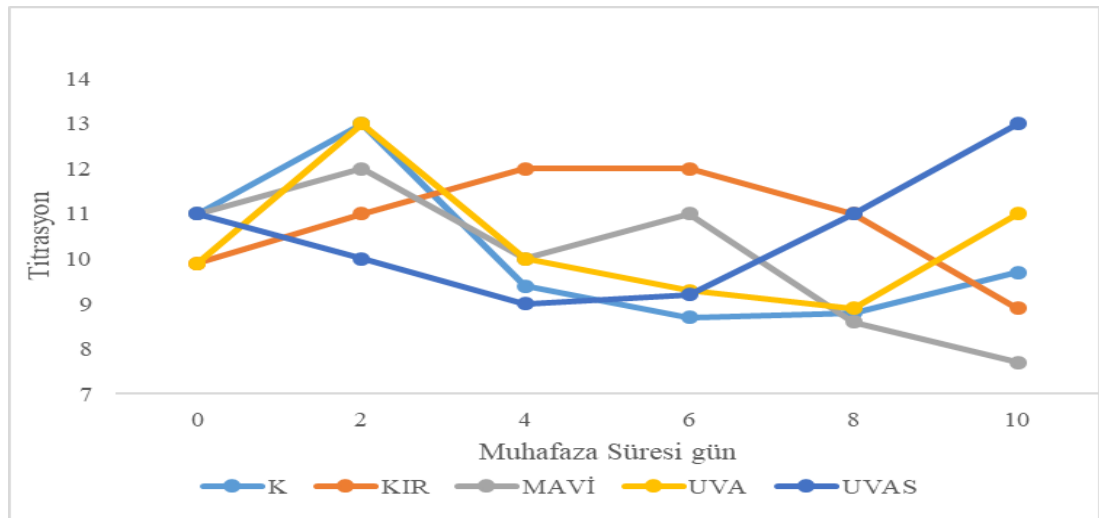
Denemede 0°C'de 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinin titrasyon asitliği ölçüm değerlerinde meydana gelen değişimler Tablo 3.11 ve Şekil 3.11'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, meyvelerin titrasyon asitliği UVAS

dışındaki uygulamalarda muhafazanın 2. gününde artış göstermiştir. Bu artış KR uygulamasında depolamanın 6. gününe kadar sürmesine karşılık, diğer uygulamalarda azalış-artış şeklinde düzensiz bir değişim göstermiştir. Dolayısıyla titrasyon asitliği açısından en kararlı değişim KR uygulamasındaki meyvelerden elde edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda, titrasyon asitliği bakımından sıralama; KR (0,72); UVA ve UVAS (0,70) ile K ve M(0,68) şeklinde oluşmuş, buna karşılık uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiksel düzeyde önemlilik göstermediği ($p < 0,05$) tespit edilmiştir.

Tablo 3.11. 0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde titrasyon asitliği (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi Gün						Uyg Ort
	0	2	4	6	8	10	
K	0,73	0,89	0,63	0,59	0,59	0,65	0,68 a
KR	0,73	0,74	0,78	0,79	0,71	0,60	0,72 a
M	0,73	0,83	0,70	0,75	0,58	0,52	0,68 a
UVA	0,73	0,88	0,67	0,62	0,60	0,72	0,70 a
UVAS	0,73	0,69	0,61	0,62	0,72	0,86	0,70 a
Zaman Ort.	0,73 a	0,81 a	0,68 bc	0,67 bc	0,64 c	0,67 bc	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı, UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.11. 0 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde titrasyon asitliği (%) miktarındaki değişimler

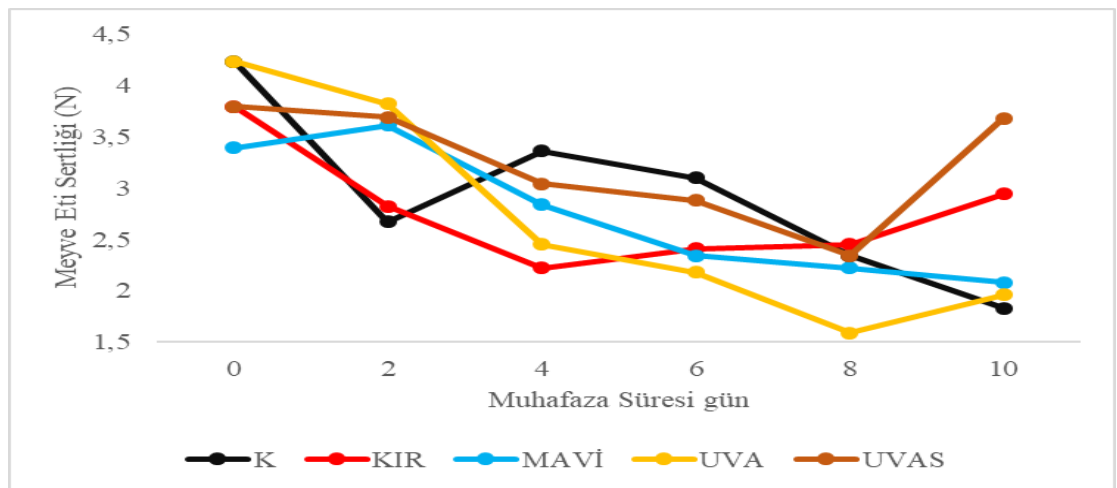
3.1.12. Meyve eti sertliği (N)

Çalışmada, 0°C’de 10 gün depolanan Albion eşidi ilek meyvelerinin meyve eti sertliği değerleri genel olarak, depolama süresince tüm uygulamalarda azalmıştır (şekil 3.12). Bununla birlikte en fazla azalma 2.60 N ile UVA uygulamasındaki çileklerde elde edilirken, UVAS uygulamasındaki çileklerin meyve eti sertliğinin 3,23 ile en iyi şekilde korunduğu belirlenmiştir (Tablo 3.12). Buna karşılık UVAS uygulamasından ollen sertlik değerleri ile UVA uygulamasından ollen değer arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde önemli ($p<0,05$) olduğu, ancak bu uygulama ile diğer uygulamalar arasında anlamlı bir farklılık olmadığu tespit edilmiştir.

Tablo 3.12. 0°C sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion eşidi ilek meyvelerinde meyve eti sertliği (N) değerleri.

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	3,8	2,67	3,36	3,1	2,34	1,83	2,92 ab
KR	3,8	2,82	2,22	2,41	2,45	2,94	2,92 ab
M	3,8	3,61	2,84	2,34	2,22	2,08	2,80 ab
UVA	3,8	3,82	2,45	2,18	1,59	1,96	2,60 b
UVAS	3,8	3,69	3,04	2,88	2,34	3,68	3,23 a
ZamanOrt.	3,8 a	3,32 a	2,78 b	2,58 bc	2,19 c	2,50 bc	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



şekil 3.12. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion eşidi ilek meyvelerinde meyve eti sertliği (N) değerlerindeki değişimler

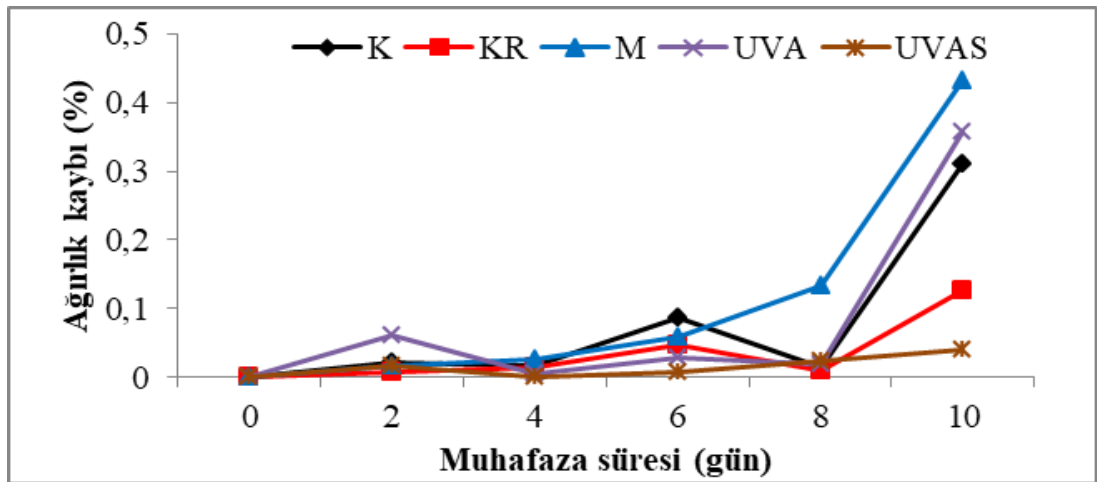
3.1.13. Ağırlık kaybı (%)

Denemede 0°C’de 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinin ağırlık kaybında meydana gelen değişimler Tablo 3.13 ve Şekil 3.13’de verilmiştir. Buna göre depolama süresince uygulamalardan meydana gelen ağırlık kaybı değerleri sırasıyla M (%0,11), K (% 0,08), UVA (% 0,08), KR(%0,03) ve UVAS (% 0,01) şeklinde olmuş ancak alınan değerler arasındaki ölçülen değer istatistikî düzeyde farklılık göstermemiştir. Ek olarak muhafaza süresinin ağırlık kaybı üzerinde doğrudan etkili olduğu 8. Günden itibaren ise ağırlık kaybının hızla arttığı tespit edilmiştir. (Tablo 3.13).

Tablo 3.13. 0°C’de 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde ağırlık kayıpları (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	0	0,022	0,017	0,086	0,014	0,311	0,08 a
KR	0	0,008	0,015	0,047	0,010	0,126	0,03 a
M	0	0,016	0,027	0,059	0,133	0,432	0,11 a
UVA	0	0,062	0,006	0,028	0,018	0,358	0,08 a
UVAS	0	0,017	0,001	0,008	0,024	0,040	0,01 a
Zaman Ort.	0	0,025 b	0,013 b	0,046 b	0,040 b	0,254 a	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.13. 0°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde ağırlık kaybı (%) miktarındaki değişimler

3.2. 5 °C Sıcaklıkta Depolanan Çileklerde Elde Edilen Bulgular

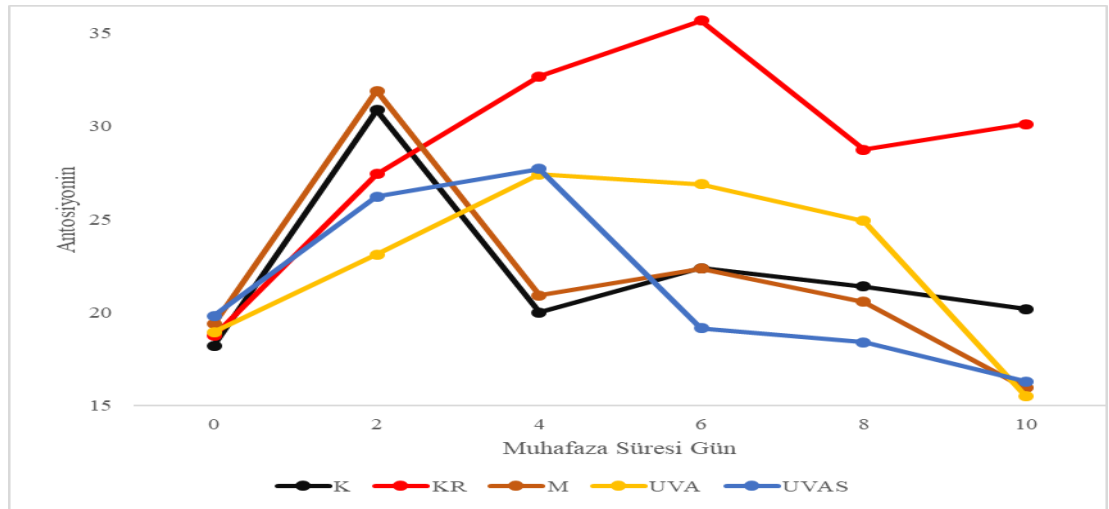
3.2.1. Antosiyanin miktarı

Çalışmada çilek meyvelerinin antosiyanin miktarı incelendiğinde yapılan LED aydınlatmalardan özellikle KR uygulamasının antosiyanin miktarını diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında önemli oranda arttırdığı görülmüştür (Tablo 3.14, Şekil 3.14). KR uygulamasında antosiyanin miktarı depolamanın 6. gününe kadar artmış olup, ardından azalmış, buna benzer şekilde eğilim UVA uygulamasından da elde edilmiştir. Bu doğrultuda muhafaza süresinin sonunda KR (28,81 mg/kg TA) uygulamasından alınan değer diğer uygulamalara göre yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.14. 5°C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam antosiyanin miktarları (mg/kg TA)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi gün						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	18,2	30,88	19,98	22,36	21,38	20,17	22,16 b
KR	18,2	27,43	32,69	35,69	28,74	30,11	28,81a
M	18,2	31,90	20,90	22,35	20,57	15,94	21,64 b
UVA	18,2	23,10	27,42	26,89	24,91	15,51	22,67 b
UVAS	18,2	26,23	27,71	19,14	18,39	16,27	20,99 b
Zaman Ort.	18,2 d	27,91 a	25,74 ab	25,29 ab	22,80 bc	19,60 cd	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.14. 5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam antosiyanin (mg/kg TA) miktarındaki değişimler

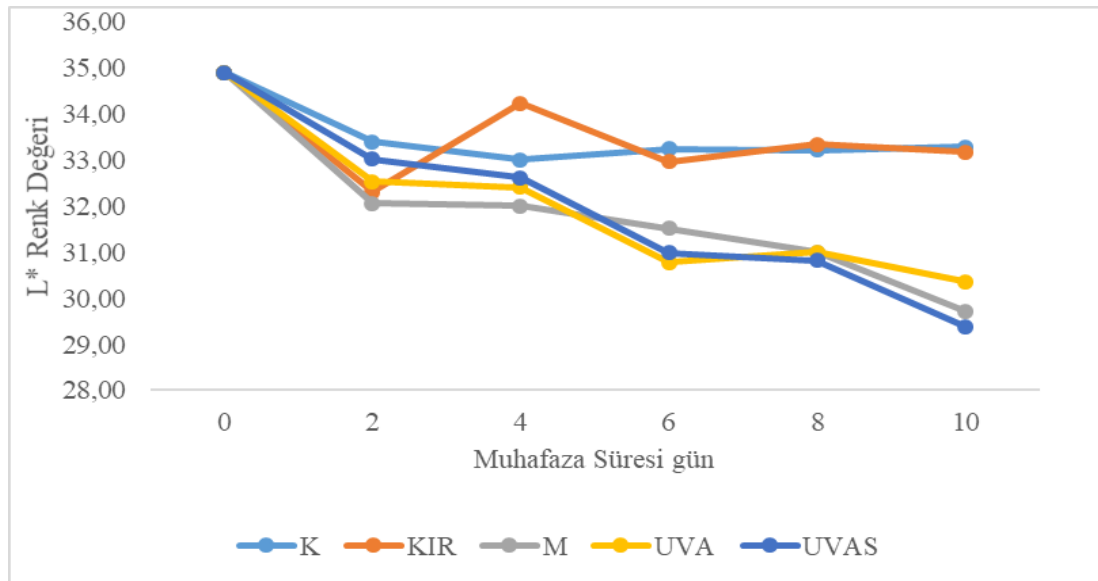
3.2.2. L* renk değeri

Çalışmada genel olarak çilek meyvelerinin L* renk değerlerinin azaldığı bulunmuştur (Şekil 3.15). Bununla birlikte en fazla azalma kontrol (34,12) grubundaki çileklerde meydana gelirken, bu uygulamayı M (34,28); UVA (34,30) KR (34,71) uygulamalarının izlediği, en yüksek L* değerinin ise UVAS (34,97) uygulamasında olduğu bulunmuştur (Tablo 3.15). Buna karşılık uygulamalar arasında istatistiki düzeyde önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p < 0,05$).

Tablo 3.15. 5 °C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde L* renk değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	37,67	33,05	34,05	34,32	33,85	31,79	34,12 a
KR	37,67	35,14	34,82	34,98	33,27	32,40	34,71 a
M	37,67	35,08	35,08	32,26	34,16	31,43	34,28 a
UVA	37,67	33,63	34,40	34,78	33,92	31,39	34,30 a
UVAS	37,67	35,05	37,22	33,14	35,15	31,58	34,97 a
Zaman Ort.	37,67 a	34,39 b	35,11 b	33,90 b	34,07 b	31,72 c	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.15. 5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde L* renk değerlerinde oluşan değişimler

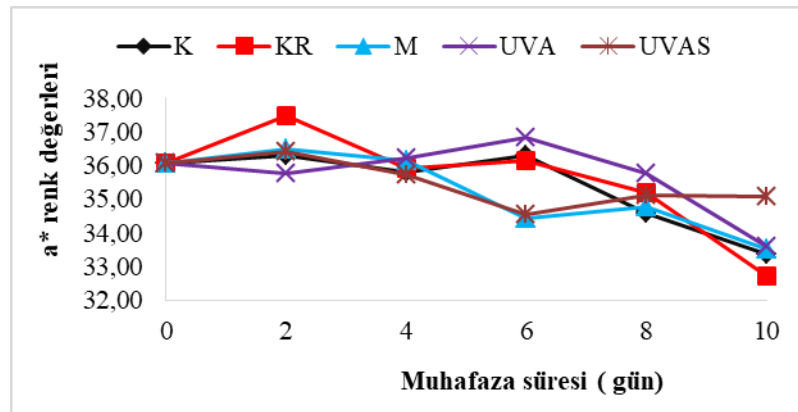
3.2.3. a* renk değerleri

Araştırmada, a* renk değerleri UVA uygulaması dışında denemenin ikinci günde artış göstermiş, bu dönemde en büyük artış KR (37.49) uygulamasından elde edilmiştir (şekil 3.16). Bu dönemden sonra a* renk değerleri UVA uygulaması dışındaki tüm uygulamalar azalırken, bu uygulamada 6. güne kadar artış eğilimi ardından azalma eğilimi göstermiştir. Deneme sonunda uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek a* değeri aısından sıralama UVA (35,71); KR (35,59); UVAS (35,49) K (35,39) ve M (35,24) şeklinde oluşmuş, buna karşılık uygulamalar arasında istatistiksel bakımdan önemli düzeyde farklılık göstermediği ($p<0,05$) bulunmuştur (Tablo 3.16)

Tablo 3.16. 5°C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde a* renk değerleri

Uyg.	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	36,07	36,28	35,78	36,28	34,57	33,37	35,39 a
KR	36,07	37,49	35,91	36,15	35,18	32,72	35,59 a
M	36,07	36,50	36,14	34,42	34,78	33,51	35,24 a
UVA	36,07	35,75	36,22	36,85	35,77	33,58	35,71 a
UVAS	36,07	36,39	35,73	34,53	35,10	35,09	35,49 a
Zaman ort.	36,07 a	36,48 a	35,96 a	35,65 c	35,08 b	33,65 ab	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



şekil 3.16. 5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde a* renk değerlerinde oluşan değişimler

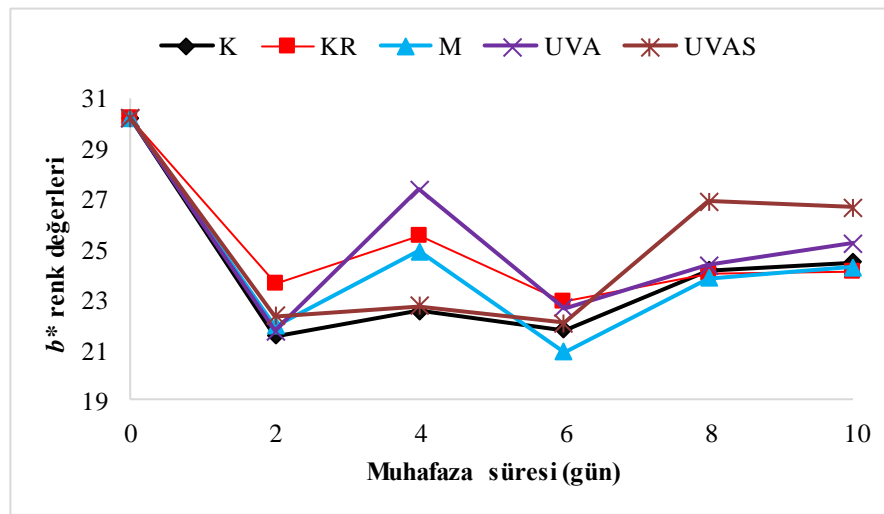
3.2.4. b* renk değerleri

Denemede, muhafazanın başlangıcında 30,19 olan b* renk değerlerinin, depolamanın ikinci günde tüm uygulamalarda azaldığı, bu azalmanın KR (23,59) uygulamasında diğer uygulamalara göre daha düşük seviyede olduğu, bu dönemde en fazla azalmanın K uygulamasındaki çileklerde (21,50) olduğu tespit edilmiştir. Bu dönemden sonra ise depolama süresi sonuna kadar artış-azalış-artış şeklinde bir değişimin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.17). Deneme sonunda elde edilen uygulama ortalamalarına göre ise en yüksek b* değeri UVA (25,23) uygulamasında elde edilmiş olup, yapılan uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde önemli olmadığı ($p < 0,05$) saptanmıştır (Tablo 3.17).

Tablo 3.17. 5 °C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde b* renk değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	30,19	21,50	22,52	21,76	24,14	24,45	24,09 a
KR	30,19	23,59	25,47	22,90	24,00	24,10	25,04 a
M	30,19	21,91	24,88	20,88	23,81	24,25	24,32 a
UVA	30,19	21,69	27,37	22,61	24,33	25,21	25,23 a
UVAS	30,19	22,29	22,68	22,01	26,88	26,64	25,11 a
Zaman Ort.	30,19 a	22,20 c	24,58 b	22,03 c	24,63 b	24,93 b	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.17. 5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde b* renk değerlerinde oluşan değişimler

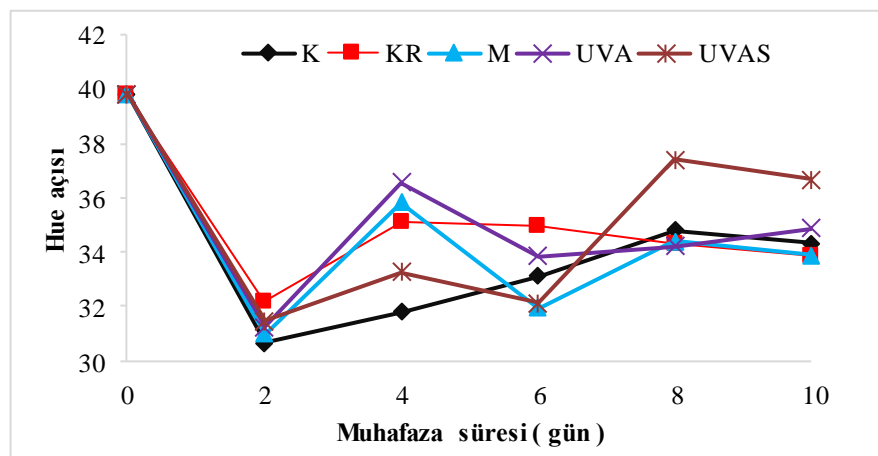
3.2.5. Hue Açısı (h°)

Denemede çilek meyvelerinden elde edilen hue açısı verilerinin, b* renk değerlerine benzer bir değişim gösterdiği, muhafazasının ikinci gününde azalma eğiliminde olduğu ardından artış-azalış-artış şeklinde bir eğri izlediği belirlenmiştir (Şekil 4.18). Bununla birlikte depolama süresi sonunda uygulama ortalamaları incelendiğinde hue değerlerinin sırasıyla UVAS (35,12); UVA (35,09); KR (35,04); M (34,47) ve K (34,08) şeklinde sıralandığı, fakat uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde önemlilik arz etmediği saptanmıştır (Tablo 3.18).

Tablo 3.18. 5°C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde h° renk değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	39,84	30,64	31,78	33,12	34,79	34,32	34,08 a
KR	39,84	32,19	35,11	34,99	34,29	33,83	35,04 a
M	39,84	30,97	35,83	31,94	34,38	33,87	34,47 a
UVA	39,84	31,22	36,57	33,85	34,20	34,86	35,09 a
UVAS	39,84	31,46	33,26	32,11	37,42	36,66	35,12 a
Zaman Ort.	39,84 a	31,30 c	34,51 b	33,20 b	35,02 b	34,71 b	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.18. 5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde h° renk değerlerinde oluşan değişimler

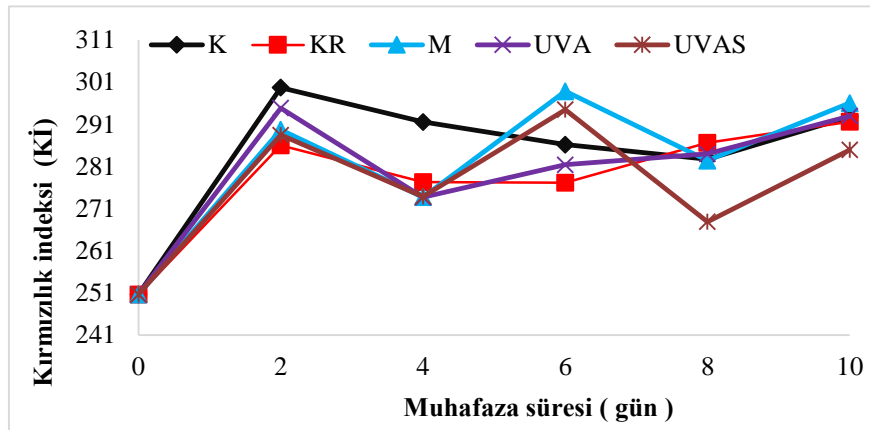
3.2.6. Kırmızılık indeksi (Kİ) değerleri

Araştırmada çilek meyvelerinin Kİ değerlerinin depolamanın ikinci gününde artış gösterdiği; en fazla artışın 299,69 ile K uygulamasında, en az artışın ise KR uygulamasında (286,02) olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.19). Bu süreçten sonra Kİ değerleri K ve KR grubundaki çileklerde depolamanın altıncı günü azalırken, diğer uygulamalarda artış göstermiş olup, depolama sonuna doğru ise azalma-artma şeklinde bir seyir izlemiştir. Bununla birlikte, uygulama ortalamalarına göre, yapılan uygulamalar arasındaki farklılığın istatistikî düzeyde önemlilik göstermediği ($p<0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 3.19).

Tablo 3.19. 5 °C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde Kİ renk değerleri

Uyg.	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	250,60	299,69	291,55	286,16	282,72	292,82	283,92 a
KR	250,60	286,02	277,32	277,11	286,62	291,62	278,22 a
M	250,60	289,69	273,69	298,85	282,40	296,05	281,88 a
UVA	250,60	294,84	273,66	281,38	283,99	292,95	279,57 a
UVAS	250,60	288,44	273,85	294,48	267,87	284,91	276,69 a
Zaman Ort.	250,60 d	291,74 a	278,01 c	287,60 ab	280,72 bc	291,67 a	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.19. 5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde Kİ renk değerlerinde oluşan değişimler

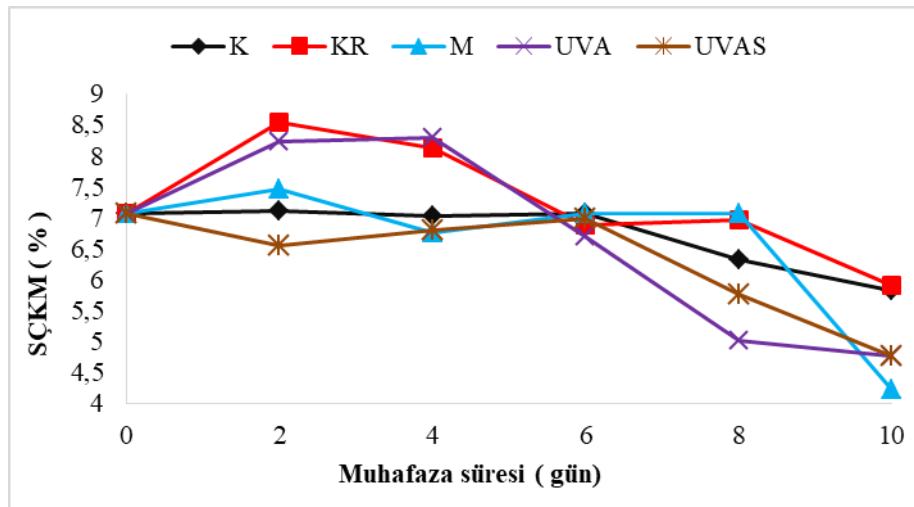
3.2.7. Suda çözüdür toplam kurumadde (SÇKM) miktarı (%)

Çalışmada, muhafaza süresince çilek meyvelerinin SÇKM miktarları (%) Tablo 3.20 ve SÇKM miktarlarının değişimi Şekil 3.20’de verilmiştir. Belirlenen değerler araştırmanın ikinci gününde UVAS uygulaması dışındaki tüm uygulamalarda artış göstermiş, bununla birlikte en fazla artış KR ve UVA uygulamalarında elde edilmiş ve bu aşamadan sonra KR ve UVA uygulamalarında daha yavaş olmak üzere tüm uygulamalarda SÇKM miktarı azalmıştır. Depolamanın sonunda ise SÇKM miktarının, KR (%7,25) uygulamasında en fazla olduğu ve KR uygulaması ile diğer uygulamalar arasındaki farklılığın istatistiki yönden önemli ($p < 0,05$) olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3.20. 5 °C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde SÇKM (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi gün						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	7,06	7,12	7,03	7,06	6,32	5,82	6,74 b
KR	7,06	8,54	8,13	6,88	6,96	5,91	7,25 a
MAVİ	7,06	7,47	6,75	7,06	7,06	4,22	6,60 b
UVA	7,06	8,22	8,3	6,69	5,01	4,77	6,68 b
UVAS	7,06	6,54	6,8	6,98	5,76	4,77	6,32 b
Zaman Ort.	7,06 ab	7,58 a	7,40 ab	6,93 b	6,22 c	5,10 d	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı, UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.20. 5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde SÇKM miktarında meydana gelen değişimler

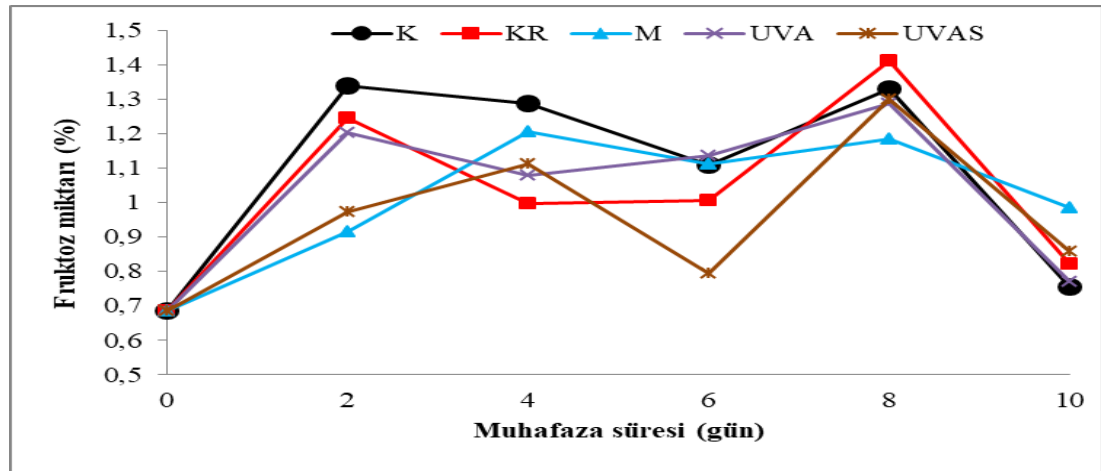
3.2.8. Fruktoz Miktarı (%)

Araştırmada çilek meyvelerinin fruktoz miktarının tüm uygulamalarda muhafazanın 2. gününe kadar arttığı, en fazla artışın ise kontrol grubundaki meyvelerde olduğu, bu uygulamayı KR, UVA, UVAS ve M uygulamalarındaki meyvelerden elde edilen değerlerin izlediği belirlenmiştir (Şekil 3.21). Buna karşılık, bu dönemden sonra fruktoz miktarı K, KR ve UVA uygulamalarında azalırken, UVAS ve M uygulamalarında hafif arttıktan sonra azaldığı, daha sonra da tüm uygulamalarda önce yükselme sonra azalma şeklinde değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Deneme sonunda ise K (%1,084) uygulamasından ölçülen değer diğer uygulamalara göre yüksek olmasına rağmen, diğer uygulamalar arasındaki farklılıkların istatistiki düzeyde önemsiz olduğu bulunmuştur (Tablo 3.21).

Tablo 3.21. 5 °C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde fruktoz (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	0,686	1,338	1,288	1,110	1,330	0,754	1,084
KR	0,686	1,246	0,997	1,006	1,411	0,820	1,028
M	0,686	0,915	1,205	1,111	1,183	0,986	1,014
UVA	0,686	1,202	1,078	1,135	1,287	0,769	1,026
UVAS	0,686	0,973	1,113	0,795	1,300	0,856	0,954
Zaman Ort.	0,686 c	1,135 ab	1,136 ab	1,031 b	1,302 a	0,837 c	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.21. 5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde fruktoz miktarında (%) meydana gelen değişimler

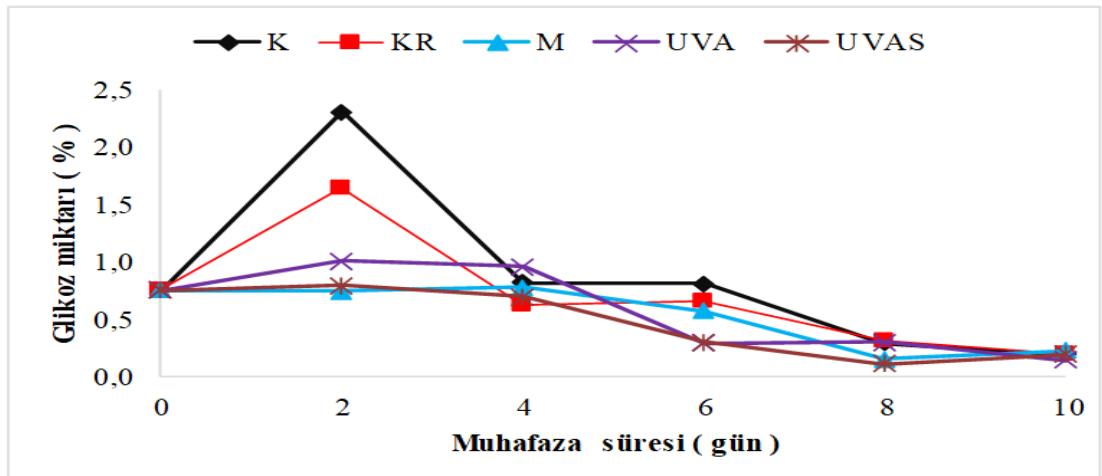
3.2.9. Glikoz miktarı (%)

Denemede 5°C'de 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinin glikoz miktarlarında meydana gelen değişimler Tablo 3.22 ve Şekil 3.22'de verilmiştir. Buna göre meyvelerin glikoz miktarı depolamanın ikinci gününde M uygulaması dışındaki uygulamalarda artmış, bu dönemde en yüksek glikoz miktarı K (%2,302) uygulamasından elde edilirken, en düşük miktar M (%0,742) uygulamasındaki çileklerde bulunmuştur. Muhafazanın 2. gününden sonra ise tüm uygulamalardaki çileklerin glikoz miktarı azalmıştır. Depolama süresinin sonunda, K ve KR uygulamaları arasındaki farklılık istatistiki düzeyde önemli bulunmazken; K ve M, UVA ve UVAS uygulamaları arasındaki farklılığın ise önemli olduğu saptanmıştır.

Tablo 3.22. 5°C'de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde glikoz (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	0,743	2,302	0,809	0,807	0,287	0,183	0,855 a
KR	0,743	1,644	0,615	0,656	0,309	0,188	0,692 ab
M	0,743	0,742	0,771	0,567	0,147	0,223	0,532 bc
UVA	0,743	0,998	0,953	0,286	0,297	0,139	0,569 bc
UVAS	0,743	0,790	0,691	0,290	0,101	0,186	0,467 c
	0,743 b	1,295 a	0,768 b	0,521 c	0,228 d	0,184 d	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı, UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.22. 5°C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde glikoz miktarında (%) meydana gelen değişimler

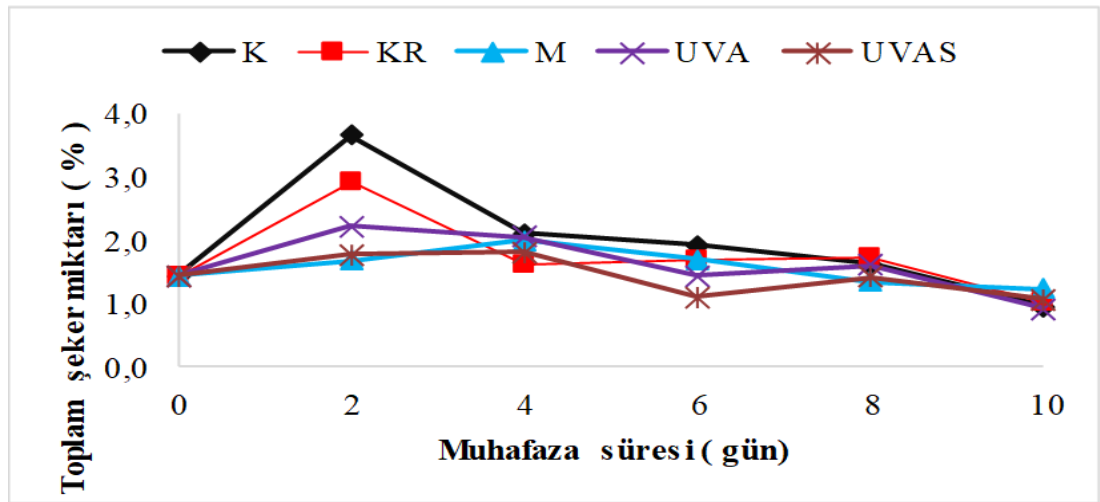
3.2.10. Toplam şeker miktarı (%)

Yapılan çalışmada, depolama başlangıcında %1,429 olan toplam şeker miktarı, genel olarak uygulamaların tamamında 2. günde artış göstermiştir (Şekil 3.23). Bununla birlikte, en fazla artış glikoz içeriğine benzer şekilde K uygulamasında bulunmuş olup, bu uygulamayı KR, UVA, UVAS ve M uygulamalarının izlediği, bu dönemden uygulamanın 10. gününe kadar ise toplam şeker miktarında azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın sonunda uygulama ortalamaları dikkate alındığında toplam şeker miktarı açısından uygulamaların sıralaması K (%1,939), KR (%1,720), UVA (%1,596), M (1.546) ve UVAS (1,421) olarak gerçekleşmiştir. Ek olarak K ile KR uygulamaları arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde önemsiz olduğu tespit edilirken, K ile diğer uygulamalardan alınan değerler arasındaki fark istatistiki düzeyde önemlilik arz etmiştir (Tablo 3.23).

Tablo 3.23. 5°C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam şeker (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	1,429	3,640	2,097	1,917	1,617	0,937	1,939 a
KR	1,429	2,890	1,611	1,662	1,720	1,007	1,720 ab
M	1,429	1,657	1,975	1,678	1,330	1,209	1,546 b
UVA	1,429	2,200	2,031	1,422	1,584	0,907	1,596 b
UVAS	1,429	1,763	1,804	1,085	1,401	1,042	1,421 b
Zaman Ort.	1,429 c	2,430 a	1,904 b	1,553 c	1,530 c	1,021 d	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.23. 5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde toplam şeker miktarında (%) meydana gelen değişimler

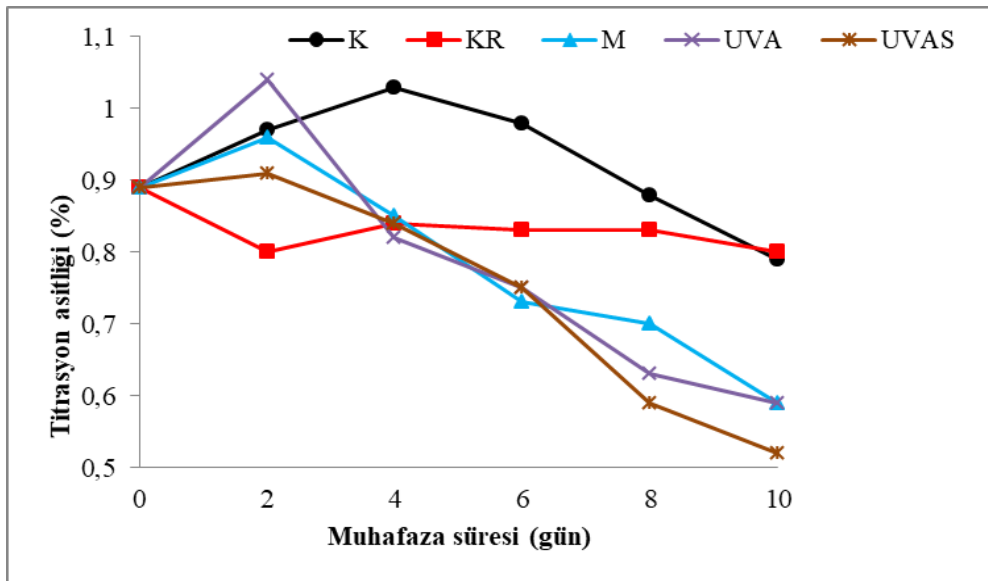
3.2.11. Titrasyon asitliği

Araştırmada, titrasyon asitliği miktarı, KR uygulamasında önce azalıp (2.gün) sonra düşük oranda artarken, diğer uygulamalarda önce artış gösterdikten sonra depolama süresince azalmıştır (şekil 3.23). Deneme sonunda ise en yüksek titrasyon asitliği miktarı K (%0,92) uygulamasında tespit edilirken, bunu KR (%0,83), M ve UVA (%0,79) ve UVAS (%0,75) uygulamalarının izlediği belirlenmiştir. Ayrıca depolama süresinin sonunda uygulama ortalamaları incelendiğinde Kontrol ile diğer uygulamalar arasında $p < 0,05$ düzeyinde önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır (Tablo 3.23).

Tablo 3.24. 5 °C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde titrasyon asitliği (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi Gün.						Uyg.Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	0,89	0,97	1,03	0,98	0,88	0,79	0,92 a
KR	0,89	0,80	0,84	0,83	0,83	0,80	0,83 b
M	0,89	0,96	0,85	0,73	0,70	0,59	0,79 bc
UVA	0,89	1,04	0,82	0,75	0,63	0,59	0,79 bc
UVAS	0,89	0,91	0,84	0,75	0,59	0,52	0,75 c
Zaman Ort.	0,89 ab	0,93 a	0,88 ab	0,81 b	0,73 c	0,66 c	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



şekil 3.24. 5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde titrasyon asitliği (%) miktarında meydana gelen değişimler

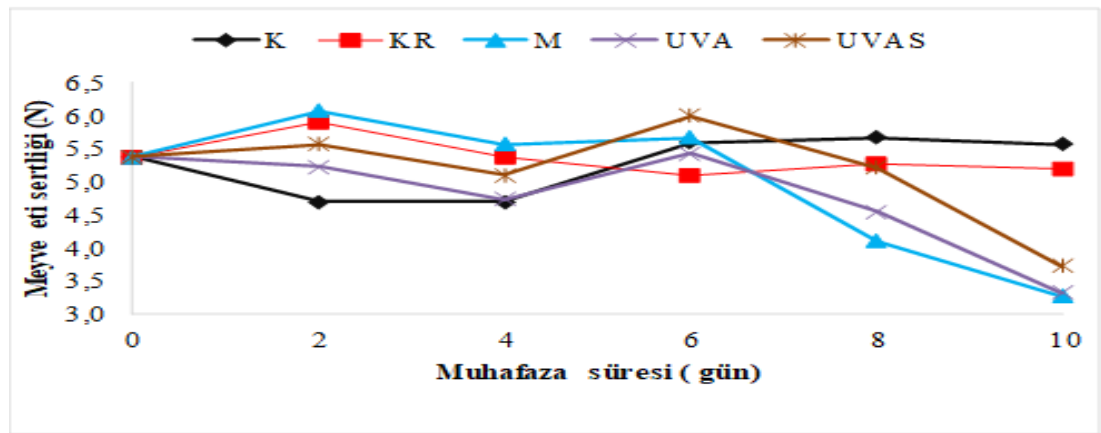
3.2.12. Meyve eti sertliği (N)

Araştırmada ilek meyvelerinin muhafaza suresi başlangıcında 5,38 N olan meyve eti sertliği miktarı, muhafazanın ikinci gunnde K (4,70 N) ve UVA (5,23 N) uygulamalarında azalma gosterirken, diğer uygulamalarda artmıştır (şekil 3.24). Bu sureten sonra ise K uygulaması dışında tüm uygulamalarda azalmaya başlayan meyve eti sertliği değerleri M, UVA ve UVAS uygulamalarında önce arttığı, ardından azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca K uygulamasının meyve eti sertliği değerlerinde çok belirgin değişimler olmadığı da bulunmuştur. Ek olarak depolama suresinin sonunda KR (5,37 N) uygulamasında ölçülen meyve eti sertliği değerlerinin diğer uygulamalara gore daha fazla olduğu tespit edilirken, bu uygulama ile UVA uygulaması arasındaki farklılığın istatistiki düzeyde önemli olduğu, ancak K ile diğer uygulamalar arasında ise anlamlı farklılığın olmadığı ($p < 0,05$) tespit edilmiştir (Tablo 3.24).

Tablo 3.25. 5 C’de sıcaklıkta 10 gun depolama suresince Albion eşidi ilek meyvelerinde meyve eti sertliği (N) değerleri

Uygulamalar	Muhafaza Suresi Gun.						Uyg.Ort.
	0	2	4	6	8	10	
K	5,38	4,70	4,70	5,60	5,67	5,57	5,27 ab
KR	5,38	5,90	5,37	5,10	5,27	5,19	5,37 a
M	5,38	6,07	5,57	5,67	4,10	3,27	5,01 ab
UVA	5,38	5,23	4,73	5,43	4,54	3,32	4,77 b
UVAS	5,38	5,57	5,10	6,00	5,22	3,72	5,17 ab
Zaman Ort.	5,38 a	5,49 a	5,09 a	5,56 a	4,96 a	4,21 b	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı, UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



şekil 3.25. 5C sıcaklıkta 10 gun boyunca depolanan Albion eşidi ilek meyvelerinde meyve eti sertliği (N) değerlerinde meydana gelen değişimler

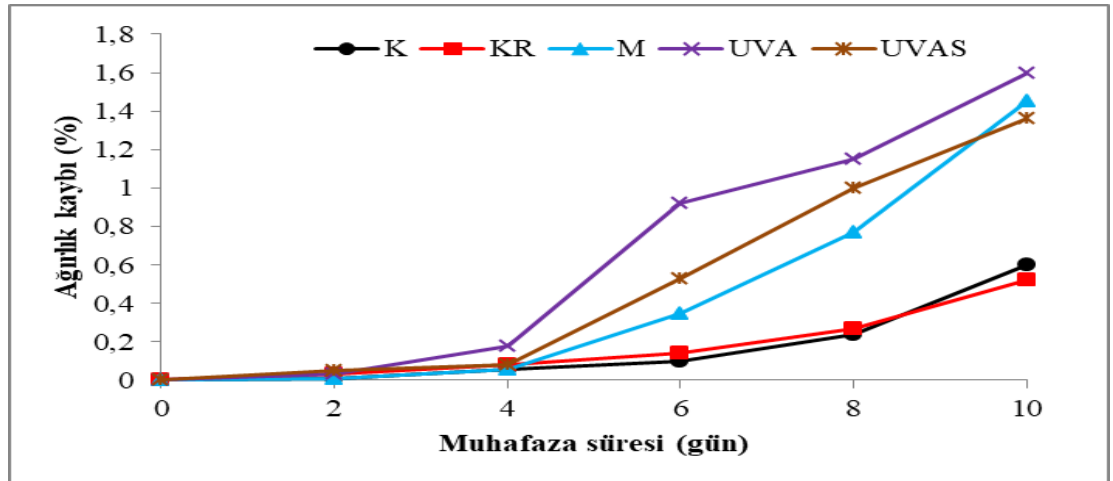
3.2.13 Ağırlık kaybı

Denemede 5°C’de 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinin ağırlık kaybında meydana gelen değişimler Tablo 3.25 ve Şekil 3.25’de verilmiştir. Buna göre depolama süresince en fazla ağırlık kaybı UVA ve UVAS uygulamalarında (sırasıyla % 0,65 ve %0,50) elde edilmiş olup bu uygulamaları M (% 0,44) ile K ve KR (% 0,17) uygulamaları izlemiştir. UVA ve UVAS uygulamaları arasında istatistiki düzeyde önemli bir farklılık bulunmamakla birlikte ($p<0,05$), UVA ile diğer uygulamalar arasındaki farklılık anlamlı bulunmuştur. Ek olarak muhafaza süresinin ağırlık kaybı üzerinde etkili olduğu, bu sürenin artmasına paralel olarak ağırlık kaybının da arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.25).

Tablo 3.26. 5°C’de sıcaklıkta 10 gün depolama süresince Albion çeşidi çilek meyvelerinde ağırlık kaybı (%) miktarları

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)						Uyg. Ort.
	0	2	4	5	8	10	
K	0	0,01	0,06	0,10	0,24	0,60	0,17 c
KR	0	0,03	0,08	0,14	0,27	0,52	0,17 c
M	0	0,01	0,06	0,35	0,77	1,45	0,44 b
UVA	0	0,03	0,18	0,92	1,15	1,60	0,65 a
UVAS	0	0,05	0,08	0,53	1,00	1,36	0,50 ab
Zaman Ort.	0 d	0,02 d	0,09 d	0,41 c	0,69 b	1,10 c	

K: Kontrol, KR: Kırmızı LED, M: Mavi LED, UVA: 1 saat UV LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolamayı,UVAS: Depoda sürekli olarak ultraviyole LED uygulamasını ifade etmektedir.



Şekil 3.26. 5 °C sıcaklıkta 10 gün boyunca depolanan Albion çeşidi çilek meyvelerinde ağırlık kaybı (%) miktarında meydana gelen değişimler

4. TARTIŞMA

Çalışmamızda çilek meyveleri %85-90 oransal nem şartlarında, 0 °C ve 5 °C olmak üzere iki ayrı muhafaza koşulunda, sürekli olarak mavi, kırmızı ve ultraviyole-A (UVA) LED aydınlatma altında veya bir saat süreyle ultraviyole-A LED aydınlatma uygulandıktan sonra karanlıkta (UVAS) muhafaza edilmiştir. Burada yapılan uygulamalara karşı çilek meyvelerin iki ayrı muhafaza sıcaklığı koşullarında gösterdikleri tepkilerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Meyve ve sebzelerin hasat edildiği andan tüketiciye ulaştırıldığı ana kadar geçen; ambalajlama, depolama ve taşıma gibi hasat sonrası işlem süreçlerinde düşük sıcaklıkların korunması önemli olup, aksi durumda meyveler pazar kalitesini kaybetmektedir. Hardenburg ve diğ., (1986) ile Mitchell ve diğ., (1996) çileklerin üşümeye duyarlı olmadığını, bu nedenle 0-1°C sıcaklık aralığında güvenle depolanabileceğini ifade etmişlerdir. DeEll (2005) ise çileklerin optimum depolama şartlarının 0°C'de 7-10 gün olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda da, çilek meyveleri ideal depolama sıcaklığı kabul edilen 0°C ve taşıma ve perakende satış şartlarını temsil etmek için ise 5°C sıcaklıklara sahip depolarda ve % 85-90 oransal nem (ON) şartlarında 10 gün süreyle muhafaza edilmiştir.

Çalışmamızda; 0°C sıcaklıkta depolanan çileklerde en fazla antosiyanin miktarı mavi ışık altındaki çileklerde ölçülürken, KR uygulamasında antosiyanin miktarının en düşük olduğu bulunmuştur. Buna karşılık 5°C muhafaza koşullarında ise kırmızı LED altında saklanan çileklerde antosiyanin miktarı diğer uygulamalara göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca bu sıcaklık şartlarında uygulamalar arasındaki farklılığında önemli olduğu belirlenmiştir. Kim ve diğ., (2011) olgunlaşmamış çileklere 385 nm, 470 nm, 525 nm ve 630 nm dalga boylarında LED ışık uyguladıkları çalışmalarında, LED aydınlatmanın 4 günlük depolama süresince antosiyanin miktarını aşamalı olarak arttığını tespit etmişlerdir. Xu ve diğ., (2014) ise çilek meyvesine hasattan sonra 40 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ mavi ışık uyguladıkları ve 5°C sıcaklıkta ve 12 gün depoladıkları çilek meyvelerinde mavi ışık uygulamasının

depolama sırasında ilek meyvesinde toplam antosiyanin içeriğini arttırdığı ifade etmişlerdir. Mevcut alışmamızda da araştırmacıların çalışmalarına benzer şekilde mavi (0°C) ve kırmızı (5°C) LED aydınlatma uygulamasının ilek meyvelerinin antosiyanin miktarının artırılmasında olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada iki farklı sıcaklıkta depolanan ilek meyvelerinin LED aydınlatmaya karşı gösterdiği tepkiler farklı olmuş, 0°C depolanan ilekler mavi LED ışığa karşı tepki olarak antosiyanin miktarında artışlar gösterirken, 5°C sıcaklıkta depolanan çileklerde antosiyanin artışı kırmızı LED aydınlatmaya tepki olarak ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla ileklerin hem sıcaklık hem de aydınlatma ile oluşturulan stres şartlarında farklı davranışlar sergiledikleri de belirlenmiştir. Bu nedenle antosiyanin miktarının artırılması amacıyla LED aydınlatma tekniğinden faydalanılmak istendiğinde sıcaklıklar dikkate alınarak lamba renginin seçilmesi gerektiği de ortaya konulmuştur.

Mavi, kırmızı ve UVA LED aydınlatma altında veya 1 saat UVA LED ile aydınlatmanın ardından karanlık şartlarda 0°C sıcaklıkta depolanan çileklerde kırmızı LED aydınlatmanın L* renk değeri üzerinde diğer uygulamalarına göre daha etkili olduğu buna karşılık 5°C muhafaza edilen çileklerde ise UVAS uygulamasının bu açıdan daha etkili olduğu bulunmuştur. Denemede ölçülen a* renk değeri incelendiğinde ise, 0°C sıcaklıkta depolanan çileklerde aydınlatma uygulamalarının a* değerlerinde azalmaya neden olduğu özellikle UVA uygulamasının bu açıdan etkili olduğu buna karşılık 5°C'de muhafaza edilen çileklerde ise en yüksek a* değerlerinin UVA uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir. Denemede elde edilen b* renk değerlerine göre, 0°C'de depolanan ilek meyvelerinde en yüksek ortalama b* renk değeri kırmızı LED ışık altındaki çileklerde tespit edilirken, 5°C'de saklanan çileklerde ise en yüksek değer UVA LED uygulanan çileklerde bulunmuştur. Çalışmada ölçülen hue açısı değeri 0°C'de muhafaza sırasında hue açısı değerinin artırılması açısından en etkili uygulamanın kırmızı LED olduğunu, ancak 5°C'de depolanan çileklerde ise UVAS uygulamasının öne çıktığını göstermiştir. Bununla birlikte denemede ölçülen a* ve b* renk değerlerinden hesaplanan kırmızılık indeksi verilerine göre, 0°C depolanan çileklerde mavi ışığın kırmızı rengin artışında (koyulaşmasında) diğer uygulamalardan daha fazla etkili olduğu, UVAS uygulamasında ise rengin daha açık olduğu bulunmuştur.

Bununla birlikte 5°C'de depolanan çileklerde; kontrol grubundaki meyvelerin kırmızı renginin daha yoğunlaştığı, bunu mavi LED uygulamasının izlediği, UVAS uygulamasındaki meyvelerin kırmızı renginin daha açık olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada ölçülen ve hesaplanan tüm renk değerleri incelendiğinde, antosiyanin miktarında elde edilen sonuçlara paralel olarak iki farklı sıcaklık altında depolanan çileklerin yapılan aydınlatma uygulamalarına farklı reaksiyonlar gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak 0°C'de depolamada kırmızı LED aydınlatma, L* , b* ve h° değerlerini arttırıcı yani üründe rengin koyulaşmasını önleyici etki gösterdiği; mavi ışığın ise rengi koyulaştırıcı etki gösterdiği bulunmuştur. Bununla birlikte 5°C'de depolanan çileklerde ise; L* a* b* renk değeri için UVA ve hue açısı ve kırmızılık indeksi açısından ise UVAS uygulamaların daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla yapılan renk ölçümlerinden, kontrol grubundaki çileklerde rengin daha fazla koyulaştığı ancak özellikle UVA ve UVAS uygulamalarının rengin daha parlak ve daha açık olarak korunmasını sağladığı söylenebilir. Chiabrando ve diğ. (2018), çalışmalarında klor dioksit üreten ped ile ambalajladıkları çileklerde kısa depolama koşullarında (4 °C'de 3 gün + 20 °C'de 2 gün), ClO₂ uygulamasının çilek meyvelerinin renginin korunmasında etkili olduğunu; Paraskevopoulou-Paroussi ve diğ., (1995) Fern, Brighton ve Selva çilek çeşitlerine ait meyvelerin 3, 6 ve 20°C sıcaklıkta 0, 2, 4,6 ve 8 gün süreyle plastik filmle kaplı olarak veya açıkta depolanması sırasında renk (L*, a*, b*) değerlerinin azaldığını bulmuşlardır. Peng ve diğ. (2017) ise, yüksek sıcaklıkta depolamanın L*, a* ve b* değerlerinde azalmaya neden olarak rengin bozulmasına yol açtığını tespit etmişlerdir. Yukarıda açıklanan daha önceki çalışmalarda değişik uygulamaların meyve rengi üzerinde farklı etkiler oluşturduğu görülmüştür. Çalışmamızda da mavi, kırmızı ve UVA LED aydınlatma altında depolamanın çilek meyvelerin rengi üzerinde farklı etkilere yol açtığı, bu etki de farklı sıcaklık şartlarının da katkısının bulunduğu tespit edilmiştir.

Araştırmamızda, yapılan uygulamaların SÇKM üzerine etkileri incelendiğinde her iki sıcaklık koşulunda da kırmızı LED uygulamasının SÇKM miktarı üzerinde diğer uygulamalara göre önemli ölçüde etkili olduğu ve kırmızı LED altında depolanan çileklerin SÇKM miktarının her iki sıcaklık derecesinde de diğer uygulamalardan daha yüksek olduğu dolayısıyla kırmızı LED aydınlatmanın kurumadde miktarı kayıplarını azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca genel olarak 0°C sıcaklıkta depolanan

çilek meyvelerinde SÇKM miktarının, 5°C sıcaklıkta depolananlara göre daha yüksek olduğu da görülmüştür. Kim ve diğ., (2011) olgunlaşmamış çilekleri 385 nm, 470 nm, 525 nm, and 630 nm dalga boylarındaki LED ışık altında depoladıkları çalışmalarında, hasattan hemen sonra ve depolamanın 4. Gününde %9,87 olan SÇKM miktarının, aşamalı olarak artış gösterdiği; kontrol grubunda %10,97'ye, deneme gruplarında ise kontrole göre daha fazla artarak %12,77'ye yükseldiğini bildirmiştir. Çalışmamızda da kırmızı ışık SÇKM miktarının korunmasında etkili olmakla birlikte genel olarak SÇKM miktarı tüm uygulama grupları ve her iki sıcaklık derecesinde de depolama süresince azalma göstermiştir. Kim ve diğ. (2011) olgunlaşmamış çileklerle çalıştıkları için SÇKM miktarlarında artış tespit etmişler, ancak tarafımızdan yapılan çalışmada ticari hasat dönemindeki yani yeme olumundaki çilekler kullanıldığından SÇKM miktarı muhafaza süresinin artışına ters orantılı olarak azalmıştır. Ancak yaptığımız uygulamalardan özellikle kırmızı LED ve UVAS uygulamasının bu azalmayı yavaşlattığı da bulunmuştur. Yapılan literatür incelemesinde LED aydınlatma altında çilek depolaması konusundaki çalışmaların sınırlı olması dolayısıyla diğer uygulamalara da yer verilmiştir. Buna göre Singh ve diğ. (2008) yeme olumunda hasat edilip %2 CaCl₂ uygulanmış ve yüksek yoğunluklu polietilen kasalarda saklanan meyvelerde, suda çözünür toplam kurumadde (SÇKM) miktarının depolama süresince azaldığını bulmuşlardır.

Çalışmamızda 0°C ve 5°C olmak üzere iki ayrı muhafaza koşulunda LED aydınlatma altında depolanan çilek meyvelerinde fruktoz, glikoz ve toplam şeker miktarlarındaki değişimler incelendiğinde, 0°C sıcaklıkta depolanan çileklerde en fazla fruktoz miktarı mavi ışık (%1,117) uygulamasından; glikoz miktarı kırmızı ışık (%0,099) uygulamasından elde edildiği, toplam şeker miktarı açısından ise en iyi uygulamaların UVAS ve mavi ışık (sırasıyla %1,182 ve 1,180) olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık 5°C sıcaklıkta depolanan çileklerde ise fruktoz, glikoz ve toplam şeker miktarının en fazla kontrol grubundaki örneklerde olduğu, en az ise UVAS uygulamasından ölçüldüğü belirlenmiştir. Ayrıca 5°C depolanan meyvelerde toplam şeker miktarının 0°C'de depolananlardan daha yüksek olduğu da belirlenmiştir. Dolayısıyla yapılan uygulamalar çileğin ideal depolama sıcaklığında şeker miktarının korunması üzerinde etkili olurken, 5°C sıcaklıktaki çileklerin şeker miktarının kontrol grubuna göre azalmasına neden olmuştur. Yapılan literatür

incelemesinde, LED ışığın çilek meyvelerinin şeker içeriği üzerindeki etkisini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle farklı uygulamaların çileklerin şeker miktarı üzerindeki etkileri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Buna göre, Atress ve diğ. (2010) soya proteini veya beyaz glüten tarafından taşınan timolle kaplanmış meyveler de şeker miktarının korunduğunu; Vahdat ve diğ. (2010), meyveleri doğrudan % 25, 50, 75 ve 100 Aloe vera jel (v/v) ile kaplanan meyvelerin şeker içeriğinin kaplanmayanlardan daha yüksek olduğunu, Elmi ve diğ. (2017) ise soğuk depolanmış çilek meyvelerine sürekli etilen uygulamasının (50 µL L-1) meyvelerin şeker miktarını azalttığını belirlemişlerdir. Çalışmamızda da 0°C sıcaklık altında depolanan örneklerin fruktoz, glikoz ve toplam şeker miktarı tüm uygulamalarda başlangıç değerine göre azalmıştır. Buna karşılık 5°C sıcaklıkta depolanan çileklerde fruktoz miktarı tüm uygulamalarda başlangıç değerine (%0,686) göre artarken (%0,769-0,986), başlangıçta %0,743 olan glikoz miktarı azalmış (%0,139-0,223) ve toplam şeker miktarı da başlangıç (%1,470) değerine göre azalmıştır (%0,907-1,209).

0°C sıcaklıkta depolanan çileklerin titrasyon asitliği değerleri depolamanın ikinci gününde UVAS dışındaki uygulamalara arttıktan sonra, kırmızı ışık altında depolanan çilekler dışında azalmış, bu uygulamada ise 6. güne kadar arttıktan sonra azalmıştır. Dolayısıyla kırmızı ışık uygulaması titrasyon asitliğinin kararlı bir seyir izlemesine yol açmış, benzer bir değişim mavi LED uygulamasında da bulunmuştur. Buna karşılık kontrol, UVA ve UVAS uygulamalarında depolama sonunda TA değerlerinde artış olduğu bu artışında çileklerde mikroorganizma faaliyeti sonucu oluşabileceği düşünülmüştür. 5°C depolanan çilek meyvelerinde ise depolamanın 2. Gününde sıfır dereceye benzer sonuçlar alınmasına karşılık bu dönemden sonra, yapılan aydınlatma uygulamalarının kontrol ile karşılaştırıldığında titrasyon asitliğini azalttığı belirlenmiştir. Ancak uygulamalar arasında titrasyon asitliğinin korunmasında bu sıcaklık derecesinde de kırmızı ışığın etkili olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla yapılan uygulamalara karşı çilek meyvelerinin tepkisi her iki sıcaklık derecesinde de farklılık göstermiş, beş derecede titrasyon asitliğinin daha fazla azalmasına neden olmuştur. Bu konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışma bulunmamasına karşılık, farklı uygulamaların etkilerine yönelik çalışmalar incelendiğinde; Turmanidze ve diğ. (2016), böğürtlen, ahududu ve çilek meyvelerinin hasat sonrası 2,5 dakika süreyle 20

± 1 °C sıcaklıktaki % 1 ve % 2 kalsiyum klorür çözeltilisine daldırıldıktan sonra $0 \pm 0,5$ °C sıcaklık ve % 90 ± 5 oransal nem (ON) şartlarında 8 gün depolanan çilek meyvelerinde kalsiyum uygulamasının toplam titrasyon asitliği miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını, benzer şekilde Jouki ve diğ. (2012) % 0,5 kalsiyum klorür (CaCl₂) uygulamasının ardından MAP ambalajlamanın, titrasyon asitliği üzerinde önemli bir etkisi olmadığını; Mortavazi ve diğ., (2014) poliaminle kaplanmış meyvelerin titrasyon asitliği miktarının kontrolden daha az değişiklik gösterdiğini belirtmiştir. Dolayısıyla önceki yapılan çalışmalarda, farklı uygulamaların titrasyon asitliği üzerine önemli bir etkisi tespit edilememiştir. Buna karşın mevcut çalışmada özellikle kırmızı LED aydınlatma titrasyon asitliği üzerinde etkili olmakla birlikte etki sıfır derecede daha belirgin olarak ortaya çıkmıştır.

0°C'de depolanan çilek meyvelerinin meyve eti sertliği değerleri depolama süresince tüm uygulamalarda azalmakla birlikte en fazla azalmanın UVA uygulamasında buna karşın UVAS uygulamasındaki çileklerin meyve eti sertliğinin (3,23 N) en iyi şekilde korunduğu belirlenmiştir. 5°C'de deponan çileklerde ise kırmızı LED uygulamasının meyve eti sertliğini (5,37 N) diğer uygulamalardan daha iyi koruduğu bulunmuştur. Araştırmamızda tüm LED ışık uygulamaları sıfır derecede depolanan çileklerde 2 gün, beş derecede depolanan çileklerde 4 gün boyunca meyve eti sertliğinin korunmasında oldukça etkili olurken, bu dönemlerden sonra tüm LED uygulamalarındaki çileklerin meyve eti sertliği değerleri kontrol grubunun altında düşmüş, dolayısıyla meyveler yumuşama göstermiştir. Buna karşılık UVAS uygulamasının sıfır derecede, kırmızı LED uygulamasının ise beş derecede sertliğin korunmasında diğer uygulamalardan daha etkili olduğu söylenebilir. Yapılan literatür incelemesinde LED aydınlatma uygulamalarının çilek meyvelerinin meyve eti sertliği üzerindeki etkisine yönelik çalışma bulunmamakla birlikte yapılan diğer çalışmalarda, timol içeren soya proteini ve beyaz glüten kaplamanın meyve eti sertliğini kontrol uygulamasına göre koruduğu (Atress ve diğ., 2010); poliamin kaplamanın da benzer sonuçlar gösterdiği (Mortavazi ve diğ., 2014) belirtilmiştir. Araştırmamızda elde edilen bulgular, yukarıdaki araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermiştir.

Çalışmamızda iki farklı sıcaklıkta mavi, kırmızı ve UVA LED altında veya bir saat UVA LED uygulandıktan sonra karanlıkta depolanan tüm çilek meyvelerinde ağırlık

kayıplarının başlangıca göre arttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, 0°C sıcaklıkta depolanan çileklerin ağırlık kayıpları genel olarak 5°C'de depolananlardan daha az bulunmuştur. Ayrıca sıfır derece sıcaklıkta depolanan meyveler içerisinde en az ağırlık kaybı UVAS (% 0,01) uygulamasında en fazla ise mavi ışık (%0,11) altında depolanan meyvelerde ölçülürken, 5°C sıcaklıkta depolanan meyvelerde en fazla ağırlık kaybı UVA (% 0,65), en ağırlık kaybı ise kırmızı ışık uygulanan ve kontrol grubu (%0,17)'ndaki meyvelerde bulunmuştur. Her ne kadar UVAS ve kırmızı LED ışık dışındaki uygulamalar kontrole göre ağırlık kaybını arttırmasına karşılı; bu kayıpların 0°C'de (%0,01-0,11) ve 5°C'de (%0,17-0,65) ile önemsenmeyecek kadar az olduğu ve meyvenin görsel kalitesini de etkilemeyeceği görülmüştür. Nunes (1998) Chandler, Oso Grande ve Sweet Charlie çilek çeşitlerinin 1°C sıcaklıkta 8 gün veya 10°C sıcaklıklarda 1 gün depolandığında, sıcaklık artışına paralel ağırlık kaybının arttığını bulmuşlardır. Çalışmamızda da 5°C'de elde edilen ağırlık kaybı değerlerinin 0°C'den yüksek olması, araştırmacıların sonuçları ile uyumludur. Paraskevopoulou-Paroussi ve diğ., (1995) meyvelerin plastik film ile sarılarak depolanması, açıkta depolamaya göre hem 3 hem de 6° C sıcaklıklarda depolama süresince ağırlık kaybını önemli oranda azalttığını bildirmiştir. Çalışmamızda da her iki sıcaklık derecesinde depolanan çileklerde ağırlık kayıplarının bu derece az olmasının en önemli nedeni çileklerin plastik kutular içerisinde depolanmasıdır. Yapılan kaynak araştırmalarında genel olarak LED uygulamalarının ağırlık kaybı üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmazken, birçok farklı ve alternatif yöntemin ağırlık kayıpları üzerine bazı etkileri olduğu görülmüştür. Singh ve diğ. (2008), %2 CaCl₂ uygulanmış ve yüksek yoğunluklu polietilen kasalarda saklanan meyvelerde ağırlık kayıplarının minimum olduğunu; Jouki ve diğ. (2012), paketlenmiş çilekler, ağırlık kaybının açıkta depolananlardan daha az olduğunu; Geransayeh ve diğ., (2015) SA uygulanan çileklerin ağırlık kaybının kontrollere kıyasla daha düşük olduğunu, Vahdat ve diğ. (2010) Aloe vera kaplamanın ağırlık kaybını, kontrole uygulamalarına kıyasla önemli ölçüde azalttığını; Liu ve diğ. (2018) melatoninin 0.1 veya 1 mmol/L uygulamalarının meyvelerin ağırlık kaybını azaltmada özellikle etkili olduğu, Chiabrando ve diğ., (2018) kısa depolama koşullarında (4 °C'de 3 gün + 20 °C'de 2 gün), ClO₂ uygulaması yapılmış meyvelerin ağırlık kaybının daha az olduğunu belirlemişlerdir. Dolayısıyla yapılan çalışmaların

hepsinde ağırlık kaybında depolama süresince artışlar olmasına karşılık, değişik uygulamalar yapılarak bu kayıp azaltılmıştır. Çalışmamızda da ağırlık kaybını azaltan uygulamalar bulunmakla birlikte, ağırlık kayıplarının da oldukça az olduğu söylenebilir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Albion çeşidi çilek (*Fragaria x ananassa* (Weston) Duchesne ex rozier (pro sp.)) meyvelerinde 0°C ve 5°C olmak üzere farklı iki sıcaklıkta, sürekli olarak mavi, kırmızı ve ultraviyole-A (UVA) LED aydınlatma altında veya bir saat süreyle ultraviyole-A LED aydınlatma uygulandıktan sonra karanlıkta muhafaza altında depolanarak uygulamaların çilek meyvelerinde hasat sonrası kalite ve muhafaza üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada genel olarak 5°C sıcaklıktaki depolama koşullarındaki uygulamaların çilek meyveleri üzerindeki etkisi daha belirgin bir şekilde görülürken, 0°C sıcaklıktaki depolama koşullarında uygulamaların etkileri belirgin bulunmamıştır. Bu sonuçlara göre ;

Çileklerin antosiyanin miktarının korunması açısından 0°C'de mavi LED, 5°C muhafaza koşullarında ise kırmızı LED uygulamasının daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Renk değerleri incelendiğinde, genel olarak 0°C'de depolamada kırmızı LED aydınlatma, L* , b* ve h° değerlerini arttırıcı; mavi ışığın ise rengi koyulaştırıcı etki gösterdiği; 5°C'de depolanan çileklerde ise; L* a* b* renk değeri için UVA ve hue açısı ve kırmızılık indeksi açısından ise UVAS uygulamaların daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Her iki sıcaklık koşulunda da kırmızı LED uygulamasının SÇKM miktarı üzerinde diğer uygulamalara göre önemli ölçüde etkili olduğu bulunmuştur.

Şeker ölçümleri sonuçlarına göre ise 0°C sıcaklıkta depolanan çileklerde en fazla fruktoz miktarı mavi LED ışık; glikoz miktarı kırmızı LED ışık, toplam şeker miktarı ise UVAS uygulamalarında bulunurken, 5°C sıcaklıkta depolanan çileklerde ise fruktoz, glikoz ve toplam şeker kontrol grubunda elde edilmiş, yapılan uygulamaların şeker miktarının korunmasında daha az etki gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmada 0°C sıcaklıkta depolanan çileklerde kırmızı ışık uygulaması titrasyon asitliğinin kararlı bir seyir izlemesine yol açmış buna karşılık, 5°C sıcaklıkta, yapılan

aydınlatma uygulamalarının kontrol ile karşılaştırıldığında titrasyon asitliğini azalttığı belirlenmiştir.

0°C’de depolanan çilek meyvelerinin meyve eti sertliğinin korunmasında en iyi uygulama UVAS olurken; 5°C’de deponan çileklerde ise kırmızı LED uygulaması öne çıkmıştır.

Çalışmada depolama süresince çilek meyvelerinin ağırlık kaybı artmakla birlikte, 0°C’deki meyvelerin ağırlık kayıpları genel olarak 5°C’de depolananlardan daha az bulunmuştur. Ayrıca sıfır derece sıcaklıkta ağırlık kaybının azaltılması açısından UVAS (% 0,01) uygulamasının; 5°C sıcaklıkta depolanan meyvelerde ise kırmızı LED ışık uygulamalarının etkili olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda değişik dalga boylarına sahip farklı renklerdeki LED ışık uygulamalarının etkisinin sıcaklık derecelerine göre değiştiği, ayrıca farklı ışıkların ürünün farklı biyokimyasal özelliği üzerine farklı etki gösterdiği bulunmuştur. Ancak genel olarak çalışmamızda kırmızı LED aydınlatmasının çilek meyvesinin kalitesinin korunması açısından etkisi diğer ışık uygulamalarının önüne geçmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, özellikle öne çıkan kırmızı LED ve UVA ve UVAS uygulamaları ile yeni çalışmalar yapılarak, bu uygulamaların net etkilerinin ortaya konulması gereklidir.

KAYNAKLAR

- Allende A., Marin A., Buendia B., Tomas-Barberan F., Gil M., Impact of combined postharvest treatments (UV-C light, gaseous O₃, superatmospheric O₂ and high CO₂) on health promoting compounds and shelf-life of strawberries, *Postharvest Biology and Technology*, **46**, 2007, 201-211.
- Atress A. S., El-Mogy M. M., Aboul-Anean H. E., Alsanius B. W., Improving Strawberry Fruit Storability by Edible Coating as a Carrier of Thymol or Calcium Chloride. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, **2**, 2010, 88-97.
- Bower J. H., Biasi W. V., Mitcham E. J., Effects Of Ethylene and 1-MCP on the Quality and Storage Life of Strawberries, *Postharvest Biology and Technology*, 2003, **28**, 417-423.
- Branas C., Azcondo F. J., Alonso J. M., Solid-State Lighting: A System Review, *Industrial Electronics Magazine IEEE*, **7**, 2013, 6-14.
- Campos P. R., Kwiatkowski A., Clemente, E., Post-harvest conservation of organic strawberries coated with cassava starch and chitosan, *Revista Ceres*, 2011, **58**, 554-560.
- Chiabrando V., Giuggioli N., Maghenzani M., Peano C., Giacalone G., Improving Storability of Strawberries with Gaseous Chlorine Dioxide in Perforated Clamshell Packaging, *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2018, **68**, 141-148.
- Chaiprasart P. (2016). Effect of 1-methylcyclopropene on postharvest qualities of 'Parajchatan #72' strawberry fruit. *Acta Horti*, **1117**, 2016, 227-230.
- Civello M. P., Martinez A. G., Chaves A. R., Anon C. M., Agric J., Heat Treatments Delay Ripening and Postharvest Decay of Strawberry Fruit, *Agric. Food Chem*, 1997, **45**, 4589-4594.
- Darvishi S., Fatemi F., Davari K., Keeping Quality of Use of Fresh 'Kurdistan' Strawberry by UV-C Radiation. *Sholeh World Applied Sciences Journal*, **17**, 2012, 826-831.
- DeEll J., Cooling and Temperature Management for Strawberries, OMAFRA, 2005, http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/facts/cooling_berries.htm (Ziyaret tarihi: 10 Nisan 2012).
- Demirsoy L., Öztürk A., Serçe S. Çileklerde (fragaria) çiçeklenme ile fotoperiyot arasındaki ilişkiler, *Anadolu Tarım Bilim. Derg.*, 2012, **27**(2), 110-119.
- Elmi F., Pradas I., Tosetti R., Cools K., Terry L. A., Effect of ethylene on postharvest strawberry fruit tissue biochemistry. *Acta Horticulturae*, **1156**, 2017, 667-672.

- Erkan M., Wang S. Y., Wang C. Y., Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit, *Postharvest Biology and Technology*, **48**, 2008, 163-171.
- Garcia J. M., Herrera S., Morilla A., Effects of Postharvest Dips in Calcium Chloride on Strawberry, *J.Agric Food Chem*, **44**, 1996, 30-33.
- Geransayeh M., Sepahvand S., Abdossi, V., Extending Postharvest Longevity and Improving Quality of Strawberry (*Fragaria Ananasa Duch Cv. 'Gaviota'*) Fruit by Postharvest Salicylic Acid Treatment. *Journal of Agricultural Studies*, **3**, 2015, 17-36.
- Gupta S. D., Jatothu B., Fundamentals and applications of light-emitting diodes (LEDs) in in vitro plant growth and morphogenesis, *Plant Biotechnol Rep*, 2013, **7**, 211–220.
- Hancock J., Sjulín T. M., Lobos G. A., *Temperate Fruit Crop Breeding Germplasm to Genomics Strawberries*, 1st edition, Springer, 2008.
- Hardenburg R. E., Watada A. E., Wang C. Y., *The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks*. Agriculture Handbook 66, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., 1986.
- Harris M., Llorens M. C., Frezza D. A calcium lactate treatment at harvest, growing system and refrigerated modified atmosphere can affect strawberry's 'Camarosa' postharvest quality? *Adv Hort Sci*, **31**, 2017, 3-10.
- Jouki M., Khazaei N., The Effect of Modified Atmosphere Packaging and Calcium Chloride Dripping on the Quality and Shelf Life of Kurdistan Strawberries, *J Food Process Technol*, **184**, 2012, 3-10.
- Kasım M., Kasım R., Postharvest UV-B treatments increased fructose content of tomato (*Solanum lycopersicon L. cv. Tayfun F1*) harvested at different ripening stages, *Food Sci Technol Campinas*, **35**(4), 2015, 742-749.
- Kasım R., Kasım U., Işık Yayan Diyot (LED) Teknolojisinin Meyve ve Sebzelerin Hasat Sonrası Dönemindeki Uygulamaları, *VII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, Isparta, Türkiye, 04-07 Ekim 2016.
- Kasım M., Kasım R., While continuous white LED lighting increases chlorophyll content (SPAD), green LED light reduces the infection rate of lettuce during storage and shelf-life conditions, *J Food Process Preserv.*, **13266**, 2017, 1-7.
- Kim B. S., Lee O. H., Kim J. Y., Kwon K. H., Cha H. S., Kim J. H., An Effect of Light Emitting Diode (LED) Irradiation Treatment on the Amplification of Functional Components of Immature Strawberry. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 2011, **52**, 35-39.
- Li, S. The influence of postharvest light treatments on strawberries quality aspects, Yüksek Lisans Tezi, Wageningen University, Wageningen, 2016.

- Liu C., Zhenga H., Shenga K., Liu W., Zheng L., Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit, *Postharvest. Biology and Technology*, **139**, 2018, 47-55.
- Mcguire R. G., Reporting Of Objective Color Measurements. *U.S. Department Of Agriculture-Agricultural Research Service*, Subtropical Horticulture Research Station, 1992.
- Mitchell F. G., Mitcham E., Thompson J. F., Welch N., *Handling strawberries for fresh market*, University of California, Berkeley, CA, USA, 1996.
- Mortavazi, S. H., Siruie, B., Moalemi, N., & Eshghi, S. (2014). The Effects of Polyamines and Uv-C Irradiation on Postharvest Quality of Strawberry Fruit, *Acta Horti*, **1049**, 2014, 749-754.
- Munöz-Hernandez P., Almenar E., Valle D. V., Velez D., Gavara, R., Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria × ananassa*) quality during refrigerated storage, *Food Chemistry*, 2008, **110**, 428-435.
- Nunes M. C. N., Brecht J. K., Sargent S. A., Morais A. M. M. B., Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling, *J Food Sci*, 1998, **63**, 1033-1036.
- Nunes M. N., Emond J. P., Quality of Strawberries After Storage in Constant or Fluctuating Temperatures, *20th International Congress of Refrigeration*, Sydney, 205. 1999.
- Paraskevopoulou-Paroussi G., Vassilakakis M., Dogras C., Effects of temperature, duration of cold storage and packaging on postharvest quality of strawberry fruit, *Acta Horti*, 1995, **379**, 337-344.
- Peng L., Yang S., Chen R., Johnb S., Ye J., Fan G., Zhou H., Peng L., Pana, S. Physiological and Quality Changes of Postharvest Strawberries at Different Storage Temperature and Their Relationships to Fruit Discoloration, *International Journal of Food and Nutritional Science*, 2017, **4**(2), 81-88.
- Shur M. S., Gaska R., Deep-ultraviolet light-emitting diodes, *Electron Devices IEEE Trans*, 2010, **57**, 12–25.
- Singh A., Nath A., Deka C. B., Quality and shelf-life of strawberry fruits in different packages during storage, *Journal of Food Science and Technology –Mysore*, 2008, **45**(5), 439-442.
- Spotts I., Sandhu R. K., Singh A., Collier M. C., Design of lightemitting diode system for postharvestshelf-life enhancement of fresh produce, *CSBE/SCGAB Annual Conference*, Canada Inns Polo Park Winnipeg, 6-10 August 2017.

Thaer Y., D'Onghia A. M., Ricelli A., The use of ozone in strawberry post harvest conservation,. *Biological Control of Fungal and Bacterial Plant Pathogens IOBC-WPRS Bulletin*, **86**, 2013, 143-148.

Turmanidze T., Gulua L., Jgent M., Wicker L., Effect of Calcium Chloride Treatments on Quality Characteristics of Blackberry, Raspberry and Strawberry Fruits After Cold Storage, *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 2016, 1127-1133.

Tuik, 2017, www.tuik.gov.tr (Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2019)

TürKomp Ulusal Gıda Kompozisyon Veri tabanı, <http://www.turkomp.gov.tr/food-377>, (Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2019).

USDA, *Fragaria ×ananassa* (Weston) Duchesne ex Rozier (pro sp.), Classification. <https://plants.sc.egov.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=FRAN>, (Ziyaret tarihi: 15 Nisan 2019)

Vahdat S., Ghazvini R. F., Ghasemnezhad M., Effect of Aloe Vera Gel on Maintenance of Strawberry Fruits Quality. *Acta Horti*, **877**, 2010, 919-923.

Valenzuela C., Tapia C., Lopez L., Bungler A., Escalona V., Abugoch L., Effect of edible quinoa protein-chitosan based films on refrigerated strawberry (*Fragaria ×ananassa*) quality. *Electron J. Biotechnol*, **18**, 2015, 406-411.

Velickova E., Winkelhausen E., Slobodanka K., Alves V. D., Martins-Moldao M., 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*, 2013, **52**, 80-92.

Vicente A. R., Sozzi G. O., Ripening and postharvest storage of 'soft fruits', *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 2007, **1**, 95-103.

Vicente A. R., Gustavo M. A., Chaves A. R., Civello P. M., Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage, *Postharvest Biology and Technology*, 2006, **40**, 116-122.

Xu F., Cao S., Shi L., Chen W., Su X., Yang Z., Blue Light Irradiation Affects Anthocyanin Content and Enzyme Activities Involved in Postharvest Strawberry Fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2014, **62**, 4778-4783.

Yeh N., Chung J-P., High-brightness LEDs—Energy-efficient lighting sources and their potential in indoor plant cultivation, *Renew Sustain Energy*, 2009, **13**, 2175–2180.

Zhang C., Li W., Zhu Chen H., Li L., Qin Y., Xue J., The Quality Evaluation of Postharvest Strawberries Stored in Nano-Ag Packages at Refrigeration Temperature, *Polymers*, **894**, 2018, 1-17

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Yavuz O., Kasım R., Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Kalitesinin Korunması için Sıcak Uygulamaları, *İç Anadolu Bölgesi 3. Tarım ve Gıda Kongresi*, Sivas, Türkiye 26-28 Ekim 2017.



ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Samsunun Çarşamba ilçesinde doğdum. 2003 yılında Kocaeli Üniversitesi Ön lisans programından mezun oldum. 2005 yılında başladığım Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünden 2009 yılında mezun oldum. 2011 yılında İzmit Kaymakamlığı İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak göreve başladım. 2016 yılından itibaren Kocaeli Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğünde Ziraat Mühendisi olarak görev yapmaktayım.

