

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



DEPOLAMA SÜRESİNCE FARKLI DOZLARDA PUTRESİN
UYGULAMASININ, KIRAZ MEYVELERİNİN BAZI KALİTE
ÖZELLİKLERİ VE BİYOAKTİF BİLEŞİK İÇERİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ

BAHÇE BİTKİLERİ YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSA YURT

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. MUTTALİP GÜNDOĞDU

BOLU, ARALIK 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

İsa YURT tarafından hazırlanan “DEPOLAMA SÜRESİNCE FARKLI DOZLARDA PUTRESİN UYGULAMASININ, KIRAZ MEYVELERİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİYOAKTİF BİLEŞİK İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir. 31/12/2024

Jüri Üyeleri

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

Üye
Doç. Dr. İhsan Canan
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Umut Ateş
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

İmza

.....

.....

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

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

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

.....

İSA YURT

ÖZET

DEPOLAMA SÜRESİNCE FARKLI DOZLARDA PUTRESİN UYGULAMASININ, KIRAZ MEYVELERİNİN BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ VE BİYOAKTİF BİLEŞİK İÇERİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İSA YURT

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI
BAHÇE BİTKİLERİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MÜTTALİP GÜNDOĞDU)
BOLU, ARALIK - 2024
XII + 50 sayfa

Bu çalışmada, kiraz meyvelerinin depolama sırasında karşılaşılan kalite kayıplarını minimize etmek ve biyoaktif bileşiklerin korunmasını sağlamak amacıyla farklı konsantrasyonlarda putresin (0,5, 1,0 ve 1,5 mM) uygulamaları kullanılarak meyveler muhafaza edilmiştir. Çalışma kapsamında, kiraz meyveleri +4 °C sıcaklık ve %90 bağıl nem koşullarında 30 gün boyunca muhafaza edilmiş ve her 10 günde bir gerçekleştirilen analizlerle depolama sürecindeki fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal kalite değişiklikleri detaylı olarak incelenmiştir. Araştırmada, ağırlık kaybı, çürüme oranı, meyve sertliği, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), pH ve renk özellikleri (L*, a*, b*, kroma, Hue°) gibi fiziksel ve kimyasal kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, organik asit ve fenolik bileşik içerikleri gibi biyokimyasal özellikler de analiz edilmiştir. Putresin uygulamalarının, kontrol grubundaki meyvelerle karşılaştırıldığında kalite parametreleri üzerinde önemli etkiler sağladığı tespit edilmiştir. Kontrol grubundaki meyvelerde, depolama süresi boyunca ağırlık kaybı, çürüme oranı, SÇKM ve TEA değerlerinde belirgin artışlar gözlemlenmiştir. Buna karşın, organik asit ve fenolik bileşik içeriklerinde kayda değer azalmalar meydana gelmiştir. Ancak, putresin uygulanan meyvelerde bu olumsuz değişiklikler önemli ölçüde sınırlandırılmıştır. 1,5 mM putresin dozu ağırlık kaybını (%2.15) ve çürüme oranını (%0.89), 0,5 mM putresin dozunda SÇKM değerini (%19.52) en aza indirerek kalite parametrelerinin korunmasında en başarılı sonuçları sağlamıştır. Bunun yanı sıra, putresin uygulanan meyveler, renk stabilitesini, pH dengesini ve biyoaktif bileşik içeriklerini kontrol grubuna kıyasla daha iyi muhafaza etmiştir. 0.5 mM putresin dozu en iyi solunum değerini (12.81 mg CO₂/kg/h) verirken, 1.5 mM putresin dozunda en yüksek asitlik değerini (TEA: %1.21) vererek kalite parametrelerini korumuştur. Organik asitlerde en yüksek değeri 1.5 mM putresin uygulaması ile malik asit (11.49 g/kg) verirken, Fenolik bileşiklerde ise en yüksek değeri 1.5 mM putresin uygulaması ile gallik asit (98.13 mg/100g) vermiştir. Araştırma sonuçları, putresin uygulamalarının hasat sonrası süreçlerde kullanılabilirliğini destekler niteliktedir. Bu uygulamaların, kiraz meyvelerinin depolama süresi boyunca ticari değerlerini artırabileceği ve kalite kayıplarını önemli ölçüde azaltabileceği görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: Kiraz, Putresin, Muhafaza, Biyoaktif Bileşik

ABSTRACT

EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF PUTRESIN APPLICATION ON SOME QUALITY TRAITS AND BIOACTIVE COMPOUND CONTENTS OF CHERRY FRUITS DURING STORAGE

MSC THESIS

İSA YURT

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

HORTICULTURAL DEPARTMENT

(SUPERVISOR: PROF. DR. MÜTTALİP GÜNDOĞDU)

BOLU, DECEMBER 2024

XII + 50 pages

In this study, cherry fruits were preserved using putrescine applications at different concentrations (0.5, 1.0, and 1.5 mM) to minimize quality losses during storage and to ensure the retention of bioactive compounds. The cherries were stored at +4 °C and 90% relative humidity for 30 days, with detailed analyses conducted every 10 days to evaluate the physical, chemical, and biochemical quality changes during storage. The study assessed physical and chemical quality parameters, including weight loss, decay rate, fruit firmness, soluble solids content (SSC), titratable acidity (TA), pH, and color properties (L^* , a^* , b^* , chroma, Hue°). Additionally, biochemical properties such as organic acid and phenolic compound contents were analyzed. The results demonstrated that putrescine applications had significant effects on quality parameters compared to the control group. In the control group, noticeable increases in weight loss, decay rate, SSC, and TA were observed during storage, alongside significant decreases in organic acid and phenolic compound contents. However, these adverse changes were substantially mitigated in fruits treated with putrescine. The 1.5 mM putrescine dose was the most effective in minimizing weight loss (2.15%) and decay rate (0.89%), while the 0.5 mM dose best preserved SSC (19.52%), thereby maintaining quality parameters. Moreover, fruits treated with putrescine exhibited better preservation of color stability, pH balance, and bioactive compound contents compared to the control group. The 0.5 mM dose provided the best respiration rate value (12.81 mg CO₂/kg/h), while the 1.5 mM dose resulted in the highest acidity value (TEA: 1.21%). Among organic acids, malic acid reached its highest value (11.49 g/kg) with the 1.5 mM putrescine application, while phenolic compounds, specifically gallic acid, were highest (98.13 mg/100g) in the same treatment. The findings of this study support the potential use of putrescine applications in postharvest processes. These treatments can enhance the commercial value of cherries during storage and significantly reduce quality losses.

KEYWORDS: Cherry, Putrescine, Storage, Bioactive Compound

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
TABLO LİSTESİ	ix
FOTOĞRAF LİSTESİ	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xi
TEŞEKKÜR	xii
1. GİRİŞ	1
1.1 Dünya’da ve Türkiye’de Kiraz Yetiştiriciliği	3
1.2 Literatür Özetleri	7
2. MATERYAL ve YÖNTEM	15
2.1 Bitkisel Materyal	15
2.2 Putresin ve Muhafaza Uygulamaları	15
2.3 Metot	16
2.3.1 Ağırlık Kaybı (%)	16
2.3.2 Solunum Hızı ($\text{mg.kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	16
2.3.3 Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (%)	17
2.3.4 pH	18
2.3.5 Titre Edilebilir Asitlik (%)	18
2.3.6 Meyve Rengi (L, a, b, Chroma ve Hue)	18
2.3.7 Çürüme Oranı	19
2.3.8 Organik Asit Analizi	20
2.3.9 Fenolik Bileşik Analizi	20
2.4 İstatistiksel Analizler	20
3. BULGULAR	21
3.1 Ağırlık Kaybı	21
3.2 Çürüme Oranı	22
3.3 Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı	23
3.4 Solunum Hızı	24
3.5 pH	25
3.6 Titre Edilebilir Asitlik	27
3.7 Meyve Rengi	28

3.7.1 L* Değeri.....	28
3.7.2 a* Değeri.....	28
3.7.3 b* Değeri	29
3.7.4 Chroma Değeri	29
3.7.5 Hue Değeri.....	29
3.8 Organik Asit İğeriği	30
3.8.1 Sitrik Asit.....	30
3.8.2 Malik Asit	31
3.8.3 Sũksinik Asit	31
3.8.4 Okzalik Asit.....	32
3.8.5 Fumarik Asit.....	33
3.8.6 C Vitamini	33
3.9 Fenolik Bileşik İğeriği	33
3.9.1 Kateşin Asit	33
3.9.2 Klorojenik Asit	34
3.9.3 Gallik Asit	34
3.9.4 Protokateşuik Asit	35
3.9.5 Kaffeik Asit	35
3.9.6 p-kumarik Asit.....	36
3.9.7 o-kumarik Asit.....	36
3.9.8 Kuersetin.....	37
3.9.9 Ferulik Asit.....	38
3.9.10 Rutin.....	38
4. TARTIŞMA	39
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	45
KAYNAKLAR	46

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Dünya’da Kiraz üretim grafiği.....	5
Şekil 3.1 Hasat sonrası putresin uygulamasının ağırlık kaybı üzerine etkisi.....	21
Şekil 3.2. Hasat sonrası putresin uygulamasının çürüme oranı üzerine etkisi.....	22
Şekil 3.3 Hasat sonrası putresin uygulamasının SÇKM üzerine etkisi.....	24
Şekil 3.4 Hasat sonrası putresin uygulamasının solunum oranı üzerine etkisi.....	25
Şekil 3.5 Hasat sonrası putresin uygulamasının pH üzerine etkisi.....	26
Şekil 3.6 Hasat sonrası putresin uygulamasının asitlik üzerine etkisi.....	27



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1	2017-2022 yılına göre Dünya kiraz üretim miktarları (FAO, 2022).....	3
Tablo 3.1	Putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi.....	23
Tablo 3.2	Putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi(Tablo 3.1'nin devamı).....	26
Tablo 3.3	Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin renk özellikleri üzerine etkisi.....	28
Tablo 3.4	Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin renk özellikleri üzerine etkisi (Tablo 3.3'ün devamı)...	30
Tablo 3.5	Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin organik asit (g/kg) içerikleri üzerine etkisi.....	31
Tablo 3.6	Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin organik asit (g/kg; fumarik asit: mg/kg) ve C vitamini (mg/100g) içerikleri üzerine etkisi (Tablo 3.5'in devamı).....	32
Tablo 3.7	Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin fenolik bileşik (mg/100 g) içerikleri üzerine etkisi.....	34
Tablo 3.8	Tablo 3.7'nin devamı.....	36
Tablo 3.9	Tablo 3.7'nin devamı.....	37

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 2.1. Hasat sonrasında meyvelerin araştırma öncesi genel durumu	15
Fotoğraf 2.2. Meyvelerin belirlenen dozlarda putresine daldırılarak polietilen kaplara yerleştirilmesi	16
Fotoğraf 2.3. Polietilen kaplara yerleştirilmiş meyvelerin başlangıç ağırlıkları..	16
Fotoğraf 2.4. Testo 535 CO ₂ ölçüm cihazı kullanılarak solunum ölçümü yapılması	17
Fotoğraf 2.5. Kiraz meyvesinde suda çözünür kuru madde (SÇKM) ölçümü.....	18
Fotoğraf 2.6. Kiraz meyvelerinde pH ve titre edilebilir asitlik (TEA) ölçümü. ..	18
Fotoğraf 2.7. El tipi kolorimetre kullanılarak kiraz meyvesinin renk ölçümlerinin yapılması.	19
Fotoğraf 2.8. Kiraz meyvelerinin 10. ve 30. günlerdeki çürüme oranları.....	19

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Yüzde
µL	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
CO₂	: Karbondioksit
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
g	: Gram
H₂SO₄	: Sülfirik Asit
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mM	: Milimolar
mm	: Milimetre
Nm	: Nanometre
°C	: Santigrat Derece
ppm	: Part per million
Put	: Putresin
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde miktarı
Spd	: Spermidin
Spm	: Spermin
SPSS	: Statistical Package for the Social Sciences
TEA	: Titre edilebilir asitlik
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek Lisans öğrenimlerimde, tez çalışmalarımın tamamında yanımda olan, desteğini, yardımlarını ve kıymetli bilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Muttalip GÜNDOğDU' hocama,

Laboratuvar çalışmalarında ve sonrasında bilgisini, deneyimlerini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Akgül TAŐ hocam ve Dr. Tuba KIRS hocama,

Eğitim-öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



1. GİRİŞ

Tarımsal üretim, geçmişte olduğu gibi günümüzde ve gelecekte de insanlığın en temel çabalarından biri olarak canlılığın sürdürülebilirliğinde kritik bir role sahip olmaya devam edecektir. Dünya nüfusundaki sürekli artış ve buna bağlı olarak gıda tüketiminin artması, bitkisel üretimde verimliliği artıran uygulamalar ve teknolojileri zorunlu hale getirmektedir. Bitkisel üretim içerisinde meyve ürünleri ise, insan sağlığı için gerekli vitamin ve minerallerin karşılanması bakımından ayrıcalıklı bir konuma sahiptirler. Meyve üretiminde yüksek veriminin yanı sıra kalite, seçenek tercihleri, sağlık açısından olumlu katkılarının artırılması, pazarlama, uzun mesafelere taşınabilirlik ve depolama süresi bakımından da büyük bir öneme sahiptir. Bu sebeple, meyve üretimindeki kalite unsurlarının ayrıntılı olarak incelenmesi ve kullanıma yönelik çalışmaların yapılması gereklidir. Sert çekirdekli meyve türleri içerisinde yer alan kiraz, üzerinde yoğun araştırmalar yapılan önemli bir meyvedir (Altuntaş, 2019).

Türkiye, elverişli iklim koşulları ve zengin biyolojik çeşitliliği sayesinde çeşitli meyve ve sebze türlerinin yetiştirilebileceği bir tarım ülkesi olarak dikkat çekmektedir. Ülkemiz, birçok meyvenin gen merkezi olma özelliği ile öne çıkmakta ve bu durum, Türkiye'nin bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde önemli bir konumda olduğunu ortaya koymaktadır. Bu meyvelerden biri olan kirazın (*Prunus avium* L.), ana vatanı Güney Kafkasya, Hazar Denizi ve Anadolu arasında kalan bölge olarak tanımlanmaktadır (Öz, 1977; Özçağırın ve ark., 2004). Anadolu topraklarının gen merkezi olma özelliği, kirazın da bu topraklardan doğuya ve batıya yayılarak dünya genelinde geniş bir üretim alanına ulaşmasını sağlamıştır. Avrupa'ya yayılan kiraz, daha sonra kolonistler aracılığıyla Amerika kıtasına taşınmış ve bu kıtada da yaygın bir üretim alanı bulmuştur (Öztürk, 2020).

Türkiye, kirazın orijin merkezlerinden biri olarak, dünya pazarlarına kaliteli kiraz sunabilme potansiyeline sahiptir. Ilıman iklim şartları, Türkiye'de kiraz üretimini erken dönemlerden geç dönemlere kadar geniş bir yelpazede gerçekleştirme imkanı sunmaktadır. Artan küresel talep ve gelişen ulaşım imkanları, Türkiye gibi ülkelerin yaş meyve sebze ticaretinde etkin rol oynamasına olanak tanımaktadır. Türkiye'nin ihracatında önemli bir yere sahip olan kiraz, aynı zamanda ulusal ekonomiye de önemli katkılar sağlamaktadır (Polat, 2024).

Kirazın tarımsal üretimi, özellikle sıcak büyüme sezonlarının ardından, kışın dinlenme sürecine girmesi ve hasat döneminde yağışsız bir dönemi tercih etmesi ile iklim şartlarından oldukça etkilenmektedir. Çiçeklenme döneminde yağın yağmurlar, tozlanma problemlerine ve monilya gibi hastalıklara yol açarken, hasat öncesi yağın yağmurlar ise meyve çatlamalarına sebep olabilmektedir. Kirazın soğuklama ihtiyacı orta seviyede olup, genellikle 1000-1700 saat arasında değişmektedir. Soğuklama ihtiyacının karşılanmadığı durumlarda düzensiz çiçeklenme ve çiçek dökülmeleri görülebilmektedir Kiraz yetiştiriciliği için ideal toprak yapısı, iyi drene edilmiş, organik madde açısından zengin ve sulama imkanı olan kumlu-tınlı topraklardır. Drenajı kötü olan topraklar kirazın gelişimini olumsuz etkileyerek meyve verimini düşürmektedir. Kirazın yüksek kalite ve verim sağlaması için düzenli sulama ve uygun toprak koşulları sağlanmalıdır. Aksi halde, kiraz ağaçlarında gelişim geriliği, meyve kalitesinde düşüş ve meyve dökümleri meydana gelmektedir (Çolak ve Kunter, 2019).

Kiraz, sadece lezzetiyle değil, aynı zamanda yüksek besin değeri ve zengin mineral içeriği ile de dikkat çekmektedir. Kiraz, potasyum, kalsiyum ve C vitamini başta olmak üzere magnezyum, demir, çinko gibi önemli mineraller içermekte olup, aynı zamanda tiamin, riboflavin, niasin, E ve B6 vitaminleri açısından da zengin bir meyvedir Kirazın sağlığa olan faydalarına yönelik çalışmalar, özellikle 20 adet kirazın 12-25 mg arasında antosiyanin içerdiğini ve bu maddenin ağrı kesici etkisinin aspirine kıyasla on kat daha fazla olduğunu göstermektedir (Seeram, 2010). Kirazın sağlığa faydalarının yanı sıra saplarının halk hekimliğinde idrar söktürücü olarak kullanımı da yaygındır (Serrano ve ark., 2005). Türkiye’de yetiştirilen kiraz çeşitleri, genellikle sofralık olarak tüketilmekte olup, sanayiye ayrılan kısmı ise şarap, meyve suyu, konserve, reçel ve şekerleme gibi ürünlerde değerlendirilmektedir (Küçükçongar ve ark., 2015). Öte yandan, dünyada yaklaşık 1500’den fazla kiraz çeşidi bulunmakta olup, Türkiye’de bu çeşitlerden yaklaşık 50 tanesi yetiştirilmektedir. Özellikle parlak koyu renge, sert meyve etine ve tatlı lezzete sahip çeşitler, ticari açıdan da yüksek talep görmektedir (Bayazit ve İslam, 2017).

1.1 Dünya’da ve Türkiye’de Kiraz Yetiştiriciliği

Dünya genelinde kiraz üretimi, büyük ölçüde Türkiye, ABD, İran, Şili ve Özbekistan gibi ülkelerde yoğunlaşmıştır. 2022 yılı FAO verilerine göre küresel kiraz üretimi yaklaşık 4,36 milyon ton civarındadır. Bu üretimde Türkiye en yüksek kiraz hasadı ile %19 gibi önemli bir paya sahiptir ve en büyük üretici konumundadır. Türkiye'nin ardından ABD, Şili ve Özbekistan gibi ülkeler gelmektedir. Kiraz üretimi çoğunlukla ilkbahar ve yaz aylarında yapılmakta olup iklim koşulları bu süreçte önemli bir rol oynamaktadır. Şili gibi güney yarımkürede bulunan ülkeler, hasat dönemini kuzey yarımküreye kiraz tedarik edecek şekilde ayarlayarak, ihracatta rekabet avantajı elde etmektedir. Şili'nin mevsimsel avantajı, kuzey yarımküre kışında taze kiraz sağlayarak bu ülkenin dış pazarlarda talep görmesine katkı sağlamaktadır. ABD'nin Washington eyaleti ise, yüksek kaliteli kiraz üretimi için elverişli toprak ve iklim yapısıyla tanınmaktadır. Sağlık yararlarıyla da öne çıkan kiraz, küresel pazarda giderek daha fazla tüketilmektedir. Özellikle Avrupa ve Asya'da artan talep doğrultusunda, birçok üretici ülke ihracata odaklanarak üretim alanlarını genişletme yoluna gitmektedir. Bu talebin etkisiyle, kiraz üretimi ve ihracatına yapılan yatırımlar her geçen yıl artmaktadır (FAO, 2022)

Tablo 1.1 2017-2022 yılına göre Dünya kiraz üretim miktarları(ton) (FAO, 2022)

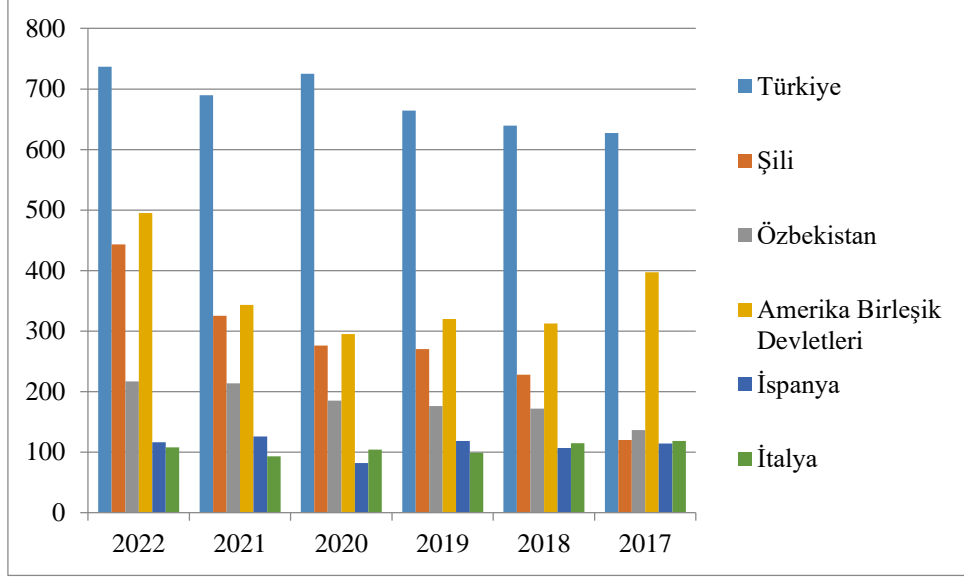
ÜLKE	2022	2021	2020	2019	2018	2017
Türkiye	736.791	689.834	724.944	664.224	639.564	627.132
Şili	443.067	325.049	255.471	270.000	228.000	120.000
Özbekistan	216.867	213.600	185.068	175.861	172.035	136.609
ABD	494.900	343.190	294.900	319.870	312.430	396.940
İspanya	116.070	125.810	82.130	118.380	106.580	114.433
İtalya	107.910	93.030	104.380	98.600	114.800	118.259
TOPLAM	2.115.605	1.790.513	1.646.893	1.646.935	1.573.409	1.513.373

Türkiye coğrafi konum nedeniyle uzun yıllar boyunca birçok meyve tür ve çeşitliliğine sahip önemli bölgelerden biri olmuştur. Bu meyve türlerinden biri olan kiraz günümüzde tüm bölgelerde yetiştirilebilmektedir. Kiraz yetiştiriciliği özellikle İzmir, Bursa, Manisa, Afyon ve Isparta il ve ilçelerinde giderek artan bir gelir kaynağıdır. Güncel tarım tekniklerinin uygulanmasıyla birlikte kiraz üretimi ve kiraz çeşidi sayısı artmaktadır (Başkaya, 2010). Bölgelerin sahip olduğu değişik ekolojik ve toprak özellikleri sebebiyle hasat döneminin uzun sürmesi, ayrıca yaylalarda hastalık ve zararlıların az olması nedeniyle organik tarıma uygunluk

göstermesi gibi faktörler üretimin giderek daha çok artmasına etki etmektedir (Göney, 1987).

Türkiye’de farklı iklim özelliklerine sahip bölgelerinde erkenci ve geççi çeşitler yetiştirilmekte ve kiraz ihracatı mayıs sonundan ağustos ortasına kadar yapılabilmektedir. İhracatını yaptığımız kirazların başında, yurt dışı pazarında “ Türk Kirazı” olarak bilinen “0900 Ziraat” çeşidi gelmektedir. “0900 Ziraat” çeşidi, kiraz ihracatının yaklaşık %90’ını oluşturan Türkiye’nin en yaygın çeşididir (Başkaya, 2010). Kiraz üretimi ve kalitesinin de yüksek olduğu İzmir, Isparta, Manisa Bursa, Afyonkarahisar, Sakarya, Mersin, Konya, Amasya illeri kiraz ihracatında ilk sırada gelmektedir. Bu illerde ihracat için yetiştirilen yüksek kaliteli kirazlar, başlıca yaş meyve ve sebze ihracatçıları ve ihracatçı birlikleri tarafından satın alınmakta ve dış pazarlara ulaştırılmaktadır. Ayrıca, ekosisteminin çeşitliliği nedeniyle Türkiye, uluslararası pazarlara erken dönemde, yüksek kaliteli ürünler gönderebilme olanağına sahiptir (TÜİK, 2021).

Ülkemiz kaliteli, pazar değeri yüksek ve erkenci çeşit kiraz üretimine sahip olması sebebiyle, kiraz yetiştiriciliğinin de söz sahibi olan Avrupa ülkeleri arasındadır. Ekolojik unsurlarımız sayesinde sahip olduğumuz avantajların kullanılabilmesi durumunda, uluslararası pazarlardan yüksek gelir elde etmek ve söz sahibi ülkeler arasına yer alabilmek mümkün görülmektedir (Eti ve Sütyemez, 1995). Türkiye, dünya kiraz üretim miktarı ve üretim alanı sıralamasında birinci sırada gelmektedir. İhracatı daha çok artırabilmek için üretici birliklerinin oluşturulması ve üretici birliklerinin etkinliğini sağlanması, kiraz üretim teknolojisinin bilimsel esaslara dayalı uygulanması, aroma ve tat yönünden tercih edilen çeşitleri uluslararası pazarlarda yaygınlaştırılması gerekmektedir (Çelik ve Sarıaltın, 2019). Türkiye’nin 2017-2022 yılları arasındaki kiraz üretimi verilerine bakıldığında, yıllar itibarıyla üretimde artışın olduğu görülmektedir. 2021’de 689 bin ton ve 2022’de 736 bin ton civarında üretim yapılmıştır (FAO, 2022).



Şekil 1.1 Dünya’da kiraz üretim grafiği

Günümüzde hasat edilen meyve ve sebzelerde, uygun olmayan koşullar nedeniyle ortalama %50'lere varan kayıplar oluşmakta ve tüketiciye ulaşmadan pazar değerini kaybetmektedir (Ünlü, 2015). Taze meyve ve sebzelerin su içerikleri, metabolik aktivite ve solunum hızlarının yüksek olması sebebiyle depolama ve raf ömürleri oldukça kısadır (Oluk, 2018). Hasat edilen taze ürünler, kalite ve fiziksel özelliklerinin korunması ve en az kayıpla tüketiciye ulaşabilmesi amacıyla hasat öncesi ve hasat sonrası farklı uygulamalar yapılarak depolanmaktadır.

Meyvelerde hasat sonrası uygulamalar ve soğukta muhafaza teknikleri ile ürünün kalite ve ekonomik değerini koruma, ürünlerdeki fizyolojik ve patojenlerden kaynaklanan bozulmaları ve ürün kayıplarını azaltma, pazarda yığılmayı önleme ve ürünün pazarlama süresini uzatma, üreticinin ürününü değerinde satmasına imkân verme ve uzak pazarlara en az kayıpla kaliteli ürün gönderme, ihracat sektörünün gelişmesi, gıda işleme sanayii için işleme mevsimini uzatmak amaçlanmaktadır (Öz ve Süfer, 2016). Hasat ve depolama öncesi yaşanan ürün kayıplarının yanı sıra en önemli kayıplardan birisi de muhafaza döneminde görülen ve pazarlama aşamasında etkisi daha güçlü olan fungus kaynaklı kayıplardır. Bu sebeple sentetik fungusitler yoğun olarak kullanılmaktadır (El Ghaouth ve ark., 2004; Sharma ve ark., 2009). Ancak fungusit uygulamaları önemli bir kalıntı sorunu oluşturmaktadır. Ayrıca maksimum kalıntı limitlerini aşan fungusit kullanımı bu patojenlerin dayanıklılık kazanmasına da sebep olmaktadır.

Tüm bu sorunlar göz önüne alındığında; muhafaza kayıplarını önlemek amacıyla insan sağlığına zararlı olmayan yenilebilir doğal uygulamaların yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Mari ve ark., 2007). Poliaminler (putresin, spermidin, spermin gibi) olarak adlandırılan alifatik poliaminler, hücre büyümesi, gelişimi ve çevresel streslere karşı tepki verme gibi birçok fizyolojik süreçte önemli rol oynayan, hemen hemen tüm canlı organizmalarda bulunan doğal bileşiklerdir. Bu bileşikler, DNA ve protein sentezi, yumru köklerin dinlenmesi, tohumların çimlenmesi ve meyvelerin olgunlaşması gibi çeşitli biyolojik süreçlerde de etkilidir. Yaygın poliaminlerin yanı sıra, homospermidin, 1,3-diaminopropan, kadaverin ve kanavalmin gibi daha az yaygın poliaminler de bitkiler, hayvanlar, algler ve bakterilerde bulunmaktadır (Kusano ve ark., 2008). Putresin ($C_4H_{12}N_2$), canlı hücrelerde bulunan doğal poliamin bileşiklerinden bir tanesidir. Poliaminler bitki dokularında yaşlanma karşıtı ajanlar olup seviyelerindeki değişiklikler bitki dokularında koruyucu bir mekanizma oluşturmaktadır. Genellikle, hızlandırılmış etilen üretimi ile doku yaşlanması sırasında poliamin konsantrasyonu azalmaktadır (Valero ve ark., 2002). Canlı hücrelerde bulunan poliamin bileşikleri, bitki büyümesi ve gelişimi, meyve olgunlaşması, stres tepkisi ve yaşlanmada rol oynamaktadır (Malik ve Singh, 2003). Dışsal poliamin uygulamaları meyve yaşlanması ve meyve olgunlaşmasına yol açan fizyolojik süreçleri geciktirmektedir (Dibble ve ark., 1988).

Yapılan bu araştırmada, hasat sonrası depolama süresince farklı dozlarda putresin uygulamasının, kiraz meyvelerinin bazı kalite özellikleri ve biyoaktif bileşik içerikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

1.2 Literatür Özetleri

Valero ve ark. (1998), limon meyvelerinde farklı olgunlaşma evrelerinde putresin ve kalsiyum klorür uygulamalarının, meyve kalitesini uzatan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, bu uygulamaların meyve eti sertliğini koruduğu, ağırlık kaybını azalttığı ve poliamin seviyeleri ile ABA içeriğini etkileyerek olgunlaşmayı yavaşlattığı belirlenmiştir. Özellikle, ilk olgunlaşma evresinde uygulamaların içsel poliamin ve ABA seviyelerini artırdığı, ikinci evrede ise renk değişimini geciktirerek raf ömrünü uzattığı gözlemlenmiştir.

Martinez-Romero ve ark. (2002), ticari olgunlukta hasat edilen kayısı meyvelerine uygulanan putresinin, mekanik hasar görmüş ve görmemiş meyvelerde meyve sertliğini koruyarak, morarmayı azaltarak, solunum hızını ve etilen üretimini düşürerek ve ağırlık kaybını azaltarak meyve kalitesini artırdığını ve raf ömrünü uzattığını bildirmiştir.

Perez-Vicente (2002) tarafından yapılan çalışmada, mekanik hasar görmüş Black Star eriklerinde putresinin hasat sonrası fizyolojik değişimler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, putresin uygulamasının etilen ve karbondioksit üretimini azaltarak solunum hızını düşürdüğü, meyve eti sertliğini koruduğu ve mekanik hasarın neden olduğu deformasyonu azalttığı belirlenmiştir.

Serrano ve ark. (2003), Santa Rosa, Golden Japan, Black Diamond ve Black Star erik çeşitlerine uygulanan putresinin, etilen üretimini geciktirerek veya azaltarak meyve olgunlaşmasını yavaşlattığı, meyve eti sertliğini koruduğu, çözünebilir kuru madde miktarını ve titreblir asit içeriğini düşürdüğü ve ağırlık kaybını azaltarak meyve kalitesini artırdığı ve raf ömrünü uzattığı bildirilmiştir. Araştırmacılar, putresin uygulamasının erik meyvelerinde doğal olarak bulunan putresin ve spermidin seviyelerini artırarak klimakterik meyvelerde olgunlaşma sürecini geciktirdiği için depolama süresini uzatmada etkili bir yöntem olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Torrigiani ve ark. (2004), Stark Red Gold nektarinlerinde hasat öncesi putresin, spermidin ve %15 AVG uygulamalarının, etilen düzeyini düşürerek meyve yumuşamasını geciktirdiği, suda çözünebilir kuru madde içeriğini artırdığı ve böylece meyve kalitesini yükselttiği bildirilmiştir. Özellikle, 5 ve 10 mM'lik putresin uygulamalarının meyve olgunlaşmasını geciktirici etkisi daha belirgin

bulunmuştur. Bu sonuçlar, poliaminlerin ve aminoetoksivinilglisinin etilen sentezi için antagonistik etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Bregoli ve ark. (2016), Redhaven şeftalisi ve Stark Red Gold nektarini üzerinde farklı olgunlaşma evrelerinde putresin, spermidin ve aminoetoksivinilglisin (AVG) uygulamalarının meyve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, bu uygulamaların meyve eti sertliğini koruyarak, suda çözünebilir kuru madde içeriğini ve meyve ağırlığını kontrol grubuna göre daha iyi seviyelerde tuttuğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, poliamin ve AVG uygulamalarının meyve olgunlaşmasını geciktirerek raf ömrünü uzattığını göstermektedir.

Malik ve Singh (2006), 1999-2001 yılları arasında farklı dozlarda uygulanan putresinin mango meyvelerinde meyve tutumu üzerine olan etkisini araştırmış ve putresin uygulamalarının kontrol grubuna kıyasla meyve tutumunu %0,79 ile %2,3 arasında artırarak meyve tutumunu destekleyici bir role sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Khosroshahi ve ark. (2007), Selva çileklerine farklı konsantrasyonlarda uygulanan putresinin, meyve solunumunu azaltarak etilen üretimini önemli ölçüde düşürdüğü, böylece meyve yumuşamasını geciktirdiği ve meyvenin su kaybını azaltarak ağırlık kaybını önlediği, sonuç olarak çileklerin raf ömrünü kontrol grubuna göre yaklaşık iki katına çıkardığı bildirilmiştir. Çalışmada, putresin uygulamalarının meyvelerin SÇKM içeriği, pH ve titre edilebilir asitliği üzerinde önemli bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Khosroshahi ve Esna-Ashari (2008) tarafından yapılan çalışmada, farklı putresin konsantrasyonlarının kayısı meyvelerinin 2°C'de depolanması sırasında kalite özelliklerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, putresin uygulamalarının meyve solunumunu azaltarak etilen üretimini önemli ölçüde düşürdüğü, böylece meyve yumuşamasını geciktirdiği ve meyvenin su kaybını azaltarak ağırlık kaybını önlediği belirlenmiştir. Ayrıca, putresin uygulamalarının titreblenebilir asitlik değerlerini koruduğu, suda çözünebilir kuru madde miktarındaki düşüşü yavaşlattığı ve pH değerlerindeki değişimi kontrol altında tuttuğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, putresinin kayısı meyvelerinin raf ömrünü uzatan etkili bir uygulama olduğunu göstermektedir.

Mirdehghan ve ark. (2007), nar meyvelerine putresin ve spermidin uygulamalarının, meyve kalitesi ve özellikle antioksidan içeriği üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, 2°C'de 60 gün boyunca depolanan

meyvelerde, putresin ve spermidin uygulamalarının askorbik asit, toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin miktarlarını önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir. Özellikle, spermidin uygulamasının toplam fenolik madde içeriğini daha etkili artırdığı gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, poliaminlerin nar meyvesinin besin değeri ve raf ömrünü artırmada önemli bir role sahip olabileceğini göstermektedir.

Khosroshahi ve ark. (2008), Surati-e Hamedan nar çeşidinde hasat sonrası putresin uygulamasının meyve kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Farklı konsantrasyonlarda uygulanan putresinin, meyvelerin 2°C'de depolanması sırasında meyve suyu pH'ını etkilemediği, ancak suda çözünebilir kuru madde içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, putresin uygulamalarının etilen üretimini azaltarak meyve olgunlaşmasını geciktirdiği ve dolayısıyla raf ömrünü uzattığı tespit edilmiştir.

Khosroshahi ve ark. (2008), *Prunus persica* L. cv. Zaafarani şeftali çeşidinde hasat sonrası farklı putresin konsantrasyonlarının (0, 0,5, 1, 2, 3 ve 4 mM) meyve kalite özellikleri ve depolama ömrü üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada, putresin uygulamalarının etilen üretimini önemli ölçüde azaltarak meyve dokusunun sertleşmesini sağladığı, bu sayede meyve yumuşamasını geciktirdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, putresin uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde ve pH değerlerini düşürdüğü, titreblenebilir asitlik değerlerini ise artırdığı gözlemlenmiştir. En uzun raf ömrü, 4 mM putresin uygulaması ile elde edilmiştir. Yapılan bir başka çalışmada, çilek, kayısı, şeftali ve kiraz gibi farklı meyve türlerinde hasat sonrası putresin uygulamalarının meyve kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, putresinin farklı konsantrasyonlarda meyvelere uygulanmasının, meyve dokusunu sertleştirerek yumuşamayı geciktirdiği, etilen üretimini azaltarak olgunlaşmayı yavaşlattığı ve bu sayede meyve su kaybını azaltarak raf ömrünü uzattığı belirtilmiştir. Ayrıca, putresin uygulamalarının meyvelerin suda çözünebilir kuru madde içeriği üzerinde farklı etkiler gösterdiği, bazı meyve türlerinde azalma, bazı türlerde ise artış olduğu gözlemlenmiştir.

Khan ve Singh (2010) tarafından yapılan çalışmada, farklı Japon erik çeşitlerine hasat öncesi dönemde uygulanan putresinin (0, 0.1, 1 ve 2 mM) meyve olgunlaşması ve kalite özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, putresin uygulamalarının meyvedeki toplam antioksidan kapasiteyi, karoten ve askorbik asit içeriğini artırarak oksidatif strese karşı direnci yükselttiğini, ayrıca

meyve dokusunu sertleştirerek raf ömrünü uzattığını göstermiştir. Benzer şekilde, Angeleno erik çeşidinde yapılan bir çalışmada da (Khan ve Singh, 2008), hasat öncesi putresin uygulamalarının meyve kalitesini olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Ancak, aynı araştırmacılar tarafından yapılan bir başka çalışmada, hasat sonrası putresin uygulamalarının bazı kalite parametrelerinde düşüslere neden olduğu vurgulanmıştır.

Ali ve ark. (2010) tarafından yapılan çalışmada, kayısı ağaçlarına çiçeklenme döneminde farklı konsantrasyonlarda (10-3, 10-4, 10-5 mM) putresin ve spermidin uygulamalarının meyve kalitesi ve verimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, poliamin uygulamaları meyve suyunda pH düşüşüne neden olarak meyvelerin asitliğini artırmış, aynı zamanda meyve ağırlığı, hacmi ve suda çözünebilir kuru madde içeriğini yükselterek meyve kalitesini iyileştirmiştir. Ayrıca, poliamin uygulamalarının verimi artırarak ekonomik getirisi de olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Valero (2010) tarafından yapılan çalışmada, Golden Japan, Black Diamond, Black Star ve Santa Rosa olmak üzere dört farklı erik çeşidinde hasat sonrası putresin uygulamasının meyve kalitesi ve depolama ömrü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, meyveler hasattan hemen sonra Tween-20 içeren putresin veya damıtılmış su çözeltilerine daldırılarak belirli bir süre muhafaza edilmiştir. Sonuç olarak, putresin uygulamalarının tüm erik çeşitlerinde etilen üretimini azaltarak olgunlaşmayı geciktirdiği, meyve dokusunu sertleştirerek yumuşamayı önlediği ve bu sayede meyve kalitesini koruyarak raf ömrünü uzattığı belirlenmiştir. Ayrıca, putresin uygulamalarının meyvelerin suda çözünebilir kuru madde ve titreblenebilir asitlik içeriğini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Erdoğan Bal (2012) tarafından yapılan çalışmada, 0°C sıcaklık ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanan kiraz meyvelerine uygulanan putresin ve salisilik asit (SA) gibi bileşiklerin meyve kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, putresin ve SA uygulamaları kontrol grubuna kıyasla meyve kalitesini daha uzun süre koruyarak, kirazların yaklaşık 35 gün boyunca tazeliğini muhafaza etmesini sağlamıştır. Özellikle, putresin uygulamalarının meyve kalitesini SA uygulamalarına göre daha iyi koruduğu belirtilmiştir. Bu bulgular, putresin ve SA gibi bileşiklerin kirazların post-hasat fizyolojisi üzerinde olumlu etkileri olduğunu ve raf ömrünü uzatmada etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

Jawandha ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada, hasat sonrası olgunlaşmaya devam eden mango meyvelerine farklı konsantrasyonlarda (0, 1, 2 ve 3 mM) putresin uygulamalarının meyve kalitesi ve depolama ömrü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, putresin uygulamaları meyvelerin lezzet, suda çözünebilir kuru madde ve asitlik gibi kalite parametrelerindeki kayıpları azaltarak meyve kalitesini daha uzun süre korumuş, ayrıca ağırlık kaybını ve fizyolojik bozulma oranını düşürerek raf ömrünü uzatmıştır. Bu bulgular, putresinin mango meyvelerinde hasat sonrası fizyolojik değişimleri yavaşlatarak meyve ömrünü uzatmada etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

Davarynejad ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, 'Lasgerdi' ve 'Shahrodi' olmak üzere iki farklı kayısı çeşidinde hasat sonrası putresin uygulamalarının meyve kalitesi ve depolama ömrü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, meyveler hasattan hemen sonra farklı konsantrasyonlarda (1, 2, 3 ve 4 mM) putresin çözeltilerine daldırılarak belirli bir süre 4°C'de muhafaza edilmiştir. Sonuç olarak, putresin uygulamalarının meyve ağırlık kaybını azaltarak, meyve eti sertliğini artırarak ve suda çözünebilir kuru madde içeriğini yükselterek meyve kalitesini koruduğu, ayrıca meyve olgunlaşmasını geciktirdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte, putresin uygulamalarının titreblenebilir asitlik, askorbik asit ve toplam fenolik madde içeriğini düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Razzaqa ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, mango meyvelerine hasat sonrası farklı konsantrasyonlarda uygulanan putresinin olgunlaşma ve depolama süreçleri üzerindeki etkileri incelenmiş ve putresin uygulamalarının meyvelerin solunum hızını ve etilen üretimini azaltarak olgunlaşmayı yavaşlattığı, böylece meyve eti sertliğini koruyarak kaliteyi uzamış bir süre boyunca muhafaza ettiği, özellikle 2.0 mM putresin uygulamasının meyve kalitesi üzerinde en olumlu etki gösterdiği belirtilmiştir. Bu bulgular, putresinin mango meyvelerinde hasat sonrası fizyolojik değişimleri yavaşlatarak meyve ömrünü uzatmada etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

Sevinç (2016), erik ağaçlarına hasat öncesi 5+5 mM ve 10 mM olmak üzere farklı dozlarda putresin uygulamalarının meyve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre, putresin uygulamaları meyve ağırlığı, boyu, eni ve suda çözünebilir kuru madde içeriğini artırarak meyve büyümesini teşvik etmiştir. Ayrıca, putresin uygulamalarının pH ve titreblenebilir asitlik içeriği üzerinde çelişkili etkileri olduğu, özellikle 5+5 mM dozunun pH ve TEA'yı

düşürdüğü, 10 mM dozunun ise bu parametreleri artırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, toplam fenolik madde ve C vitamini içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir. Bu bulgular, putresinin erik meyvelerinin büyüme ve gelişimi üzerindeki etkilerini ve meyve bileşimini değiştirebileceğini göstermektedir.

Akbari ve ark. (2017), Camarosa çilek bitkilerinde tuz stresinin olumsuz etkilerini azaltmak amacıyla farklı konsantrasyonlarda (0, 1.5 ve 3 mM) putresin uygulamalarının etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, putresin uygulamaları kök uzunluğunda belirgin bir değişikliğe neden olmamakla birlikte, 1.5 ve 3 mM konsantrasyonlarında uygulanan putresin, tuz stresinin neden olduğu büyüme gerilemesini azaltarak sürgün uzunluğu, taze ve kuru ağırlık, kök taze ve kuru ağırlık, yaprak sayısı, yaprak klorofil içeriği, meyve sayısı, meyve ağırlığı ve verim gibi parametrelerde artış sağlamıştır. Ayrıca, putresin uygulamalarının meyve kalitesini de olumlu etkileyerek titre edilebilir asitlik miktarını artırdığı belirlenmiştir. Bu bulgular, putresinin çilek bitkilerinde tuz stresine karşı toleransı artırarak verimi ve kaliteyi iyileştirmede etkili bir araç olabileceğini göstermektedir.

Marjan ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada, hasat sonrası muzlara farklı konsantrasyonlarda uygulanan kitosan ve putresin uygulamalarının meyve kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkileri incelenmiş ve her iki maddenin de uygulama dozu arttıkça fenolik bileşik içeriği ve antioksidan aktivitede hafif artışlar gözlemlenmiş olmasına rağmen, ağırlık kaybı, meyve eti sertliği ve suda çözünebilir kuru madde içeriğinde azalma, etilen üretiminde ise artış tespit edilerek kitosan ve putresinin beklenen olumlu etkileri yerine, muz meyvelerinin olgunlaşmasını hızlandırarak raf ömrünü kısaltıcı bir etki gösterdiği, özellikle %1 konsantrasyonunda kitosan uygulamasının diğer uygulamalara göre daha az olumsuz etki gösterdiği belirtilmiştir. Bu bulgular, kitosan ve putresinin muz meyvelerinde hasat sonrası fizyolojik değişimleri hızlandırarak meyve ömrünü kısaltmada etkili olabileceğini göstermektedir.

Erbaş ve ark. (2018), 0900 Ziraat kiraz çeşidinde hasat öncesi farklı konsantrasyonlarda (2,5, 5 ve 7,5 mM) putresin uygulamalarının meyve büyümesi ve kalite özellikleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, putresin uygulamaları meyve ağırlığı, eni ve boyunda artışa neden olmuş, ancak bu artışın uygulama dozuna bağlı olarak farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle

2,5 mM dozunda uygulanan putresin, meyve ağırlığı ve titreblenebilir asitlik (TEA) içeriğini en yüksek seviyeye çıkarmıştır. Bununla birlikte, putresin uygulamalarının suda çözünebilir kuru madde içeriğini hafifçe azalttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, putresin uygulamalarının meyve rengini olumlu etkileyerek daha canlı ve kırmızı bir görünüm sağladığı belirtilmiştir.

Ennab ve ark. (2020), mandalina meyvelerinde salisilik asit ve putresinin hasat sonrası fizyolojik değişimler üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, salisilik asit ve putresin uygulamaları meyve solunumunu azaltarak etilen biyosentezini inhibe etmiş, böylece meyve dokusunun sertleşmesini sağlamış ve meyve ömrünü uzatmıştır. Ayrıca, bu uygulamaların meyvelerin bazı biyokimyasal özelliklerini de koruduğu, örneğin suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik ve askorbik asit içeriğini yüksek seviyelerde tuttuğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar, salisilik asit ve putresinin mandalina meyvelerinin raf ömrünü uzatmada önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Fawole ve ark. (2020), nar meyvelerine hasat sonrası farklı konsantrasyonlarda (1, 2 ve 3 mmol/L) putresin uygulamalarının 4 aylık soğuk depolama koşullarındaki meyve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, putresin uygulamaları kontrol grubuna göre meyvelerdeki dış çürüme, renk bozulması ve yaralanma gibi fizyolojik bozulmaları önemli ölçüde azaltmıştır. Özellikle 2 mmol/L dozunda uygulanan putresin, meyvelerin renk, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik ve askorbik asit içeriğini en iyi şekilde korumuş, böylece duyuşal özellikleri de en iyi şekilde muhafaza etmiştir. Ancak, 3 mmol/L dozunda uygulanan putresinin bu parametreler üzerinde olumsuz etkileri olduğu belirlenmiştir.

Singh ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, hasat sonrası armut meyvelerine farklı konsantrasyonlarda (1, 2 ve 3 mM) putresin uygulamalarının meyve kalitesi ve raf ömrü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, putresin uygulamaları meyve dokusunun yumuşamasını geciktirerek raf ömrünü uzatmıştır. Ayrıca, putresin uygulamaları meyve renginin bozulmasını önleyerek daha uzun süre taze bir görünüm korumasını sağlamış, çözünebilir kuru madde, nişasta içeriği ve titreblenebilir asitlik gibi kalite parametrelerindeki kayıpları azaltmıştır. Bu bulgular, putresinin armut meyvelerinde fizyolojik

yaşlanmayı yavaşlatarak raf ömrünü uzattığını ve meyve kalitesini koruduğunu göstermektedir.



2. MATERYAL ve YÖNTEM

2.1 Bitkisel Materyal

Bu araştırmada, 0900 Ziraat kiraz çeşidi kullanılmıştır (Fotoğraf 2.1). Kirazlar, çeşide zēu renk ve irilik özelliklerini kazandığı dönemde hasat edilerek plastik kasalar içerisinde Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait soğuk hava deposuna getirilip n soğutmaya tabi tutulmuştur. Daha sonra, Bahçe Bitkileri Bölümü Laboratuvarı'nda, meyvelere daldırma yöntemi ile farklı dozlarda putresin uygulamaları yapılmış, ardından meyve örneklerinin pomolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. Kalan rnekler ise biyoaktif bileşen (fenolik bileşenler ve organik asitler) analizleri için -20 C'de muhafaza edilerek analiz zamanına kadar saklanmıştır. Analiz sürecinde ekstraksiyon işlemi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı'nda yapılmış, okumalar ise Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi'nde, HPLC cihazı kullanılarak hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir.



Fotoğraf 2.1. Hasat sonrasında meyvelerin araştırma öncesi genel durumu

2.2 Putresin ve Muhafaza Uygulamaları

Laboratuvara getirilen meyveler, 0.5, 1.0 ve 1.5 mM dozlarında hazırlanan putresin zltilerine 1 dakika süreyle daldırılmıştır (Fotoğraf 2.2). Ardından, bu meyveler polietilen kaplarda yaklaşık 200 gram olacak şekilde tartılarak başlangıç ağırlıkları kaydedilmiş ve 4 C'de, %90 nem oranına sahip bir soğuk hava deposunda saklanmıştır. Kontrol grubu olarak belirlenen meyveler ise yalnızca saf suya 1 dakika süreyle daldırılmıştır. Kiraz meyveleri, 4 C ve %90 nemde 10, 20 ve 30 gün süreyle soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Depolama süresi sonunda, meyvelerde CO₂ konsantrasyonu, ağırlık, rme oranı, renk, asitlik, suda znebilir kuru madde ve pH değerleri belirlenmiştir.



Fotoğraf 2.2. Meyvelerin belirlenen dozlarda putresine daldırılarak polietilen kaplara yerleştirilmesi.

2.3 Metot

2.3.1 Ağırlık Kaybı (%)

Yaklaşık 200 gram olarak tartılan kiraz meyveleri, polietilen kaplara yerleştirilmiş ve başlangıç ağırlıkları 0,01 gram hassasiyetine uygun dijital bir terazi ile ölçülerek kayıt alınmıştır (Fotoğraf 2.3). Muhafaza süresi boyunca (10, 20 ve 30 gün) kirazların ağırlıkları tekrar ölçülerek ve başlangıç ağırlıklarıyla kontrol edilerek kayıp yüzdesi hesaplanmıştır.



Fotoğraf 2.3. Polietilen kaplara yerleştirilmiş meyvelerin başlangıç ağırlıkları.

2.3.2 Solunum Hızı ($\text{mg.kg}^{-1} \text{h}^{-1}$)

Kiraz meyvelerinin solunum hızlarını belirlemek amacıyla Testo 535 CO₂ ölçüm cihazı kullanılarak, meyvelerin atmosfere yaydığı CO₂ düzeyi ppm cinsinden ölçülmüştür (Fotoğraf 2.4). Bu işlem için 1500 mL hacimdeki bir bölme içine 100

gram meyve konulmuş ve CO₂ ölçümü probu yapıları içerisine yerleştirilmiştir. Kabin havasını korumak için streç film ile muhafaza edilmiştir. Bir saat sonra, meyvelerin yaydığı CO₂ miktarı ölçülmüş ve farklı nem içeriklerine bağlı olarak solunum değişimleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$SH = (cxV \times 44) / (m \times t \times 1000 \times 22,4 \times 1000)$$

SH: Solunum Hızı (mg kg⁻¹ h⁻¹)

m: Meyve ağırlığı (kg)

c: Gaz geçirmez kaptaki CO₂ sıcaklığı (ppm)

V: Gaz geçirmez hacim hacmi (mL)

t: Ölçüm süresi (h) olarak kullanılabilir.



Fotoğraf 2.4. Testo 535 CO₂ ölçüm cihazı kullanılarak solunum ölçümü yapılması.

2.3.3 Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (%)

Her bir tekrarda sıkılan meyve suyu örneklerinin ölçümü el refraktometresi ile yapılmıştır (Fotoğraf 2.5).



Fotoğraf 2.5. Kiraz meyvesinde suda çözümlü kuru madde (SÇKM) ölçümü.

2.3.4 pH

Her bir tekrarda sıkılan meyvelerden 10 ml meyve suyu elde edilerek el pH metresi ile ölçüm yapılmıştır (Fotoğraf 2.6).



Fotoğraf 2.6. Kiraz meyvelerinde pH ve titre edilebilir asitlik (TEA) ölçümü.

2.3.5 Titre Edilebilir Asitlik (%)

Her tekrarda sıkılan meyvelerden 10 ml meyve suyu alınmış ve malik asit cinsinden hesaplamalar titrasyon yöntemiyle yapılmıştır (Fotoğraf 2.6).

2.3.6 Meyve Rengi (L, a, b, Chroma ve Hue)

Her denemede rastgele seçilen 10 meyvede, renk ölçer cihazı ile (L, a, b, Chroma ve Hue parametreleri) ölçümler yapılmış ve bu ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Elde edilen veriler, renk değişimini gösteren Fotoğraf 2.7'de

sunulmuştur. L değeri meyvenin parlaklığını, +a değeri kırmızı tonlarını, -a değeri yeşil tonlarını, +b değeri sarı tonlarını, -b değeri ise mavi tonlarını ifade eder. Chroma değeri rengin canlılığını veya matlığını, Hue değeri ise renk tonunun kırmızıdan maviye değişimini belirtir (Fotoğraf 2.7).



Fotoğraf 2.7. El tipi kolorimetre kullanılarak kiraz meyvesinin renk ölçümlerinin yapılması.

2.3.7 Çürüme Oranı

Kiraz meyvesindeki çürüme durumu, belirli bir skala kullanılarak puanlanmıştır: 0 çürüme yok, 1 hafif (meyve yüzeyinin %25'ine kadar olan kısım), 2 orta (meyve yüzeyinin %25 ila %50'si), 3 ise şiddetli (meyve yüzeyinin %50'sinden fazlası) çürüme olarak değerlendirilmiştir (Fotoğraf 2.8).



Fotoğraf 2.8. Kiraz meyvelerinin 10. ve 30. günlerdeki çürüme oranları

2.3.8 Organik Asit Analizi

Muhafaza süresi sonunda soğuk hava deposundan çıkarılan örnekler, analiz için -20°C 'de derin dondurucuda saklanmıştır. Araştırmada askorbik, süksinik, oksalik, sitrik, malik, tartarik ve fumarik asit içerikleri belirlenmiştir. Organik asitlerin ekstraksiyonu için Bevilacqua ve Califano'nun (1989) yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır. Meyve örneklerinden 5 gram alınarak santrifüj tüplerine aktarılmış, ardından homojenizasyon için 20 ml 0,009 N H_2SO_4 eklenmiştir. Örnekler, çalkalayıcıda 1 saat karıştırıldıktan sonra, 15 dakika boyunca 15000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen sulu kısım önce kaba filtre kağıdından, ardından iki kez 0,45 μm membran filtreden ve son olarak SEP-PAK C18 kartuşundan geçirilmiştir. Organik asit analizleri, Bevilacqua ve Califano'nun (1989) yöntemine dayanarak yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazında yapılmıştır. HPLC sisteminde, 300 mm x 7.8 mm boyutlarında Aminex HPX-87 H kolonu kullanılmış olup, cihaz Agilent paket programı içeren bir bilgisayar ile kontrol edilmiştir. Sistemdeki DAD dedektörü 214 ve 280 nm dalga boylarına ayarlanmıştır. Araştırmada mobil faz olarak, 0.009 N H_2SO_4 'den geçirilmiş ve 0.45 μm membran filtreden süzölmüş çözelti kullanılmıştır.

2.3.9 Fenolik Bileşik Analizi

Denemede, gallik asit, protokateşuik asit, kateşin, klorojenik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, o-kumarik asit, rutin, siringik asit ve kuersetin gibi çeşitli fenolik bileşikler belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin HPLC ile ayrımında Rodriguez-Delgado ve ekibinin (2001) yöntemi uygulanmıştır. Kiraz örneği homojenizatörde parçalanmış, ardından distile su ile 1:1 oranında seyreltilmiş ve 15000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Üste kalan kısım 0.45 μm Millipore filtrelerden geçirilerek HPLC'ye enjekte edilmiştir. Kromatografik ayırım, Agilent 1100 HPLC sistemi ve DAD dedektörü ile, 250 x 4.6 mm boyutlarında 4 μm ODS kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak, çözücü A metanol-asetik asit-su (10:2:88), çözücü B ise metanol-asetik asit-su (90:2:8) karışımı kullanılmıştır. Ayırım, 254 ve 280 nm dalga boylarında yapılmış, akış hızı 1 mL/dk, enjeksiyon hacmi ise 20 μl olarak belirlenmiştir.

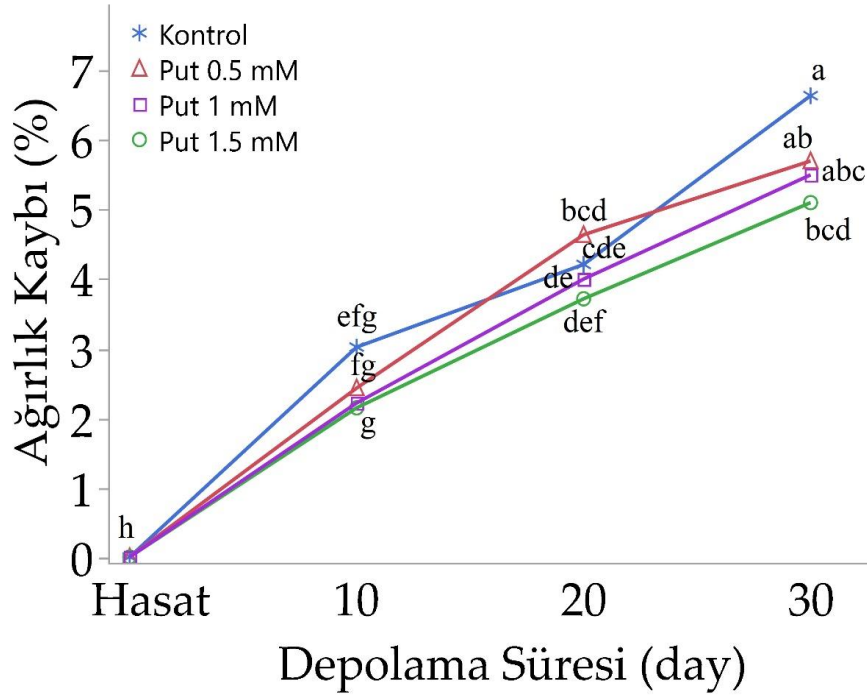
2.4 İstatistiksel Analizler

Bu araştırmada veriler, SAS Sürüm 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) yazılımı kullanılarak iki yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. F testi anlamlı bulunduğu, ortalamalar Tukey posthoc testi ile karşılaştırılmıştır.

3. BULGULAR

3.1 Ağırlık Kaybı

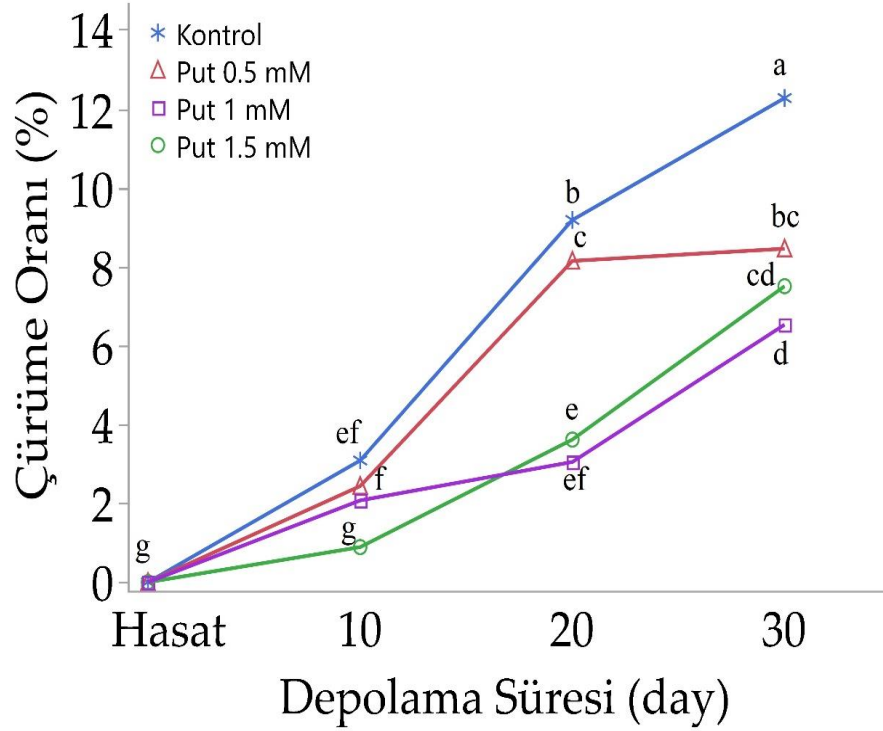
Yapılan araştırmada, kiraz meyvelerinin soğukta muhafaza sürecinde meyve ağırlık kaybı miktarındaki değişim sonuçları Tablo 3.1'de sunulmuştur. Elde edilen verilere göre, meyve ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenmiştir. Tüm denemelerde, muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte meyvelerde ağırlık kaybının arttığı tespit edilmiştir. En yüksek ağırlık kaybı, kontrol meyvelerinde 30 günlük depolama sonrasında (%6,64) kaydedilmiştir. Meyve ağırlığının en iyi korunduğu uygulama ise 10 gün saklama süresi ve Put-1.5mM uygulanmasıyla (%2,15) elde edilmiştir. 10 ve 20 gün sonunda, meyve ağırlığı en fazla Put-1.5mM uygulamasında korunurken, 30 gün sonunda en iyi sonuç Put-1.5mM uygulamasında (%5,10) elde edilmiştir. Putresin uygulamaları, kontrol grubuna göre ağırlık kayıplarını azaltmış ve en fazla ağırlık kaybı, büyük ölçüde putresin uygulanmayan meyvelerde gözlemlenmiştir (Tablo 3.1).



Şekil 3.1 Hasat sonrası putresin uygulamasının ağırlık kaybı üzerine etkisi. Depolama sürelerinin üzerindeki farklı harfler istatistiksel olarak $p \leq 0.05$ önem derecesinde anlamlı farkları gösterir.

3.2 Çürüme Oranı

Çalışmanın sonuçlarına göre, soğuk muhafaza süresince kiraz meyvelerinin çürüme oranındaki putresin etkisi Tablo 3.1'de sunulmuştur. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte, uygulamalara bağlı olarak çürüme oranında artış gözlemlenmiştir. İlk 10 günlük dönemden sonra tüm uygulamalarda çürüme başlamıştır. 30 günlük depolama sonrasında meyvelerde çürüme oranı en yüksek düzeye Kontrol-30 ve Put-0.5mM-30 uygulamalarında ulaşmıştır. Çürüme oranının en fazla olduğu uygulama Put-0.5 olmuştur. 30. gün sonunda, diğer meyvelerde çürüme oranı en fazla kontrol grubunda belirlenmiş, özellikle 0.5mM dozunda daha belirgin şekilde görülmüştür. Son 20 günlük depolama sürecinde, meyvelerde çürüme oranının daha belirgin bir şekilde arttığı tespit edilmiştir (Tablo 3.1).



Şekil 3.2 Hasat sonrası putresin uygulamasının çürüme oranı üzerine etkisi. Depolama sürelerinin üzerindeki farklı harfler istatistiksel olarak $p \leq 0.05$ önem derecesinde anlamlı farkları gösterir.

Tablo 3.1 Putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi.

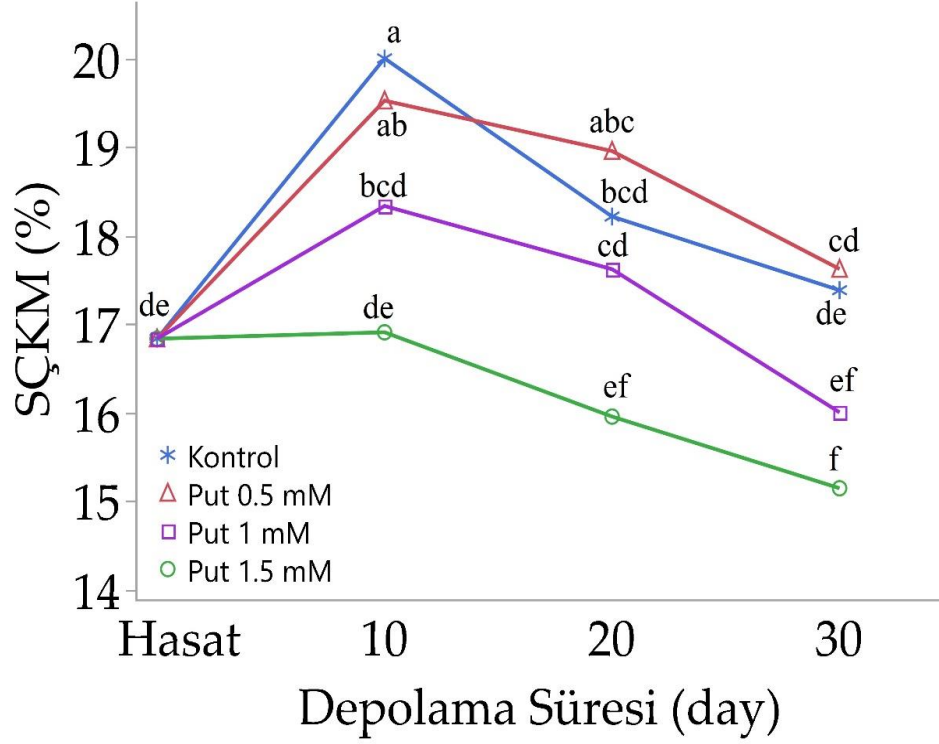
Depolama zamanı	Ağırlık Kaybı (%)	Çürüme Oranı (%)	SÇKM (%)	
Hasat	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00c	16.83 ± 1.20bc	
10. gün	2.46 ± 0.25c	2.12 ± 0.25c	18.69 ± 0.42a	
20. gün	4.14 ± 0.21b	6.00 ± 0.72b	17.68 ± 0.31ab	
30. gün	5.74 ± 0.31a	8.69 ± 0.59a	16.54 ± 0.29c	
Depolama zamanı × Putresin asit interaksyonu				
Hasat	0.00 ± 0.00h	0.00 ± 0.00g	16.83 ± 1.20de	
10. gün	Kontrol	3.02 ± 0.45efg	3.09 ± 0.26ef	20.00 ± 0.58a
	Put 0.5 mM	2.43 ± 0.76fg	2.44 ± 0.58f	19.52 ± 0.61ab
	Put 1 mM	2.22 ± 0.20g	2.07 ± 0.16f	18.33 ± 0.17bcd
	Put 1.5 mM	2.15 ± 0.54g	0.89 ± 0.05g	16.91 ± 0.94de
20. gün	Kontrol	4.21 ± 0.28cde	9.18 ± 0.60b	18.21 ± 0.39bcd
	Put 0.5 mM	4.64 ± 0.23bcd	8.14 ± 0.25c	18.95 ± 0.19abc
	Put 1 mM	4.00 ± 0.77de	3.05 ± 0.29ef	17.62 ± 0.20cd
	Put 1.5 mM	3.72 ± 0.06def	3.62 ± 0.10e	15.95 ± 0.32ef
30. gün	Kontrol	6.64 ± 0.34a	12.27 ± 0.18a	17.38 ± 0.17de
	Put 0.5 mM	5.70 ± 0.64ab	8.45 ± 0.34bc	17.62 ± 0.17cd
	Put 1 mM	5.50 ± 0.97abc	6.53 ± 0.55d	16.00 ± 0.41ef
	Put 1.5 mM	5.10 ± 0.08bcd	7.50 ± 0.51cd	15.14 ± 0.31f
ANOVA				
FDepolama Zamanı	48.93***	33.43***	6.12**	
FDepolama Zamanı× Putresin	12.86***	108.67***	7.2***	

Aynı sütundaki farklı harfler $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.001$ değerlerini göstermektedir.

3.3 Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Kiraz meyvelerinin suda çözünür kuru madde (SÇKM) içeriği açısından depolama süresi ile putresin uygulamaları arasındaki etkileşim incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, farklı putresin dozlarına bağlı olarak SÇKM değerlerinin depolama süresine göre değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur. 10 günlük depolama sonunda, putresin dozlarına göre SÇKM değerleri 0.5mM (%19,52), 1.0mM (%18,33) ve 1.5mM (%16,91) olarak belirlenmiş; bu değerlerin kontrol grubundaki meyvelere (%20,00) kıyasla daha düşük olduğu görülmüştür. 20 günlük depolama süresi sonunda ise 0.5mM (%18,95) putresin uygulanan meyvelerin, kontrol grubundaki meyvelere (%18,21) göre daha yüksek SÇKM içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. 30 günlük depolama sürecinde ise 0.5mM (%17,62) putresin uygulanan meyvelerin, kontrol grubundaki meyvelere (%17,38) oranla daha yüksek SÇKM değerine sahip

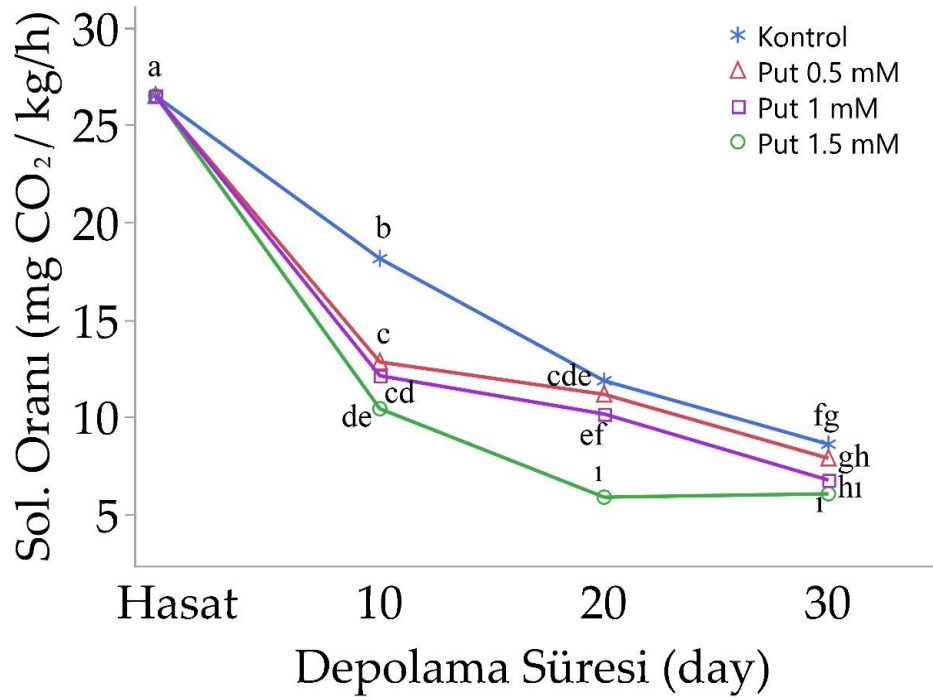
olduğu belirlenmiştir. Ancak, 1.0mM (%16,00) ve 1.5mM (%15,14) putresin uygulaması yapılan meyvelerde, kontrol grubundaki meyvelere (%17,38) göre SÇKM değerlerinin önemli ölçüde daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 3.1).



Şekil 3.3 Hasat sonrası putresin uygulamasının SÇKM üzerine etkisi. Depolama sürelerinin üzerindeki farklı harfler istatistiksel olarak $p \leq 0.05$ önem derecesinde anlamlı farkları gösterir.

3.4 Solunum Hızı

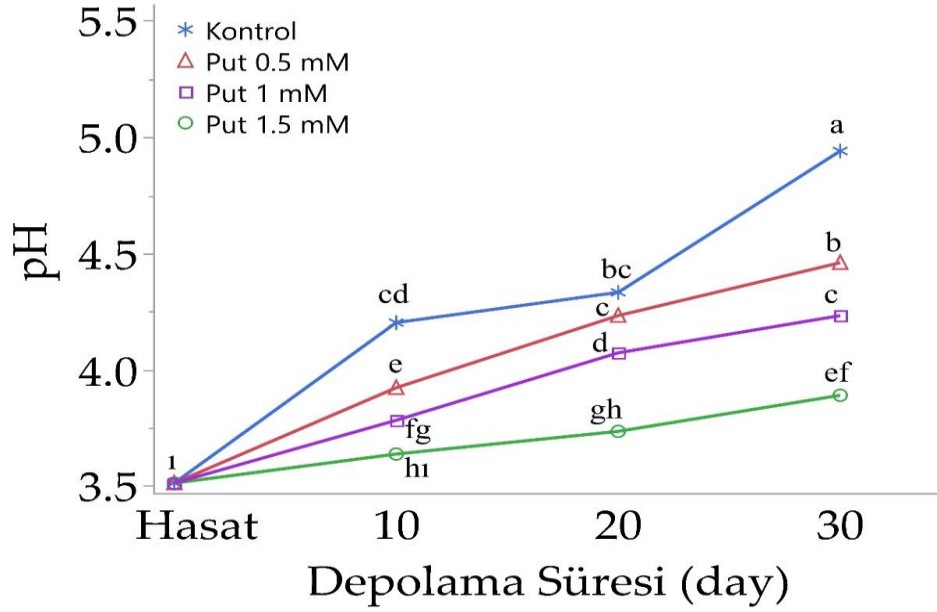
Soğuk hava deposunda muhafaza edilen kiraz meyvelerinin solunum hızı miktarları belirlenmiş ve Putresin uygulamaları ile ilgili farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 3.2). Hasat sonrasında kaydedilen solunum hızı 26,47 mg CO₂/kg/h iken, kontrol ve tüm putresin uygulamalarında solunum hızının azaldığı gözlemlenmiştir (Tablo 3.2). En düşük solunum hızı miktarı, Put-1.5mM-20 uygulamasında 5,87 mg CO₂/kg/h olarak ölçülmüştür. Hasattan sonra ölçülen en yüksek solunum hızı miktarı ise kontrol grubunun 10. gününde 18,11 mg CO₂/kg/h ve Put-0.5mM-10 uygulamasında 12,81 mg CO₂/kg/h olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.4 Hasat sonrası putresin uygulamasının solunum oranı üzerine etkisi. Depolama sürelerinin üzerindeki farklı harfler istatistiksel olarak $p \leq 0.05$ önem derecesinde anlamlı farkları gösterir.

3.5 pH

Kiraz meyvelerinde farklı putresin dozlarının soğukta muhafaza sürecindeki pH miktarına etkisi Tablo 3.2'de sunulmuştur. Tüm putresin uygulamalarında muhafaza süresi arttıkça pH miktarı, hasat zamanına göre artış göstermiştir (Tablo 3.2). En yüksek pH miktarı, kontrol grubunda 30. gün (4,94) ölçülmüştür. Putresin uygulamaları arasında en yüksek pH, Put-0.5mM-30 uygulamasında 4,46 olarak kaydedilmiştir ve bu değeri sırasıyla Put-0.5mM-20 (4,23) ve Put-1.0mM-30 (4,23) uygulamaları takip etmiştir.



Şekil 3.5 Hasat sonrası putresin uygulamasının pH üzerine etkisi. Depolama sürelerinin üzerindeki farklı harfler istatistiksel olarak $p \leq 0.05$ önem derecesinde anlamlı farkları gösterir.

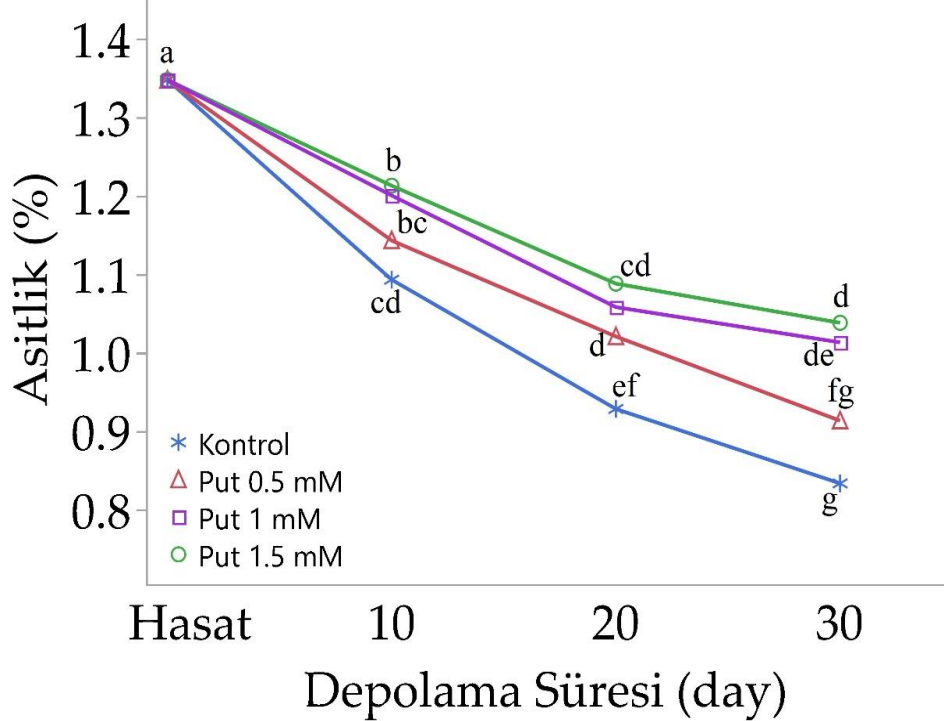
Tablo 3.2 Putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkisi (Tablo 3.1'in devamı).

Depolama zamanı	Sol. Or. (mg CO ₂ /kg/h)	pH	Asitlik (%)
Hasat	26.47 ± 1.38a	3.51 ± 0.02c	1.35 ± 0.04a
10. gün	13.36 ± 0.80b	3.89 ± 0.06b	1.16 ± 0.02b
20. gün	9.75 ± 0.64c	4.09 ± 0.06b	1.02 ± 0.03c
30. gün	7.31 ± 0.29d	4.38 ± 0.10a	0.95 ± 0.02d
Depolama zamanı × Putresin asit interaksyonu			
Hasat	26.47 ± 1.38a	3.51 ± 0.02 ₁	1.35 ± 0.04a
10. gün	Kontrol	18.11 ± 1.04b	4.20 ± 0.04cd
	Put 0.5 mM	12.81 ± 0.71c	3.92 ± 0.08e
	Put 1 mM	12.10 ± 0.33cd	3.78 ± 0.04fg
	Put 1.5 mM	10.41 ± 0.25de	3.64 ± 0.05hi
20. gün	Kontrol	11.85 ± 0.65cde	4.33 ± 0.03bc
	Put 0.5 mM	11.15 ± 0.55cde	4.23 ± 0.03c
	Put 1 mM	10.14 ± 0.54ef	4.07 ± 0.08d
	Put 1.5 mM	5.87 ± 0.16 ₁	3.74 ± 0.04gh
30. gün	Kontrol	8.59 ± 0.33fg	4.94 ± 0.03a
	Put 0.5 mM	7.87 ± 0.38gh	4.46 ± 0.03b
	Put 1 mM	6.75 ± 0.22h ₁	4.23 ± 0.05c
	Put 1.5 mM	6.05 ± 0.21 ₁	3.89 ± 0.05ef
ANOVA			
FDepolama Zamanı	69.43***	12.8***	32.4***
FDepolama Zamanı × Putresin	81.11***	71.85***	19.77***

Aynı sütundaki farklı harfler $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.001$ değerlerini göstermektedir.

3.6 Titre Edilebilir Asitlik

Tablo 3.2'de görüldüğü üzere, kiraz meyvelerinde farklı dozlarda yapılan putresin uygulamalarının muhafaza süresince titre edilebilir asitlik miktarına olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hasat sırasında kaydedilen asitlik oranına (%1,35) kıyasla, kontrol ve tüm putresin uygulamalarında titre edilebilir asitlik miktarının azaldığı gözlemlenmiştir (Tablo 3.2). En düşük titre edilebilir asitlik miktarı, kontrol grubunda 30. gün (0,83) ölçülmüştür. Uygulama yapılan en düşük titre edilebilir asitlik miktarı ise 30. günde Put-0.5mM uygulamasında (%0,91) elde edilmiştir. Titrebilir asit miktarındaki değişim, 10. gün sonunda, Put-0.5mM (1,14), Put-1.0mM (1,20) ve Put-1.5mM (1,21) uygulamalarında kontrol grubuna (1,09) kıyasla artış göstermiştir. 20. gün sonunda, kontrol grubunun 0,93 olan TEA değeriyle karşılaştırıldığında, Put-0.5mM (1,02), Put-1.0mM (1,06) ve Put-1.5mM (1,09) değerlerinde artış gözlemlenmiştir. 30. gün sonunda ise, kontrol grubunun 0,83 olan TEA değerine kıyasla, Put-0.5mM (0,91), Put-1.0mM (1,01) ve Put-1.5mM (1,04) uygulamalarında artış gözlemlenmiştir (Tablo 3.2).



Şekil 3.6 Hasat sonrası putresin uygulamasının asitlik üzerine etkisi. Depolama sürelerinin üzerindeki farklı harfler istatistiksel olarak $p \leq 0.05$ önem derecesinde anlamlı farkları gösterir.

3.7 Meyve Rengi

3.7.1 L* Değeri

Soğuk hava depolama süresince kiraz meyvelerinin renk değişimi izlenmiş ve Tablo 3.3'te sunulmuştur. Uygulamalar arasında L değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Meyvelerin hasat dönemindeki L değeri (19,40) ile karşılaştırıldığında, muhafaza süresi boyunca Put-1.0mM-10 (19,44), Put-1.0mM-20 (19,56) ve Put-1.5mM-20 (19,74) uygulamalarında artış, diğer uygulamalarda ise azalma gözlemlenmiştir (Tablo 3.3). En fazla azalma, kontrol grubunda ve Put-1.0mM-30. gün uygulamasında (14,47) kaydedilmiş ve bu meyvelerde renk koyulaşması gözlemlenmiştir. Hasat döneminden sonra, en parlak renge sahip olan meyveler, sırasıyla Put-1.5mM-20 (19,74), Put-1.0mM-20 (19,56) ve Put-1.0mM-10 (19,44) uygulamalarıyla elde edilmiştir.

Tablo 3.3 Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin renk özellikleri üzerine etkisi.

Depolama zamanı	L	a	b	
Hasat	19.40 ± 0.30a	0.75 ± 0.07a	0.86 ± 0.11ab	
10. gün	18.23 ± 0.48a	0.66 ± 0.06a	0.83 ± 0.08a	
20. gün	18.85 ± 0.32a	0.47 ± 0.03b	0.73 ± 0.03ab	
30. gün	15.63 ± 0.28b	0.57 ± 0.03ab	0.63 ± 0.03b	
Depolama zamanı × Putresin interaksyonu				
Hasat	19.40 ± 0.30a	0.75 ± 0.07ab	0.86 ± 0.11ab	
10. gün	Kontrol	15.58 ± 1.08cd	0.90 ± 0.20a	1.11 ± 0.26a
	Put 0.5 mM	18.71 ± 0.34a	0.65 ± 0.03bc	0.88 ± 0.06ab
	Put 1 mM	19.44 ± 0.21a	0.56 ± 0.05bcd	0.64 ± 0.04bc
	Put 1.5 mM	19.20 ± 0.20a	0.54 ± 0.07bcd	0.69 ± 0.08bc
20. gün	Kontrol	17.12 ± 0.65b	0.38 ± 0.03d	0.64 ± 0.05bc
	Put 0.5 mM	18.98 ± 0.45a	0.56 ± 0.08bcd	0.84 ± 0.06b
	Put 1 mM	19.56 ± 0.20a	0.50 ± 0.05cd	0.74 ± 0.02bc
	Put 1.5 mM	19.74 ± 0.04a	0.45 ± 0.05cd	0.69 ± 0.01bc
30. gün	Kontrol	16.37 ± 0.17bc	0.47 ± 0.06cd	0.65 ± 0.06bc
	Put 0.5 mM	15.49 ± 0.73cd	0.61 ± 0.07bc	0.71 ± 0.06bc
	Put 1 mM	14.47 ± 0.42d	0.65 ± 0.02bc	0.54 ± 0.05c
	Put 1.5 mM	16.19 ± 0.25bc	0.54 ± 0.09bcd	0.63 ± 0.08bc
ANOVA				
$F_{Depolama\ Zamanı}$	16.96***	4.48**	2.82*	
$F_{Depolama\ Zamanı \times\ Putresin}$	15.81***	2.84**	2.44*	

Aynı sütündeki farklı harfler $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.001$ değerlerini göstermektedir. öd: önemli değil.

3.7.2 a* Değeri

Tablo 3.3'te sunulan verilere göre, kiraz meyvesinin soğuk muhafaza sürecinde farklı putresin dozlarının a değeri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Muhafaza süresi boyunca kontrol grupları ve putresin uygulamaları arasında, en yüksek a değeri kontrol grubunda 10. günde (0,90) gözlenmiştir. Bu değeri sırasıyla Put-0.5mM-10 (0,65) ve Put-1.0mM-30 (0,65) uygulamaları takip etmiştir. Öte yandan, en düşük a değeri kontrol grubunda 20. gün sonunda (0,38) kaydedilmiştir.

3.7.3 b* Değeri

Depo süresince kiraz meyvelerinin b değerleri Tablo 3.3'te sunulmuş olup, uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Depolama süresince uygulama yapılan en yüksek b değerleri sırasıyla Put-0.5mM-10 (0,88), Put-0.5mM-20 (0,84) ve Put-1.0mM-20 (0,74) uygulamalarında gözlemlenmiştir. En düşük b değerleri ise Put-1.0mM-30 (0,54) uygulamasında kaydedilmiş olup, bunu Put-1.5mM-30 (0,63) ve Put-1.0mM-10 (0,64) uygulamaları takip etmiştir (Tablo 3.3).

3.7.4 Chroma Değeri

Tablo 3.4'te görüldüğü üzere, kiraz meyvesinde farklı putresin dozlarının uygulanmasının muhafaza süresi boyunca Chroma değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Hasat zamanına bağlı olarak, en düşük Chroma değeri kontrol grubunda 20. günde (0,75) gözlenmiştir. En yüksek Chroma değeri ise kontrol grubunda 10. günde (1,61) kaydedilmiş olup, bu değeri en yakın olarak Put-0.5mM-10 (1,09) uygulaması takip etmiştir. Chroma değeri yüksek olan meyvelerde kırmızı rengin daha canlı olduğu görülmüştür (Tablo 3.4).

3.7.5 Hue Değeri

Soğuk hava depolama süresince kiraz meyvelerinin renk değişimi incelenmiş ve Hue değerleri Tablo 3.4'te sunulmuştur. Uygulamalar arasında Hue değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Hasat dönemine kıyasla, Hue değerlerinde depolama süresince bir artış kaydedilmiş olup, bu artışların uygulamalara göre farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Hasat dönemine göre en düşük Hue değeri, Put-1.0mM-30 (39,71) uygulamasında kaydedilmiş ve bu durum, meyvelerin kırmızı renginin daha canlı olduğunu göstermiştir. Bu uygulama dışında, kontrol grupları ve diğer uygulamalarda Hue değerinin arttığı gözlenmiştir. En yüksek Hue değeri, kontrol grubunda 20. gün uygulamasında 59,60 olarak ölçülmüş ve bu meyvelerin kırmızı renkten uzaklaştığı tespit edilmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4 Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin renk özellikleri üzerine etkisi (Tablo 3.3'ün devamı).

Depolama zamanı		Chroma	Hue
Hasat		1.14 ± 0.13ab	48.75 ± 1.88b
10. gün		1.11 ± 0.13a	51.22 ± 1.10b
20. gün		0.87 ± 0.04b	57.68 ± 1.18a
30. gün		0.86 ± 0.04b	48.50 ± 1.77b
Depolama zamanı × Putresin interaksiyonu			
Hasat		1.14 ± 0.13b	48.75 ± 1.88e
	Kontrol	1.61 ± 0.46a	49.51 ± 2.03de
	Put 0.5 mM	1.09 ± 0.06b	53.30 ± 1.62a-e
10. gün	Put 1 mM	0.85 ± 0.02b	49.60 ± 2.92de
	Put 1.5 mM	0.88 ± 0.09b	52.45 ± 2.30b-e
	Kontrol	0.75 ± 0.05b	59.60 ± 2.04a
	Put 0.5 mM	1.01 ± 0.09b	56.89 ± 1.85abc
20. gün	Put 1 mM	0.90 ± 0.03b	56.35 ± 3.11a-d
	Put 1.5 mM	0.83 ± 0.03b	57.88 ± 2.94ab
	Kontrol	0.80 ± 0.09b	54.19 ± 0.66a-e
	Put 0.5 mM	0.94 ± 0.08b	49.73 ± 3.28de
30. gün	Put 1 mM	0.85 ± 0.04b	39.71 ± 1.89f
	Put 1.5 mM	0.84 ± 0.12b	50.36 ± 3.12cde
ANOVA			
		$F_{Depolama\ Zamanı}$	2.41 ^{öd}
		$F_{Depolama\ Zamanı \times Putresin}$	8.57***
			2.33*
			4.69***

Aynı sütundaki farklı harfler $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.001$ değerlerini göstermektedir. öd: önemli değil.

3.8 Organik Asit İçeriği

3.8.1 Sitrik Asit

Kiraz meyvesinin sitrik asit miktarları soğuk depolama süresince incelenmiş ve belirgin farklılıklar saptanmıştır (Tablo 3.5). Hasat zamanına göre, muhafaza süresi uzadıkça tüm uygulamalarda sitrik asit miktarında azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Hasat zamanı sitrik asit miktarı 3,23 g/kg olarak ölçülmüş; bu değere en yakın değerler Put-1.5mM-10 (2,96 g/kg) ve Put-1.0mM-10 (2,90 g/kg) uygulamalarında elde edilmiştir. En fazla azalma kontrol grubundaki meyvelerde 30. günde gözlenmiş ve sitrik asit miktarı 1,50 g/kg olarak kaydedilmiştir. Sitrik asitin en fazla korunduğu zaman ise 10. gün uygulamalarında tespit edilmiştir.

Tablo 3.5 Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin organik asit (g/kg) içerikleri üzerine etkisi.

Depolama zamanı		Sitrik	Malik	Süksinik
Hasat		3.23 ± 0.04a	12.39 ± 0.03a	4.20 ± 0.01a
10. gün		2.76 ± 0.05b	11.05 ± 0.08b	3.85 ± 0.04b
20. gün		2.22 ± 0.06c	10.17 ± 0.11c	3.65 ± 0.04c
30. gün		1.87 ± 0.07d	8.90 ± 0.11d	3.21 ± 0.05d
Depolama zamanı × Putresin asit interaksyonu				
Hasat		3.23 ± 0.04a	12.39 ± 0.03a	4.20 ± 0.01a
10. gün	Kontrol	2.49 ± 0.04d	10.67 ± 0.06d	3.62 ± 0.04e
	Put 0.5 mM	2.69 ± 0.03c	10.95 ± 0.04c	3.80 ± 0.03d
	Put 1 mM	2.90 ± 0.01b	11.09 ± 0.02c	3.94 ± 0.03c
	Put 1.5 mM	2.96 ± 0.05b	11.49 ± 0.05b	4.03 ± 0.03b
20. gün	Kontrol	1.93 ± 0.04h	9.56 ± 0.06g	3.43 ± 0.02f
	Put 0.5 mM	2.09 ± 0.02fg	10.07 ± 0.07f	3.63 ± 0.02e
	Put 1 mM	2.32 ± 0.02e	10.38 ± 0.03e	3.73 ± 0.02d
	Put 1.5 mM	2.52 ± 0.03d	10.67 ± 0.05d	3.80 ± 0.03d
30. gün	Kontrol	1.50 ± 0.03j	8.27 ± 0.07j	2.99 ± 0.05i
	Put 0.5 mM	1.80 ± 0.02i	8.81 ± 0.02i	3.12 ± 0.03h
	Put 1 mM	2.01 ± 0.03gh	9.05 ± 0.02h	3.28 ± 0.03g
	Put 1.5 mM	2.18 ± 0.04f	9.47 ± 0.07g	3.47 ± 0.02f
ANOVA				
FDepolama Zamanı		60.86***	123.27***	57.85***
FDepolama Zamanı × Putresin		231.4***	563.5***	166.67***

Aynı sütündeki farklı harfler $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.001$ değerlerini göstermektedir.

3.8.2 Malik Asit

Farklı putresin dozlarının kiraz meyvelerinde soğuk depolama sürecinde malik asit miktarına etkisi Tablo 3.5'te gösterilmiştir. Muhafaza süresi uzadıkça tüm uygulamalarda malik asit miktarında azalma gözlemlenmiştir. En yüksek malik asit miktarı hasatta (12,39 g/kg) ölçülmüş olup, bunu sırasıyla Put-1.5mM-10 (11,49 g/kg) ve Put-1.0mM-10 (11,09 g/kg) uygulamaları takip etmiştir. 30 gün sonunda en fazla azalma kontrol grubunda (8,27 g/kg) gözlenirken, uygulamalar arasında en büyük düşüş Put-0.5mM-30 (8,81 g/kg) uygulamasında belirlenmiştir (Tablo 3.5).

3.8.3 Süksinik Asit

Soğuk hava depolama süresi boyunca kiraz meyvelerinin organik asit miktarları belirlenmiş ve süksinik asit miktarları Tablo 3.5'te gösterilmiştir. Depolama süresi uzadıkça süksinik asit miktarında azalma gözlenmiş, özellikle kontrol-30 uygulamasında (2,99 g/kg) en düşük seviyeye ulaşmıştır. Hasat dönemine (4,20 g/kg) göre, süksinik asit miktarını en yüksek seviyede koruyan

uygulama Put-1.5mM-10 (4,03 g/kg) olmuştur; bunu sırasıyla Put-1.0mM-10 (3,94 g/kg), Put-0.5mM-10 (3,80 g/kg) ve Put-1.5mM-20 (3,80 g/kg) uygulamaları izlemiştir. Ayrıca, tüm depolama süresince 1.5mM putresin uygulanan meyvelerde süksinik asit miktarı daha yüksek, 0.5mM putresin uygulamalarında ise daha düşük ölçülmüştür. 30 gün depolanan kiraz meyvelerinde en yüksek süksinik asit miktarı 10. gün uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 3.5).

Tablo 3.6 Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin organik asit (g/kg; fumarik asit: mg/kg) ve C vitamini (mg/100g) içerikleri üzerine etkisi (Tablo 3.5'in devamı).

Depolama zamanı	Okzalik	Fumarik	C Vitamini	
Hasat	1.50 ± 0.02a	3.07 ± 0.04a	11.87 ± 0.05a	
10. gün	1.29 ± 0.03b	2.09 ± 0.09b	10.22 ± 0.13b	
20. gün	1.08 ± 0.05c	1.53 ± 0.08c	9.05 ± 0.13c	
30. gün	0.95 ± 0.05d	1.32 ± 0.07c	8.13 ± 0.13d	
Depolama zamanı × Putresin asit interaksyonu				
Hasat	1.50 ± 0.02a	3.07 ± 0.04a	11.87 ± 0.05a	
10. gün	Kontrol	1.14 ± 0.01e	1.53 ± 0.04gh	9.46 ± 0.08d
	Put 0.5 mM	1.25 ± 0.02c	2.11 ± 0.06d	10.18 ± 0.09c
	Put 1 mM	1.36 ± 0.01b	2.27 ± 0.07c	10.54 ± 0.02b
	Put 1.5 mM	1.41 ± 0.03b	2.43 ± 0.07b	10.70 ± 0.07b
20. gün	Kontrol	0.81 ± 0.03i	1.14 ± 0.04i	8.30 ± 0.06g
	Put 0.5 mM	1.06 ± 0.01f	1.44 ± 0.04h	9.05 ± 0.04ef
	Put 1 mM	1.17 ± 0.02de	1.59 ± 0.03fg	9.21 ± 0.06e
	Put 1.5 mM	1.27 ± 0.03c	1.95 ± 0.03e	9.65 ± 0.11d
30. gün	Kontrol	0.69 ± 0.03j	0.93 ± 0.03j	7.56 ± 0.11i
	Put 0.5 mM	0.89 ± 0.00h	1.22 ± 0.03i	7.84 ± 0.06h
	Put 1 mM	0.98 ± 0.02g	1.46 ± 0.04h	8.25 ± 0.03g
	Put 1.5 mM	1.23 ± 0.01cd	1.67 ± 0.03f	8.86 ± 0.10f
ANOVA				
FDepolama Zamanı	18.49***	42.45***	82.97***	
FDepolama Zamanı × Putresin	127.69***	188.42***	293.34***	

Aynı sütundaki farklı harfler $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.001$ değerlerini göstermektedir.

3.8.4 Okzalik Asit

Soğuk hava depolama süresince kiraz meyvelerinin organik asit miktarları belirlenmiş ve okzalik asit miktarları Tablo 3.6'da sunulmuştur. Depolama süresi uzadıkça okzalik asit miktarında azalma gözlenmiş, özellikle kontrol-30 uygulamasında (0,69 g/kg) en düşük seviyeye ulaşmıştır. Hasat dönemine göre, okzalik asit miktarını en yüksek seviyede koruyan uygulama Put-1.5mM-10 (1,41 g/kg) olmuştur; bunu sırasıyla Put-1.0mM-10 (1,36 g/kg) ve Put-1.5mM-20 (1,27 g/kg) takip etmiştir. Ayrıca, tüm depolama sürelerinde kontrol meyvelerine kıyasla,

okzalik asit miktarı 1.5mM putresin uygulanan meyvelerde daha yüksek, 0.5mM putresin uygulamalarında ise daha düşük ölçülmüştür. 30 gün depolanan kiraz meyvelerinde en yüksek okzalik asit miktarı 10. gün uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 3.6).

3.8.5 Fumarik Asit

Kiraz meyvelerinin soğuk depolama süresince fumarik asit içerikleri Tablo 3.6'da verilmiş olup, uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Hasat dönemine göre, en yüksek fumarik asit miktarı Put-1.5mM-10 (2,43 mg/kg) uygulamasında korunmuştur (Tablo 3.6). En düşük fumarik asit miktarı ise kontrol-30 (0,93 mg/kg) uygulamasında gözlenmiştir. 30 gün depolanan kiraz meyvelerinde en yüksek fumarik asit miktarı 10. gün uygulamalarında tespit edilmiştir.

3.8.6 C Vitamini

Soğuk depolama süresi boyunca kiraz meyvesinin C vitamini miktarları belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (Tablo 3.6). Tüm uygulamalarda depolama süresi boyunca C vitamini miktarında bir azalma gözlenmiştir (Tablo 3.6). Hasat sırasında C vitamini miktarı 11,87 mg/100g olarak ölçülmüş, ancak depolama süresi ilerledikçe azalmış ve en fazla düşüş kontrol grubunda 30. günde (7,56 mg/100g) tespit edilmiştir. Putresin uygulanan meyvelerde C vitamini miktarı kontrol grubuna göre daha iyi korunmuştur. Hasat değerine en yakın C vitamini miktarı Put-1.5mM-10 (10,70 mg/100g) uygulamasında elde edilmiştir. En düşük C vitamini miktarı ise hasat değerine kıyasla kontrol-30 uygulamasında (7,56 mg/100g), uygulamalar arasında ise Put-0.5mM-30 (7,84 mg/100g) olarak ölçülmüştür (Tablo 3.6). 10. gün putresin uygulamalarının daha etkili olduğu gözlemlenmiştir.

3.9 Fenolik Bileşik İçeriği

3.9.1 Kateşin Asit

Soğuk depolama süresi boyunca kiraz meyvelerindeki kateşin miktarlarının değişimi Tablo 3.7'de verilmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hasat sırasında kateşin miktarı 4,67 mg/100g olarak kaydedilmiştir. Hasat değerine kıyasla en düşük kateşin miktarı kontrol grubunda 30. günde (3,44 mg/100g) ve Put-0.5mM-30 (3,70 mg/100g) uygulamasında gözlenmiştir. En yüksek kateşin miktarı ise Put-1.5mM-10 (4,34 mg/100g) uygulamasında tespit edilmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3.7 Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin fenolik bileşik (mg/100 g) içerikleri üzerine etkisi.

Depolama zamanı	Kateşin	Klorojenik	Gallik	Protokateşuik	
Hasat	4.67 ± 0.08a	1.97 ± 0.02a	103.31 ± 0.98a	1.54 ± 0.03a	
10. gün	4.19 ± 0.03b	1.84 ± 0.01b	92.40 ± 1.35b	1.26 ± 0.02b	
20. gün	3.95 ± 0.04c	1.52 ± 0.02c	81.92 ± 1.09c	0.98 ± 0.04c	
30. gün	3.78 ± 0.06d	1.40 ± 0.02d	71.09 ± 0.71d	0.80 ± 0.04d	
Depolama zamanı × Putresin asit interaksyonu					
Hasat	4.67 ± 0.08a	1.97 ± 0.02a	103.31 ± 0.98a	1.54 ± 0.03a	
10. gün	Kontrol	4.06 ± 0.02de	1.76 ± 0.00d	84.48 ± 0.52f	1.18 ± 0.02de
	Put0.5mM	4.12 ± 0.01cde	1.81 ± 0.02c	91.63 ± 0.74d	1.23 ± 0.02cd
	Put1mM	4.22 ± 0.03c	1.87 ± 0.01b	95.36 ± 0.70c	1.27 ± 0.02c
	Put1.5mM	4.34 ± 0.06b	1.90 ± 0.01b	98.13 ± 0.61b	1.34 ± 0.02b
20. gün	Kontrol	3.77 ± 0.04gh	1.43 ± 0.02h	77.12 ± 0.39h	0.73 ± 0.02i
	Put0.5mM	3.83 ± 0.03g	1.49 ± 0.01g	79.68 ± 0.57g	1.00 ± 0.02g
	Put1mM	4.06 ± 0.03de	1.54 ± 0.01f	82.77 ± 0.87f	1.06 ± 0.02fg
	Put1.5mM	4.14 ± 0.00cd	1.63 ± 0.03e	88.11 ± 0.26e	1.11 ± 0.02ef
30. gün	Kontrol	3.44 ± 0.05i	1.27 ± 0.01j	67.73 ± 0.65k	0.61 ± 0.03j
	Put0.5mM	3.70 ± 0.02h	1.36 ± 0.01i	69.76 ± 0.52j	0.74 ± 0.02i
	Put1mM	3.95 ± 0.02f	1.45 ± 0.01h	72.53 ± 0.52i	0.86 ± 0.01h
	Put1.5mM	4.01 ± 0.04ef	1.51 ± 0.01fg	74.35 ± 0.74i	0.99 ± 0.05g
ANOVA					
FDepolama Zamanı	31.25***	117.93***	99.73***	53.38***	
FDepolama Zamanı × Putresin	65***	283.30***	303.53***	115.8***	

Aynı sütundaki farklı harfler $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.001$ değerlerini göstermektedir.

3.9.2 Klorojenik Asit

Çalışmanın sonuçlarına göre, kiraz meyvesinde soğuk depolama süresince klorojenik asit miktarındaki değişimler Tablo 3.7'de verilmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

30 günlük depolama süresince, hasat dönemindeki (1,97 mg/100g) klorojenik asit miktarının tüm uygulamalarda azaldığı belirlenmiştir. En belirgin azalma kontrol-30 (1,27 mg/100g) ve Put-0.5mM-30 (1,36 mg/100g) uygulamalarında gözlenmiştir. Hasattan sonra en yüksek klorojenik asit değeri, Put-1.5mM-10 uygulamasında 1,90 mg/100g olarak ölçülmüştür. Kontrol grubuna kıyasla, 1.5mM doz uygulamasının klorojenik asit miktarının korunmasında önemli bir etkisi olduğu gözlenmiştir (Tablo 3.7).

3.9.3 Gallik Asit

Soğuk depolama süresi boyunca kiraz meyvesinde farklı putresin dozlarının gallik asit miktarına etkisi Tablo 3.7'de gösterilmiştir. Depolama süresi uzadıkça

gallik asit miktarında azalma görülmüş, kontrol grubundaki meyvelerde bu düşüş daha belirgin olmuştur. Ancak putresin uygulanan meyvelerde gallik asit miktarının daha iyi korunduğu tespit edilmiştir. Gallik asit miktarı en yüksek, 10. gün sonunda yapılan putresin uygulamalarında elde edilmiştir. Depolama süresi boyunca en yüksek gallik asit miktarı Put-1.5mM-10 (98,13 mg/100g) uygulamasında kaydedilmiş olup, bunu Put-1.0mM-10 (95,36 mg/100g) ve Put-0.5mM-10 (91,63 mg/100g) uygulamaları takip etmiştir.

3.9.4 Protokateşuik Asit

Soğuk muhafaza süresi boyunca kiraz meyvelerinin protokateşuik asit miktarları belirlenmiş ve farklı uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır (Tablo 3.7). Bu fenolik bileşiğin miktarının muhafaza süresince tüm uygulamalarda azaldığı gözlemlenmiştir.

Hasatta en yüksek değer 1,54 mg/100g olarak kaydedilmiş ve bunu sırasıyla Put-1.5mM-10 (1,34 mg/100g) ve Put-1.0mM-10 (1,27 mg/100g) uygulamaları takip etmiştir. Kontrol grubuna kıyasla, putresin uygulanan meyvelerde 1.5mM dozu protokateşuik asit miktarının korunmasında daha etkili olmuştur. Ayrıca, tüm uygulamalarda muhafaza süresi uzadıkça protokateşuik asit miktarının azaldığı görülmüştür.

3.9.5 Kaffeik Asit

Kiraz meyvelerinin kaffeik asit miktarları, soğuk muhafaza süresi boyunca belirlenmiş ve uygulamalar arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir (Tablo 3.8). Hasat döneminde meyvelerdeki kaffeik asit miktarı 8,68 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Tüm uygulamalarda, depolama süresiyle birlikte bu miktarın azaldığı kaydedilmiştir. Hasat değerine en yakın miktar Put-1.5mM-10 (7,57 mg/100g) ve Put-1.0mM-10 (7,19 mg/100g) uygulamalarında ölçülmüştür. Kontrol grubuna kıyasla, Putresin uygulamalarının 1.5mM dozu, 10. ve 20. depo günlerinde kaffeik asidin en iyi şekilde korunduğu uygulama olmuştur. 30 gün sonunda ise kiraz meyvelerinde en düşük kaffeik asit miktarı kontrol grubunda (3,45 mg/100g) tespit edilmiştir.

Tablo 3.8 Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin fenolik bileşik (mg/100 g) içerikleri üzerine etkisi (Tablo 3.7'nin devamı).

Depolama zamanı		Kaffeik	p-Kumarik	o-Kumarik
Hasat		8.68 ± 0.16a	6.73 ± 0.10a	9.65 ± 0.14a
10. gün		7.08 ± 0.10b	6.41 ± 0.05b	6.55 ± 0.29b
20. gün		5.52 ± 0.22c	5.63 ± 0.06c	5.08 ± 0.16c
30. gün		4.52 ± 0.22d	4.89 ± 0.09d	4.75 ± 0.11c
Depolama zamanı × Putresin asit interaksyonu				
Hasat		8.68 ± 0.16a	6.73 ± 0.10a	9.65 ± 0.14a
10. gün	Kontrol	6.59 ± 0.13de	6.16 ± 0.05d	5.14 ± 0.10e
	Put0.5mM	6.98 ± 0.11cd	6.38 ± 0.04c	5.82 ± 0.10d
	Put1mM	7.19 ± 0.06bc	6.51 ± 0.02bc	7.26 ± 0.09c
	Put1.5mM	7.57 ± 0.10b	6.60 ± 0.02ab	7.96 ± 0.12b
20. gün	Kontrol	4.15 ± 0.10i	5.27 ± 0.02g	4.53 ± 0.10g
	Put0.5mM	5.70 ± 0.16g	5.62 ± 0.06f	4.62 ± 0.11fg
	Put1mM	5.98 ± 0.12fg	5.84 ± 0.04e	5.27 ± 0.15e
	Put1.5mM	6.26 ± 0.12ef	5.80 ± 0.06e	5.91 ± 0.16d
30. gün	Kontrol	3.45 ± 0.14j	4.43 ± 0.07j	4.32 ± 0.11g
	Put0.5mM	4.15 ± 0.07i	4.74 ± 0.06i	4.50 ± 0.21g
	Put1mM	4.85 ± 0.07h	5.06 ± 0.02h	4.93 ± 0.06ef
	Put1.5mM	5.63 ± 0.28g	5.34 ± 0.06g	5.27 ± 0.10e
ANOVA				
FDepolama Zamanı		52.79***	102.92***	50.64***
FDepolama Zamanı× Putresin		123.79***	193.18***	159.98***

Aynı sütundaki farklı harfler $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.001$ değerlerini göstermektedir.

3.9.6 p-kumarik Asit

Kiraz meyvelerinde soğuk depolama süresi boyunca p-kumarik asit miktarları belirlenmiş ve Tablo 3.8'de sunulmuştur. Tüm uygulamalarda muhafaza süresi boyunca p-kumarik asit miktarında azalma gözlemlenmiştir. En yüksek miktar hasat zamanında 6,73 mg/100g olarak tespit edilmiştir ve bunu sırasıyla Put-1.5mM-10 (6,60 mg/100g) ve Put-1.0mM-10 (6,51 mg/100g) uygulamaları takip etmiştir. Ayrıca, 30 gün sonunda 1.5mM dozunun 10. ve 30. günlerde p-kumarik asidin korunmasında etkili olduğu gözlemlenirken, 20. günde 1.0mM dozunun daha etkili olduğu belirlenmiştir. En düşük asit değerleri ise kontrol gruplarında ölçülmüştür (Tablo 3.8).

3.9.7 o-kumarik Asit

Kiraz meyvesinde farklı putresin dozlarının depo süresince o-kumarik asit miktarına etkisi Tablo 3.8'de sunulmuştur. İstatistiksel olarak, uygulamalar

arasındaki farklılıklar önemli düzeyde bulunmuştur. En yüksek miktar hasat zamanında 9,65 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Bu değere en yakın o-kumarik asit miktarı Put-1.5mM-10 (7,96 mg/100g) ve Put-1.0mM-10 (7,26 mg/100g) uygulamalarında ölçülmüştür. En fazla azalma ise kontrol-30 (4,32 mg/100g) uygulamasında kaydedilmiştir. Ayrıca, 30 gün sonunda 1.5mM dozunun o-kumarik asidin korunmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3.9 Hasat sonrası putresin uygulamalarının depolama süresince kiraz meyvelerinin fenolik bileşik (mg/100 g) içerikleri üzerine etkisi (Tablo 3.7'nin devamı).

Depolama zamanı	Kuersetin	Ferulik	Rutin
Hasat	15.71 ± 0.06a	5.44 ± 0.05a	12.06 ± 0.20bc
10. gün	13.95 ± 0.12b	5.11 ± 0.04b	13.28 ± 0.33a
20. gün	11.76 ± 0.16c	4.98 ± 0.05b	12.50 ± 0.21b
30. gün	10.60 ± 0.12d	4.16 ± 0.07c	11.40 ± 0.09c
Depolama zamanı × Putresin asit interaksyonu			
Hasat	15.71 ± 0.06a	5.44 ± 0.05a	12.06 ± 0.20fg
10. gün	Kontrol	13.28 ± 0.08d	4.90 ± 0.05e
	Put0.5mM	14.00 ± 0.11c	5.10 ± 0.03cd
	Put1mM	14.01 ± 0.04c	5.20 ± 0.05bc
	Put1.5mM	14.50 ± 0.04b	5.26 ± 0.02b
20. gün	Kontrol	10.89 ± 0.07 ₁	4.71 ± 0.03f
	Put0.5mM	11.47 ± 0.06g	4.88 ± 0.04e
	Put1mM	12.18 ± 0.09f	5.07 ± 0.03d
	Put1.5mM	12.49 ± 0.06e	5.25 ± 0.03b
30. gün	Kontrol	10.03 ± 0.03k	3.85 ± 0.04j
	Put0.5mM	10.34 ± 0.05j	4.02 ± 0.03 ₁
	Put1mM	10.80 ± 0.07 ₁	4.24 ± 0.03h
	Put1.5mM	11.21 ± 0.05h	4.54 ± 0.03g
ANOVA			
FDepolama Zamanı	171.38***	72.91***	11.82***
FDepolama Zamanı× Putresin	752.57***	185.52***	145.58***

Aynı sütundaki farklı harfler $p \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel farklılıkları göstermektedir. *, ** ve *** sırasıyla $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ ve $p \leq 0.001$ değerlerini göstermektedir.

3.9.8 Kuersetin

Kiraz meyvesinin kuersetin miktarındaki farklılıklar, yapılan çalışmanın sonuçlarına göre Tablo 3.9'da sunulmuştur. Hasat döneminde 15,71 mg/100g kuersetin miktarı belirlenmiş olup, tüm uygulamalarda bu miktarın depolama süresiyle birlikte değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu değeri sırasıyla Put-1.5mM-10 (14,50 mg/100g) ve Put-1.0mM-10 (14,01 mg/100g) uygulamaları takip etmiştir. 30 gün sonunda en düşük kuersetin miktarı kontrol grubunda (10,03 mg/100g) ölçülmüştür. Put-1.5mM dozunun kuersetini en fazla koruduğu uygulama olduğu belirlenmiştir.

3.9.9 Ferulik Asit

Soğuk depolama süresince kiraz meyvesinin ferulik asit miktarları belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli düzeyde bulunmuştur (Tablo 3.9). Tüm uygulamalarda, muhafaza süresi arttıkça ferulik asit miktarında azalma kaydedilmiştir. Hasat döneminde (5,44 mg/100g) en yüksek ferulik asit değeri ölçülmüş ve bu değeri Put- 1.5mM -10 (5,26 mg/100g) ve Put- 1.5mM -20 (5,25 mg/100g) uygulamaları izlemiştir. Putresin uygulamalarının 1.5mM dozu ferulik asidin en fazla korunduğu uygulama olmuştur. 30 gün sonunda kiraz meyvelerinde en düşük ferulik asit miktarı kontrol grubunda (3,85 mg/100g) ölçülmüştür.

3.9.10 Rutin

Kiraz meyvelerinde soğuk depolama süresince rutin miktarları belirlenmiş ve Tablo 3.9'da sunulmuştur. Hasat döneminde meyvelerdeki rutin miktarı 12,06 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Tüm uygulamalarda bu miktarın depolama süresiyle değişiklikleri gözlemlenmiştir. 30 gün sonunda, kontrol grupları ve uygulamalar sonucunda hasattan daha yüksek değerler elde edilmiştir. Rutin miktarının en yüksek olduğu değer kontrol grubunda 10. günde (15,40 mg/100g) ölçülürken, bunu 20. günde kontrol grubu (13,66 mg/100g) takip etmiştir. En yüksek uygulama değerleri ise Put-0.5mM-10 (13,17 mg/100g) ve Put-0.5mM-20 (12,78 mg/100g) olarak belirlenmiştir. En düşük rutin miktarı ise 30. günde kontrol grubunda ölçülmüştür.

4. TARTIŞMA

Bu araştırma, kiraz meyvelerinin soğuk muhafaza sırasında fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimlere putresin uygulamalarının etkisini kapsamlı bir şekilde ele almıştır. Bulgular, depolama süresi boyunca putresin uygulamalarının, meyve kalitesini koruma ve muhafaza sürelerini uzatma konusunda oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

Putresin uygulamalarının, kiraz meyvelerinde ağırlık kaybını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Özellikle Put-1.5mM dozunun, nem kaybını minimize ederek ağırlık kaybını %5,10 ile sınırladığı gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda bu kaybın %6,64'e ulaştığı tespit edilmiş ve putresin uygulamalarının nem geçirgenliğini azaltarak hücre zarının geçirgenliğini stabilize etme potansiyeli dikkat çekmektedir. Valero ve ark. (2011), yapmış oldukları araştırmada erik meyvelerinde poliaminlerin su kaybını azalttığı ve meyve kalitesini artırdığına yönelik bulguları, bu çalışmayı desteklemektedir. Önceki araştırmalar, meyvelerin depolama sürecinde ağırlık kaybı yaşandığını ve bu kaybın çeşitli uygulamalarla kısmen kontrol altına alınabildiğini ortaya koymuştur (Serrano ve ark. 2003; Erbaş ve Koyuncu, 2016; Çalhan ve ark. 2016). Kayısı meyvelerinde yapılan bir çalışmada, yüksek dozda putresin uygulamasının meyve ağırlık kaybını azalttığı rapor edilmiştir (Khosroshahi ve Esna-Ashari, 2007). Naser ve ark. (2018) ile Persic ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmalar, hurma meyvelerinin depolanması sırasında kalsiyum uygulamasının ağırlık kaybını azalttığını, ancak aloe vera ve gliserin uygulamalarının bu kaybı artırdığını göstermiştir. Ayrıca, Kadı (2005) tarafından yapılan araştırmada, 1 ve 2 mM putresin uygulamasının depolanmış kayısı meyvelerinde ağırlık kaybını azalttığı ve depo ömrünü 15 gün kadar uzattığı rapor edilmiştir. Benzer şekilde, Bal (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, kiraz meyvelerinde uygulanan putresin işleminin, ağırlık kaybını depolama sürecinde %50'ye kadar azaltabildiği belirtilmiştir. Ancak, farklı meyve türlerinde türlerin fizyolojik farklılıkları nedeniyle bu etkinin değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır.

Putresin ve diğer poliaminlerin olgunlaşma sürecini yavaşlatmadaki etkileri literatürde sıkça vurgulanmıştır. Putresin uygulamalarının, kiraz meyvelerinin çürüme oranını düşürmede etkili olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle Put-1.5mM dozu, 30 günlük depolama sonunda dahi çürüme oranını kontrol grubuna göre

anlamli derecede azaltmifstir. Hücresel metabolizmayı düzenleyerek oksidatif stresi azaltan putresin, meyve dokusunun patojenlere karşı direncini artırmifstir. Özdemir ve ark. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, Trabzon hurmalarının 5 ay boyunca depolanması sırasında meyvelerde çürümenin ilk 2 ay boyunca hiç görülmediği, ancak 3. aydan itibaren artarak devam ettiği bildirilmiştir. Bal ve Ürün (2021) tarafından yapılan bir başka çalışmada, çilek meyvelerine uygulanan putresin ile kontrol grubu karşılaştırıldığında, putresin uygulanan grupta çürüme oranının yaklaşık %50 daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Putresin uygulanan meyvelerde, solunumun azalması ve hücre içi faaliyetlerin yavaşlaması sonucu çürüme ve kararma gibi olumsuzlukların daha düşük oranlarda görüldüğu belirtilmiştir. Serrano ve ark. (2003), poliaminlerin çürüme oranını düşürdüğüne dair bulguları bu çalışmayı desteklemektedir. Aynı şekilde Torrigiani ve ark. (2004), poliaminlerin nektarinlerde olgunlaşmayı geciktirdiğini ve meyve dokusunun sertliğini koruduğunu belirtmiştir. Bu bulgular, poliaminlerin, kiraz meyvelerindeki olumlu etkilerinin biyokimyasal temellerini ortaya koymaktadır.

Meyve eti sertliğini ve renk özelliklerini koruma, depolama süresi boyunca taze görünüm ve kaliteyi muhafaza açısından kritik öneme sahiptir. Araştırmamızda, putresin uygulamalarının özellikle renk stabilitesinde etkili olduğu görülmüştür. L, a, b ve Hue değerleri açısından en iyi sonuçlar, Put-1.5mM uygulamasında elde edilmiştir. Bu bulgular, Serrano ve ark. (2003) erik meyvelerinde poliaminlerin yumuşamayı önleyici etkileriyle paralellik göstermektedir. Khan ve ark. (2008) tarafından erik meyveleri üzerinde yapılan bir çalışmada, depolama sürecinde meyve renk değerlerinin koyulaştığı, ancak putresin uygulaması ile bu renk değişiminin kısmen engellendiği belirtilmiştir. şeftali meyvelerinde ise depolama ile renk koyulaşırken, putresin uygulanan meyvelerin daha parlak ve turuncu bir renge sahip olduğu rapor edilmiştir (Singh ve ark., 2020). Benzer şekilde, mango (Malik ve Singh, 2005) ve armut (Hosseini ve ark., 2019) üzerine yapılan çalışmalarda da putresin uygulamasının meyve rengini korumada etkili olduğu ifade edilmiştir. Putresinin, meyve olgunlaşma sürecini yavaşlatarak renk değişimini sınırladığı düşünölmektedir. Bu durum, hurma meyvelerinde olgunlaşma ile birlikte meydana gelen renk koyulaşması ve turuncudan kırmızıya doğru bir geçişin gözlemlenmesiyle desteklenmektedir (Qi ve ark., 2019). Poliaminlerin hücre duvarı dayanıklılığını artırarak oksidatif enzim aktivitelerini düşürdüğu ve bu sayede renk koyulaşmasını engellediği literatürde belirtilmektedir.

Depolama süresince pH değerlerinde artış ve titre edilebilir asitlik seviyelerinde azalma beklenen bir durumdur. Ancak, putresin uygulamalarının bu değişimleri yavaşlatarak meyve kalitesini korumada etkili olduğu görülmüştür. Yapılan uygulamalar arasında en etkili dozun Put-1.5mM dozu olduğu, asitlik kaybını kontrol ederek meyvenin tat ve lezzet özelliklerini muhafaza ettiği tespit edilmiştir. Khosroshahi ve Esna-Ashari'nin (2008) kayısı meyvelerinde benzer şekilde poliamin uygulamalarının titre edilebilir asitlik seviyelerini koruduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar, poliaminlerin farklı meyve türlerinde asitlik dengesi üzerindeki olumlu etkilerini vurgulamaktadır.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar, putresin uygulamalarının depolama süresince çözünebilir kuru madde (SÇKM) değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Depolama süresinin uzamasıyla birlikte SÇKM miktarlarında genel bir azalma görülmesine karşın, belirli putresin konsantrasyonlarının bu kaybı kontrol altına alabildiği tespit edilmiştir. On günlük depolama sonunda, tüm putresin uygulamaları (0.5 mM, 1.0 mM ve 1.5 mM) kontrol grubuna kıyasla daha düşük SÇKM değerleri sağlamıştır. Bu durum, poliaminlerin meyve metabolizmasını yavaşlatarak hücre solunum ve enerji tüketimini kontrol ettiği (Bregoli ve ark., 2016) yönündeki önceki bulguları desteklemektedir. Torrigiani ve ark. (2004), Stark Red Gold nektarinlerinde uygulanan putresin ve diğer poliaminlerin etilen üretimini inhibe ederek meyve olgunlaşmasını geciktirdiğini ve bu sayede SÇKM içeriğini artırdığını bildirmiştir. Yirminci gün sonunda, 0.5 mM ve 1.0 mM putresin uygulamaları, kontrol grubuna göre daha yüksek SÇKM değerleri sağlamış, ancak 1.5 mM dozunda bu etki azalmıştır. Bu sonuç, yüksek putresin dozlarının belirli bir eşikten sonra olgunlaşma sürecine etkisinin sınırlanabileceğini ya da farklı mekanizmalarla meyve metabolizmasını etkileyebileceğini göstermektedir. Benzer şekilde, Ali ve ark. (2010) tarafından kayısı meyvelerinde yapılan çalışmada da poliamin uygulamalarının, doz ve uygulama zamanına bağlı olarak meyve kalitesi üzerinde farklı etkiler gösterdiği ifade edilmiştir. Otuz günlük depolama sonunda, 20 ve 30. günlerde 0.5 mM putresin uygulaması SÇKM değerlerini kontrol gruplarının üzerinde tutarken diğer uygulamalar bu seviyenin altında kalmıştır. Bu bulgu, Torrigiani ve ark. (2004) daha yüksek dozlarda putresinin etkisinin belirginleştiği, ancak farklı meyve türlerinde ve koşullarda doz etkisinin değişkenlik gösterebileceği yönündeki açıklamalarını desteklemektedir. Sonuç olarak, putresin

uygulamalarının meyve olgunlaşmasını geciktirerek SÇKM kaybını azalttığı, dolayısıyla meyve kalitesini ve depo süresini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Ancak, doz ve uygulama süresi gibi faktörlerin etkisinin optimize edilmesi, uygulamaların farklı meyve türleri ve depolama koşullarında elde edilecek başarı üzerinde belirleyici olabileceğini göstermektedir. Bu doğrultuda, daha fazla çalışma ile putresin ve diğer poliaminlerin meyve metabolizması üzerindeki mekanizmalarının ayrıntılı şekilde incelenmesi gerekmektedir.

Meyvelerde bulunan organik asitler, tat profiline önemli bir katkı sağlar ve bu etki, meyvenin içerdiği şeker miktarıyla dengelenir. Bunun yanı sıra, bu asitler meyvelerdeki solunum süreçlerinde hayati bir rol oynar ve enerji üretiminde temel bir kaynak olarak işlev görür. İnsan vücuduna zarar vermeyen organik asitler, hızla oksitlenip metabolize edildikleri için olumsuz bir etki oluşturmaz. Aksine, bu bileşiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri giderek daha fazla ilgi çekmekte ve araştırılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, organik asitlerin kanser ve kalp hastalıkları gibi ciddi sağlık sorunlarının önlenmesinde potansiyel faydalarını ortaya koymuştur. Bu nedenle, meyvelerde bulunan organik asitlerin yalnızca tat ve koruma sağlamakla kalmayıp, insan sağlığı açısından da önemli bir role sahip olduğu ifade edilebilir. Putresin uygulamaları, kiraz meyvelerinde sitrik, malik, süksinik ve okzalik asit gibi organik bileşenlerin yanı sıra antioksidan maddelerin (C vitamini, kateşin, klorojenik asit, gallik asit) korunmasında etkili olmuştur (Watkins ve Ekman, 2005). Organik asit miktarının korunmasında en etkili dozun 1.5 mM putresin olduğu belirlenmiştir. Bu durum, Mirdehghan ve ark. (2007) nar meyvelerinde poliaminlerin antioksidan içeriğini artırdığına dair bulgularını desteklemektedir. Benzer şekilde Naser ve ark. (2018) ile Persic ve ark. (2019) yaptığı çalışmalarda, hurma meyvelerinin saklanması sırasında fumarik asit miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim görülmezken, malik ve okzalik asit miktarlarının azaldığı, sitrik asit miktarının ise başlangıçta azalma gösterip daha sonra arttığı bildirilmiştir. Erbaş (2019) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, erik meyvelerinde organik asit miktarının putresin uygulamasıyla %25'e kadar korunabildiği belirtilmiştir. Bu veriler, putresinin meyvelerde hücre içi süreçleri ve solunum hızını yavaşlatarak organik asit tüketimini azaltabileceği yönündeki görüşleri desteklemektedir. Antioksidan içeriklerin korunması, sadece meyve kalitesini değil, aynı zamanda sağlık açısından da önemli katkılar sunmaktadır.

Kiraz meyvelerinde farklı dozlarda putresin uygulamalarının fenolik bileşenlerin korunması ve depolama süresi boyunca değişimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bulgular, putresin uygulamalarının özellikle yüksek dozlarda (1.5 mM) fenolik asitlerin ve flavonoidlerin korunmasında önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Özellikle 10. gün sonunda Put-1.5mM uygulaması, kateşin, klorojenik asit, gallik asit ve kaffeik asit gibi fenolik bileşenlerde en yüksek değerlerin elde edilmesini sağlamıştır. Bu sonuçlar, poliaminlerin, fenolik bileşenlerin oksidasyonunu ve degradasyonunu engelleyerek meyve kalitesini artırabileceğini göstermektedir. Çalışma sonuçları, literatürde yer alan benzer araştırmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin, Mirdehghan ve ark. (2007) nar meyvelerinde yaptığı çalışmada, putresin ve spermidin uygulamalarının toplam fenolik madde ve antioksidan içeriğini artırdığı belirtilmiştir. Benzer şekilde, Davarynejad ve ark. (2013) kayısı meyvelerinde, putresin uygulamalarının meyve kalitesini koruduğunu ve olgunlaşmayı geciktirdiğini tespit etmişlerdir. Bu durum, poliaminlerin antioksidan özellikleri ile fenolik bileşenlerin oksidatif yıkımını önleyebileceğini desteklemektedir. Bulgular aynı zamanda, muhafaza süresi uzadıkça fenolik bileşenlerde genel bir azalma olduğunu göstermiştir. Özellikle kontrol grubunda, kateşin, klorojenik asit, protokateşuik asit ve kaffeik asit gibi bileşenlerin seviyelerinin depolama süresi boyunca hızla düştüğü gözlenmiştir. Bu durum, fenolik bileşenlerin depolama sırasında oksidatif enzimlerle parçalanmasına bağlanabilir. Bununla birlikte, putresin uygulamalarının bu kayıpları önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Sevinç (2016)'in erik ağaçlarında yaptığı çalışmada da putresin uygulamalarının meyve kalitesini artırarak olgunlaşmayı geciktirdiği ve fenolik bileşenlerin korunmasında etkili olduğu belirtilmiştir.

Putresin uygulamalarının meyve fenolik bileşenlerini koruyarak depolama süresince kaliteyi artırmada önemli bir potansiyel sunduğunu göstermektedir. Özellikle 1.5 mM dozunun, depolama boyunca fenolik asitlerin (örneğin klorojenik asit ve gallik asit) korunmasında ve antioksidan kapasitenin artırılmasında en etkili uygulama olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar, poliaminlerin hasat sonrası meyve kalitesi üzerindeki olumlu etkilerini vurgulayan önceki çalışmaları destekler niteliktedir.

Kiraz meyvelerinde yapılan çalışmada, putresin uygulamalarının solunum hızını önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Özellikle Put-1.5mM-20 uygulaması, 5,87 mg CO₂/kg/h ile en düşük solunum hızını göstermiştir. Bu sonuç,

meyvede enerji tüketiminin azaldığını ve dayanıklılığın arttığını ortaya koymaktadır. Torrigiani ve ark. (2004) tarafından nektarinlerde yapılan çalışmada, poliamin uygulamalarının metabolik aktiviteleri yavaşlattığının bildirilmesi, bu bulgularla paralellik göstermektedir. Literatürde limon, erik, çilek ve kayısı gibi farklı meyve türlerinde yapılan benzer araştırmalar, poliaminlerin meyve metabolizması üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir. Örneğin, Valero ve ark. (1998), limon meyvelerinde putresin uygulamasının raf ömrünü uzattığını, Khosroshahi ve ark. (2007) ise çilek meyvelerinde nem kaybını azalttığını rapor etmiştir. Eriklerde yapılan bir başka çalışmada, 40 günlük depolama süresince putresin uygulamasının CO₂ salınımını düşürdüğü belirtilmiştir. Bu bulgular, poliaminlerin meyve solunum hızını kontrol ederek olgunlaşmayı yavaşlatabileceğini göstermektedir. Erbaş (2019) ve Perez Vicente (2002) tarafından yapılan çalışmalar da putresinin muhafaza süresince solunum hızını azaltarak meyve olgunlaşmasını geciktirdiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, Luo (2007) tarafından hurma meyvelerinde yapılan araştırmalarda, muhafaza sırasında solunum hızının başlangıçta arttığı, ardından azaldığı ifade edilmiştir. Kou ve ark. (2020) ise solunum eğrisinin MCP gibi uygulamalarla düşürüldüğünü belirtmiştir. Bu durum, farklı meyve türlerinde ve uygulama koşullarında solunum hızındaki değişimlerin biyokimyasal mekanizmalarla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Fawole ve ark. (2020), nar meyvelerinde putresin uygulamasının solunum hızını az miktarda artırdığını, bu durumu depolama odasındaki meyve miktarının fazla olması ve fizyolojik bozulmalarla ilişkilendirmiştir. Bu sonuç, uygulama koşullarının ve depo ortamının solunum hızına etkisini dikkate almanın önemini vurgulamaktadır. Elde edilen bulgular, putresinin meyve içi parçalanma faaliyetlerini yavaşlatarak solunum hızını düşürdüğünü ve bu yolla olgunlaşmayı geciktirdiğini düşündürmektedir. Ancak, meyve türü, uygulama dozu ve depolama koşullarının farklılık gösterebileceği göz önünde bulundurularak, bu tür çalışmaların genişletilmesi ve farklı parametrelerle incelenmesi gerekmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına göre, kiraz meyvelerinde soğuk muhafaza süresi boyunca putresin uygulamalarının kalite özellikleri üzerinde önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir. Putresin uygulamaları, kontrol grubuna kıyasla meyve ağırlık kaybını ve çürüme oranını azaltarak, kalite parametrelerini daha iyi korumuştur. Özellikle 1.5 mM putresin dozu, çoğu parametrede en iyi sonuçları sağlamış ve bu dozun, kiraz meyvelerinin soğuk muhafaza süresince kalite kaybını en aza indirdiği gözlenmiştir. Depolama süresi boyunca, putresin uygulanan meyvelerin renk, pH, organik asit ve fenolik bileşik içeriklerinin korunmasında daha etkili olduğu, kontrol grubundaki meyvelerde ise bu değerlerde belirgin azalmalar görüldüğü saptanmıştır. Bu bağlamda, hasat sonrası teknolojilerde putresin uygulamalarının yaygınlaştırılması önerilmektedir. Ancak, meyve türüne ve uygulama dozuna göre etkilerin farklılık gösterebileceği dikkate alınarak, her tür için spesifik protokollerin geliştirilmesi gereklidir.

KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA7 atf sistemi kullanılmıştır.)

- Akbari, A., Khademi, O., Sharafi, Y., & Tabatabaei, S. J. (2017). Effects of putrescine treatment on strawberry fruit cv. 'Camarosa' under NaCl salinity stress. *Journal of Crops Improvement*, 19(1), 147-161.
- Ali, E. A. M., Sarrwy, S. M. A., & Hassan, H. S. A. (2010). Improving Canino apricot trees productivity by foliar spraying with polyamines. *Journal of Applied Sciences Research*, 6(9), 1359-1365.
- Altuntaş, Ö. (2019). Potasyumlu gübrelemenin kirazda meyve kalitesine etkisi (Yüksek lisans tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Bal, E. (2012). Hasat sonrası putresin ve salisilik asit uygulamalarının kirazın soğukta muhafazası üzerine etkisi. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture*, 7(2), 23-31.
- Bal, E., & Ürün, B. A. (2021). Putresin ile kitosan kaplamanın çilek çeşidinin biyoaktif bileşikleri ve kalitesi üzerine etkileri: Soğuk hava deposu sırasında San Andreas. *Erwerbs-Obstbau*, 63(1).
- Başkaya, Z. (2010). Türkiye'de kiraz tarımının coğrafi esasları. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 16(26), 45-72.
- Bayazit, S., & İslam, A. (2017). Türkiye'de yetiştirilen kiraz çeşitleri ve özellikleri. *Bahçe Bilimleri Dergisi*, 26(4), 89-98.
- Bregoli, A. M., Ziosi, V., Biondi, S., Claudio, B., Costa, G., & Torrigiani, P. (2016). A comparison between intact fruit and fruit explants to study the effect of polyamines and aminoethoxyvinylglycine (AVG) on fruit ripening in peach and nectarine. *Postharvest Biology and Technology*, 42(1), 31-40.
- Çalhan, Ö., Onursal, C. E., Seçmen, T., Güneyle, A., & Eren, İ. (2016). Galaxy Gala elma çeşidinde muhafaza öncesi SencyFresh™ uygulamasının depolama süresince meyve kalitesi üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 51-59.
- Çelik, Y., & Sariatın, H. K. (2019). Türkiye'de kiraz üretiminin yapısal analizi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 596-607.
- Çolak, A., & Kunter, B. (2019). Kiraz yetiştiriciliğinde iklim ve toprak faktörlerinin önemi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3), 345-359.
- Davarynejad, G., Zarei, M., Ardakani, E., & Nasrabadi, EM (2013). Putresin uygulamasının iki İran kayısı (Prunus armeniaca L.) çeşidinin depolanabilirliği, hasat sonrası kalitesi ve antioksidan aktivitesi üzerindeki etkisi. *Notulae Scientia Biologicae*, 5 (2), 212-219.
- Dibble, A. R. G., Davies, P. J., & Mutschler, M. A. (1988). Polyamine content of long-keeping Alcobaca tomato fruit. *Plant Physiology*, 86(2), 338-340.
- El Ghaouth, A., Wilson, C., & Wisniewski, M. (2004). Biologically-based alternatives to synthetic fungicides for the control of postharvest diseases of fruit and vegetables. *Diseases of Fruits and Vegetables*, 2, 511-535.
- Ennab, H. A., El-Shemy, M. A., & Alam-Eldein, S. M. (2020). Salicylic acid and putrescine to reduce post-harvest storage problems and maintain quality of Murcott mandarin fruit. *Agronomy*, 10(1), 115. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010115>
- Erbaş, D. (2019). Derim sonrası bazı uygulamaların Angeleno ve Black Diamond erik çeşitlerinin soğukta muhafazası ve kalitesi üzerine etkileri (Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi.

- Erbaş, D., Koyuncu, M. A., Özüsoy, F., & Onursal, C. E. (2018). Derim öncesi putresin uygulamasının 0900 Ziraat kiraz çeşidinin meyve kalitesi üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 7(2), 151-156.
- Erbaş, D., & Koyuncu, M. A. (2016). 1-metilsiklopropen uygulamasının Angeleno erik çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 43-50.
- Eti, S., & Sütyemez, M. (1995). Kiraz üretimi ve pazarlama stratejileri.
- FAO. (2022). World production and trade of cherries: 2022 report. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fawole, O. A., Atukuri, J., Arendse, E., & Opara, U. O. (2020). Postharvest physiological responses of pomegranate fruit (cv. Wonderful) to exogenous putrescine treatment and effects on physico-chemical and phytochemical properties. *Food Science and Human Wellness*, 9(2), 146-161.
- Göney, S. (1987). Türkiye ziraatinin coğrafi esasları I. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2600, Coğrafya Bölümü Yayın No: 110, İstanbul.
- Hosseini, M. S., Babalar, M., Askari, M. A., & Zahedi, S. M. (2019). Comparison of the effect of putrescine application on postharvest quality of *Pyrus communis* cv. "Shah-Miveh" and "Spadona." *Food Science & Nutrition*, 7(1), 14-21.
- Jawandha, S. K., Gill, M. S., Singh, N., & Gill, P. P. S. (2012). Effect of post-harvest treatments of putrescine on storage of mango cv. Langra. *African Journal of Agricultural Research*, 7(48), 6432-6436.
- Kadı, N. (2005). Meyvelerin muhafaza ömrünü uzatan kimyasalların şalak (aprikoz) kayısı çeşidinde soğukta depolama sürecine ve meyve kalitesine etkileri (Yüksek lisans tezi). Ulusal Tez Merkezi.
- Khan, S., & Singh, Z. (2008). Influence of pre- and postharvest applications of putrescine on ethylene production, storage life, and quality of 'Angelino' plum. *Acta Horticulturae*, 768, 125-133.
- Khan, S., & Singh, Z. (2010). Pre-harvest application of putrescine influences Japanese plum fruit ripening and quality. *Food Science and Technology International*, 16(1), 53-64.
- Khosroshahi, M. R. Z., Esna-Ashari, M., & Ershadi, A. (2007). Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruit, cultivar Selva. *Scientia Horticulturae*, 114(1), 27-32.
- Khosroshahi, M. R. Z., Esna-Ashari, M., & Fattahi, M. (2008). Effect of exogenous putrescine on postharvest life of sweet cherry (*Prunus avium*) fruit, cultivar Surati-e Hamedan. *Journal of Applied Horticulture*, 10(2), 154-157.
- Kou, J., Wei, C., Zhao, Z., Guan, J., & Wang, W. (2020). Effects of ethylene and 1-methylcyclopropane treatments on physiological changes and ripening-related gene expression of 'Mopan' persimmon fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 166, 111185.
- Kusano, T., Berberich, T., Tateda, C., & Takahashi, Y. (2008). Polyamines: Essential factors for growth and survival. *Planta*, 228(3), 367-381.
- Küçükçongar, M., Kan, M., Demirtaş, M. N., Öz, M. H., & Ülke, G. (2015). Konya İli Taşkent İlçesi kiraz üreten tarım işletmelerinin yapısının belirlenmesi. Erişim adresi: <https://arastirma.tarimorman.gov.tr>

- Luo, Z. (2007). Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of postharvest persimmon (*Diospyros kaki L.*) fruit. *LWT-Food Science and Technology*, 40(2), 285-291.
- Malik, A. U., & Singh, Z. (2003). Abscission of mango fruitlets as influenced by biosynthesis of polyamines. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78, 721-727.
- Malik, A. U., & Singh, Z. (2005). Pre-storage application of polyamines improves shelf-life and fruit quality of mango. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80(3), 363-369.
- Malik, A. U., Singh, Z., & Tan, S. C. (2006). Exogenous application of polyamines improves shelf life and fruit quality of mango. *Acta Horticulturae*, 699, 291-296.
- Mari, M., Neri, F., & Bertolini, P. (2007). Novel approaches to prevent and control postharvest diseases of fruits. *Stewart Postharvest Review*, 3(6), 1-7.
- Marjan, S. H., Seyed, M. Z., Javier, A., & Mahdieh, K. (2018). Effects of postharvest treatments with chitosan and putrescine to maintain quality and extend shelf-life of two banana cultivars. *Food Science and Nutrition*, 6(5), 1328-1337.
- Martinez-Romero, D., Serrano, M., Carbonell, A., Burgos, L., Riquelme, F., & Valero, D. (2002). Effects of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in apricot. *Journal of Food Science*, 67, 1706-1712.
- Mirdehghan, S. H., Rahemi, M., Serrano, M., Guillén, F., Martínez-Romero, D., & Valero, D. (2007). The application of polyamines by pressure or immersion as a tool to maintain functional properties in stored pomegranate arils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(19), 755-760.
- Naser, F., Rabiei, V., Razavi, F., & Khademi, O. (2018). Effect of calcium lactate in combination with hot water treatment on the nutritional quality of persimmon fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae*, 233, 114-123.
- Oluk, C. A. (2018). Storage methods of minimally processed fruits and vegetables. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 1(1), 96-130.
- Öz, F. (1977). Marmara Bölgesinin önemli yerli kiraz çeşitlerinin meyve pomolojileri, çiçek morfolojileri ve dölleme biyolojileri üzerinde araştırmalar (Uzmanlık tezi). Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Yalova.
- Öz, H., & Süfer, A. (2016). Hasat sonrası uygulamalar ve soğuk muhafaza teknikleri.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., & İsfendiyaroğlu, M. (2004). Ilıman iklim meyve türleri: Sert çekirdekli meyveler (Cilt I). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Özdemir, A.E., Toplu, C., Yıldız, E., & Akyol, H. (2012). Sıcak su uygulamalarının Jiro Trabzon hurmalarında üşüme zararı ve soğukta muhafazaya etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 67-78.
- Öztürk, A. (2020). Kirazın tarihçesi ve kültürel yayılımı. *Dergipark*.
- Perez-Vicente, A. (2002). Effects of putrescine on postharvest physiological changes in mechanically damaged Black Star plums.
- Persic, M., Jakopic, J., & Hudina, M. (2019). The effect of post-harvest technologies on selected metabolites in persimmon (*Diospyros kaki Thunb.*) fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(2), 854-860.

- Polat, A. (2024). *Adana İli Saimbeyli İlçesinde kırsal kalkınma açısından kiraz üretimini ve pazarlamasını geliştirme olanaklarının araştırılması* (Doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Qi, Y., Liu, X., Zhang, Q., Wu, H., Yan, D., Liu, Y., & Yang, Y. (2019). Carotenoid accumulation and gene expression in fruit skins of three differently colored persimmon cultivars during fruit growth and ripening. *Scientia Horticulturae*, 248, 282–290.
- Razzaq, K., Khan, S., Malik, A. U., Shahid, M., & Ullah, S. (2014). Role of putrescine in regulating fruit softening and antioxidative enzyme systems in ‘Samar Bahisht Chaunsa’ mango. *Postharvest Biology and Technology*, 96, 23–32.
- Seeram, N. P. (2010). Berry fruits: Bioactive compounds and their effects on human health. *Nutrition Research*, 30(8), 442–451.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen F. & Valero, D. (2003). Effects of exogenous on improving shelf life of four plum cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 30, 259-271.
- Serrano, M., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Castillo, S., & Valero, D. (2005). Chemical, nutritional, and health properties of sweet cherries: A review. *Food Science and Technology International*, 11(3), 235–247.
- Sevinç, S. (2016). Hasat öncesi putresin ve aminoetoksi-vinilglisin uygulamalarının ‘Angelino’ erik çeşidinde meyve kalitesi üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Ulusal Tez Merkezi (444884).
- Sharma, R., Singh, D., Singh, R., (2009). Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review, *Biological control*, 50(3), 205-221.
- Singh, V., Jawandha, S. K. ve Gill, P. P. S. (2020). Putrescine application reduces softening and maintains the quality of pear fruit during cold storage. *Acta Physiologiae Plantarum*, 42(2), 28.
- Torrigiani, P., Bregoli, A.M., Ziosi, V., Scaramagli, S., Ciriaci, T., Rasori, A., ... & Costa, G. (2004). Pre-harvest polyamine and aminoethoxyvinylglycine (avg) applications modulate fruit ripening in stark red gold nectarines (*Prunus persica L. Batsch*). *Postharvest Biology and Technology*, 33(3), 293-308.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021). Meyve üretimi ve ihracat raporu: Kiraz. Türkiye İstatistik Kurumu Yayınları.
- Ünlü, M., (2015). Yaş meyve ve sebzelerdedirim hasat sonrası oluşan kayıplar ve çözüm önerileri, Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/alata/Belgeler/Diger-belgeler/pdf>, [Ziyaret tarihi: 10 Kasım 2024].
- Valero, D., Martinez R.D., Serrano M., Riquelme F., (1998). Influence of post-harvest treatment with putrescine and calcium on endogenous polyamines, firmness and abscisic acid in lemon (*Citrus lemon L. Burn cv. Verna*), *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 46, 2102-2109
- Valero, D., Perez-Vicente, A., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F., & Serrano, M. (2002). plum storability improved after calcium and heat postharvest treatments, role of polyamines. *Journal of Food Science*, 67(7), 2571-2575.
- Valero, D., Serrano, M., 2010. *Postharvest Biology and Technology for Pre-serving Fruit Quality*. CRC Taylor & Francis, Boca Raton, FL, 288 pp

Valero D, Díaz-Mula HM, Zapata PJ, Castillo S, Guillén F, Martínez-Romero D, Serrano M (2011). Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. *J. Agri. Food Chemistry*, 59: 5483-5489.

Watkins, C. B., & Ekman, J. H. (2005). Role of organic acids in fruit flavor and postharvest physiology. *Postharvest Biology and Technology*. Elsevier.

