

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



ÇİLEK MEYVELERİNİN PRİMER, SEKONDER METABOLİT
İÇERİKLERİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
PUTRESİN UYGULAMASININ ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NİDA UKDE SİLAHTAR

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. MUTTALİP GÜNDOĞDU

BOLU, TEMMUZ - 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Nida Ukde SİLAHTAR tarafından hazırlanan “**Çilek Meyvelerinin Primer, Sekonder Metabolit İçerikleri ve Kalite Özellikleri Üzerine Putresin Uygulamasının Etkisi** ” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği kabul edilmiştir.
8/07/2024

Jüri Üyeleri

İmza

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

.....

Üye
Doç. Dr. Volkan OKATAN
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Akgül TAŞ
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

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

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

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

.....
NİDA UKDE SİLAHTAR

ÖZET

**ÇİLEK MEYVELERİNİN PRİMER, SEKONDER METABOLİT
İÇERİKLERİ VE KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE PUTRESİN
UYGULAMASININ ETKİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
NİDA UKDE SİLAHTAR
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI:) PROF. DR. MÜTTALİP GÜNDOĞDU
BOLU, TEMMUZ- 2024
(XIII + 52)**

Çilek meyveleri, hızla yumuşayan ve çürümeye yatkın yapılarıyla bilinirler, bu nedenle doğru depolama koşullarında muhafaza edilmeleri önem arz etmektedir. Bu çalışmada, çilek meyvelerinin depolama süresince yaşanan kayıpların azaltılması ve meyvedeki biyoaktif bileşik konsantrasyonunun korunması amacıyla farklı dozlarda putresin (0,5, 1,0 ve 1,5 mM) uygulanarak meyveler muhafaza edilmiştir. Meyveler, +4 °C'de ve %90 nemde 21 gün boyunca depolanmış ve 7 gün arayla yapılan analizler ve ölçümlerle depolama sürecinde meydana gelen kalite parametrelerindeki değişiklikler belirlenmiştir. Çalışmada, meyvelerin depolama sürecinde ağırlık kaybı, çürüme oranı, meyve sertliği, suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asitlik (TEA), pH ve meyve renk özellikleri (L*, a*, b*, kroma ve Hueo) ile belirli biyokimyasal özellikler (organik asit, fenolik bileşik) incelenmiştir. Farklı putresin uygulamalarına bağlı olarak farklı depolama süreleri boyunca kontrol grubu meyvelerde genel olarak ağırlık kaybında, çürüme oranında, SÇKM ve TEA değerlerinde artışlar, organik asit ve fenolik bileşiklerde ise genel anlamda düşüşler gözlemlenmiştir. Çalışma süresince putresin, meyve kalite parametrelerini olumlu yönde etkileyerek kayıpları azaltmıştır. Meyve ağırlık kaybı açısından en uygun doz 1,5 mM iken, SÇKM değeri için 1,0 mM dozun tercih edilmesi önerilirken, pH, TEA, meyve rengi ve solunum hızı parametrelerinin korunması açısından 1,0 mM dozun daha etkili olduğu görülmüştür. Organik asitlerin ve fenolik bileşiklerin kaybının önlenmesi için ise sırasıyla 1,5 mM ile 1,0 mM dozlarının daha etkili olduğu belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELE: Çilek, Putresin, Hasat sonrası, Muhafaza, Kalite Özellikleri

ABSTRACT

EFFECT OF PUTRESCINE TRETAMENTS ON PRIMARY, SECONDARY METABOLITE CONTENTS AND QUALITY PROPERTIES OF STRAWBERRY FRUITS

MSC THESIS

NİDA UKDE SİLAHTAR

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

HORTICULTURAL DEPARTMENT

(SUPERVISOR: PROF. DR. MÜTTALİP GÜNDOĞDU)

BOLU, JULY 2024

(XIII + 52)

Strawberries are known for their tendency to soften rapidly and become susceptible to decay, underscoring the importance of preserving them under proper storage conditions. In this study, strawberries were preserved by applying different doses of putrescine (0.5, 1.0, and 1.5 mM) to reduce losses during storage and maintain the concentration of bioactive compounds in the fruit. The fruits were stored at +4°C and 90% humidity for 21 days, and changes in quality parameters during storage were determined through analyses and measurements conducted every 7 days. The study examined various quality parameters including weight loss, decay rate, fruit firmness, soluble solid content (SSC), titratable acidity (TA), pH, fruit color properties (L*, a*, b*, chroma, and hue angle), and specific biochemical characteristics (organic acids, phenolic compounds). Depending on different putrescine applications, increases in weight loss, decay rate, SSC, and TA values were generally observed in the control group fruits over various storage periods, while decreases were observed in organic acids and phenolic compounds. Throughout the study, putrescine positively influenced fruit quality parameters, reducing losses. The most suitable dose for fruit weight loss was 1.5 mM, while 1.0 mM was recommended for SSC value. It was observed that 1.0 mM dose was more effective in preserving pH, TA, fruit color, and respiration rate parameters. To prevent the loss of organic acids and phenolic compounds, doses of 1.5 mM and 1.0 mM were found to be more effective, respectively.

KEYWORDS: Strawberry, Putrescine, Post-harvest, Preservation, Quality Properties

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
ETİK BEYAN	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ.....	x
FOTOĞRAF LİSTESİ.....	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ.....	xii
TEŞEKKÜR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ.....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1 Bitkisel Materyal	13
3.2 Putresin ve Muhafaza Uygulamaları	13
3.3 Metot.....	14
3.3.1 Ağırlık Kaybı (%)	14
3.3.2 Solunum Hızı (mg.kg-1 h -1).....	14
3.3.3 Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (%).....	15
3.3.4 pH.....	16
3.3.5 Titre Edilebilir Asitlik (%)	16
3.3.6 Meyve Rengi (L, a, b, Chroma ve Hue)	16
3.3.7 Çürüme Oranı	18
3.3.8 Organik Asit Analizi	19
3.3.9 Fenolik Bileşik Analizi.....	20
3.4 İstatistiksel Analizler	20
4. BULGULAR.....	21
4.1 Ağırlık Kaybı	21
4.2 Çürüme Oranı.....	21
4.3 Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı	23
4.4 Solunum Hızı	23
4.5 pH	25
4.6 Titre Edilebilir Asitlik.....	25
4.7 Meyve Rengi	27
4.7.1 L* Değeri.....	27
4.7.2 a* Değeri	27
4.7.3 b* Değeri	27
4.7.4 Chroma Değeri.....	28

4.7.5 Hue Değeri.....	28
4.8 Organik Asit İçeriği.....	30
4.8.1 Askorbik asit.....	30
4.8.2 Sitrik Asit.....	30
4.8.3 Fumarik Asit	30
4.8.4 Malik Asit.....	31
4.8.5 Süksinik Asit.....	31
4.8.6 Okzalik asit	31
4.8.7 Tartarik asit.....	32
4.9 Fenolik Bileşik İçeriği	34
4.9.1 Kateşin.....	34
4.9.2 Kolorojenik Asit.....	34
4.9.3 Ferulik Asit	34
4.9.4 Gallik Asit.....	35
4.9.5 o-kumarik Asit	35
4.9.6 p-kumarik Asit	35
4.9.7 Protokateşuik Asit.....	39
4.9.8 Kuersetin.....	39
4.9.9 Rutin.....	39
4.9.10 Siringik Asit.....	39
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	41
6. KAYNAKLAR	48

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Türkiye 'de son 7 yıl çilek üretim grafiği (TUIK,2023)5



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. 2010-2023 yılına göre Dünya çilek üretim miktarları, üretim alanlarının ortalama değerleri (FAO, 2023)	4
Tablo1. 2. (TÜİK, 2023).....	5
Tablo 3. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin ağırlık kaybı, çürüme ve SÇKM oranı üzerin etkisi.	22
Tablo 4. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin titre edilebilir asitlik, pH ve solunum oranı ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) üzerin etkisi.....	24
Tablo 5. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin renk değerleri üzerine etkisi.....	26
Tablo 6. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin organik asit içerikleri üzerine etkisi ($\text{mg}/100\text{g}$).	29
Tablo 7. Tablo 6.nın devamı ($\text{mg}/100\text{g}$).....	33
Tablo 8. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin fenolik bileşik içerikleri üzerine etkisi ($\text{mg}/100\text{g}$).	37
Tablo 9. Tablo 8.'nin devamı ($\text{mg}/100\text{g}$).	38

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 3.1. Hasat sonrası meyvelerin araştırma öncesi genel görünümü	13
Fotoğraf 3.2. Meyvelerin belirlenen dozlarda putresine daldırılıp polietilen kaplar içerisine konulması	14
Fotoğraf 3.3. Testo 535 CO ₂ ölçüm cihazı ile solunum ölçümü.....	15
Fotoğraf 3.4. Çilek meyvesinde SÇKM ölçümü.	15
Fotoğraf 3.5. El tipi kolorimetre ile çilek meyvesinin renk ölçümleri.	17
Fotoğraf 3.6. Kolorimetre renk ölçümü için kullanılan L*, a*, b*, Hue ve Kroma (Chroma) değerlerinin ölçekleri (Kulcu, 2018).....	17
Fotoğraf 3.7. Meyvelerin 7. ve 21. Günlerindeki çürüme oranları.....	18

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Yüzde
μL	: Mikrolitre
μm	: Mikrometre
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
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 sevgili Tuba KIRS hocama,

Eğitim-öğretim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman yanımda olan sevgili aileme ve değerli arkadaşlarım, meslektaşlarım Yunus Emre ARSLAN ve Seda ARI' ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



1. GİRİŞ

Çilek, (*Fragaria vesca*) üzüksü meyveler içerisinde en fazla ve yaygın yetiştiriciliği yapılan türdür. Anavatanı Kuzey ve Güney Amerika'dır. Kuzey Yarımküre' deki ılıman bölgeler ve Güney Yarımkürenin tarım bölgeleri de dahil olmak üzere çok çeşitli ekolojik koşullarda yetişir. Ekolojik şartlara adaptasyon yeteneğinin çok yüksek olmasından dolayı Dünyada en çok yetiştiriciliği yapılan ve 20'den fazla türü bulunan çilek, bitki türlerinin başında gelmektedir. (Anonim, 2019'a; Serçe ve Özgen, 2014). Çileğin kültür tarihi Avrupa'da 14. yüzyıla kadar uzanmaktadır. Fransa'da, çileklerin ev bahçelerinde çiçek olarak yetiştirildiği ve 1324 yılında huzurevi ve hastanelerin giderlerini karşılamak için çilek meyvelerinden gelir elde edildiği belirtilmektedir. Ayrıca, 1386 yılında, Loure kraliyet bahçesine Charles V'nin bahçıvanı aracılığıyla 1200'den fazla çilek bitkisinin ekildiği kaydedilmiştir (Yılmaz, 2009; Türemiş ve Ağaoğlu, 2013). Bu bilgiler, çilek yetiştiriciliğinin tarih boyunca Avrupa'da önemli bir yer tuttuğunu ve kültürel olarak da değerli olduğunu göstermektedir.

Deniz seviyesinden 3255 m yükseklikte, soğuk iklimden, subtropik iklime, sulanabilen çöllerden, Ekvator bölgesine kadar pek çok farklı ekolojik şartlarda doğal olarak yetiştirilmesi mümkündür (Nacar, 2005). Günümüzde en fazla yetiştiriciliği yapılan kültür çeşitleri *Fragaria X ananassa* türleridir (Martinel, 1992). 18. Yüzyıl ortalarında kültür çileği *F. chiloensis* L. ve *F. virginiana* Duch. türlerinin doğal melezlenmeleri sonucu oluşmuştur (Staudt, 1989).

Çilek bitkisinin morfolojik özelliklerine bakıldığında, otsu herdem yeşil tek yıllık ve çok yıllık bir bitkidir. Kökleri esnektir lakin kış aylarında toprağın donup çözülmesi ile köklerde kopmalar meydana gelebilir. Saçak köklü bir bitkidir. Kök gövdesiden çıkan ana kökler primer, bunlar üzerinde oluşan yan kökler de sekonder köklerdir. Yeni ana kökler oluşumlarından birkaç ay sonra odunlaşırlar, renkleri kahverengine dönüşür. Yaprakları spiral olarak dizilmiştir. Her altıncı yaprak birinci yaprağın tam üzerine gelmekte ve bütün yapraklar maksimum düzeyde ışık almaktadır. Çilek yaprakları genel itibarıyla üç parçalıdır. Bitkideki yaprak sayısı ve yaprak alanı ile meyve sayısı arasında sıkı bir ilişki vardır. Bu nedenle bir çeşitte ne kadar fazla yaprak varsa o kadar fazla çiçek salkımı oluşacak demektir (Anonim, 2019). Çilek yalancı meyvedir. Yalancı meyvelerde, etli kısım sadece yumurtalıktan değil, çiçeğin diğer bölümlerinden de oluşur. Tohumlar, etli kısmın

içinde yer alan gerçek meyvenin içinde bulunur. Tohumlar genellikle cevizcik veya aken olarak adlandırılır. Meyvedeki aken sayısı arttıkça, meyvenin iriliği de artar. Embriyoların ürettiği oksinler, yalancı meyvenin etli ve tatlı hale gelmesini sağlar. Çilekte verimi etkileyen en önemli faktörler meyve sayısı ve meyve iriliğidir (Poling,2012).

Çilek yetiştiriciliği için verimli bir üretim sağlanması için belirli toprak koşullarının sağlanması önemlidir. Toprağın derin, nem tutma kapasitesinin yüksek ve kumlu-tınlı olması gerekmektedir. Ayrıca, alüvyal humuslu topraklar ve pH değeri en fazla 6 olan asidik karakterli topraklar da çilek yetiştiriciliği için uygun olan toprak tipleridir (Anonim, 2012; Kargı vd., 2012). Çilek yetiştiriciliğinde verimliliği ve kaliteyi artırmak için toprağın kumlu ve organik madde bakımından zengin olması önemlidir. Bu nedenle, çilek üretimi genellikle vadi içleri, akarsular ve dere yatakları yakınlarında yapılmaktadır. Bu bölgeler genellikle verimli topraklara sahiptir ve çilek yetiştiriciliği için gerekli olan koşulları sağlamaktadır. Bu doğru toprak koşulları, çilek bitkisinin sağlıklı büyümesini, iyi verim ve kaliteli meyveler elde edilmesini sağlar.

Çilek yetiştiriciliğinin hem dünya da hem de ülkemiz de bu kadar yaygın olmasının ana sebepleri birim alanda fazla ürün elde edilmesi, meyvenin hem taze tüketim de hem de işlenmiş ürünlerde kullanılması önemli rol oynamaktadır.

Çileğin popülerliği günden güne artmakla birlikte taze tüketimin yanında katma değer sağlanmış şekilde dondurma, marmelat, reçel, şekerleme vb. tüketimi de oldukça fazladır. Çilek meyvesi yalnızca gıda değil kozmetik alanında parfüm, krem, cilt bakım, oda spreyi gibi birçok alan da yaygın bir kullanıma sahiptir.

Biyokimyasal içerik bakımından sağlıklı beslenmede önemli bir rol oynayan çilek meyvesi, yüksek miktarda C vitamini, antioksidanlar ve lif içerir. C vitamini miktarı limondan daha fazladır (58,8 mg/100g) Mineraller, vitaminler, fenolik bileşikler ve organik asitlerce oldukça zengindir. Enerji (136 cal), protein (0,67g), yağ (0.3g) ve karbonhidrat (7,68g) bakımından fakirdir. Bu özellikler nedeniyle bol miktarda fayda sağlar (Çağlar ve Demirci, 2017). Çileğin kırmızı rengini veren antosiyaninlerin antioksidan özellikleriyle ilgili çalışmalar gerçekten çok ilgi çekici. (Çağlar ve Demirci, 2017) Tarafından yapılan çalışma, çileklerde bulunan antosiyaninlerin insan vücudundaki antioksidan kapasiteyi artırabileceğini ve kanserli hücreler üzerinde antikanserojeni etkiler gösterebileceğini öne

sürmektedir. Ancak, bu sonuçların kesinliği için daha fazla araştırma gerekmektedir.

Çileğin son yıllarda dünya genelinde ve ülkemizde giderek önem kazanmasının en önemli nedenlerinden biri, farklı iklim ve toprak koşullarında ekonomik olarak yetiştirilebilmesidir. Çilek, geniş bir iklim aralığında yetiştirilebilir ve farklı toprak tiplerine uyum sağlayabilir. Bu özellikleri sayesinde, çilek yetiştiriciliği dünya genelinde ve ülkemizde yaygınlaşmıştır.

1.1. Dünya’da Çilek Yetiştiriciliği

Dünya genelinde çilek yetiştiriciliği karasal iklim bölgelerinde çok yıllık, subtropikal iklim bölgelerinde ise tek yıllık gerçekleştirilmektedir. Çok yıllık ve tek yıllık yetiştiricilikte yetiştirme periyodu olarak farklılık yoktur. Ancak, tek yıllık yetiştiricilikte seddeler biraz daha yükseltilir, malç ve damla sulama gibi modern tarım teknikleri daha sık kullanılır. Çilek, dünya çapında üzüksü meyveler arasında en büyük üretim hacmine sahip olanıdır. Çilek üretiminde dünya genelinde ilk 5'e giren üretici ülkeler Çin, ABD, Meksika, Türkiye ve Mısır'dır (FAO, 2023). Bu ülkeler, çilek üretiminde önde gelen ve önemli pazar payına sahip olan ülkelerdir.

Çin Halk Cumhuriyeti, yıllık 3.389.620,19 ton üretimle dünyanın en büyük çilek üreticisi konumundadır. Amerika Birleşik Devletleri ise 1.211.090 tonluk yıllık üretimiyle ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye, yıllık 669.195 ton üretimle üçüncü büyük çilek üreticisi konumundadır. Dördüncü sırada ise Meksika bulunmaktadır ve yılda 653.639 ton çilek üretimi gerçekleştirmektedir (FAO, 2023).

Tablo 1.1. 2010-2023 yılına göre Dünya çilek üretim miktarları, üretim alanlarının ortalama değerleri (FAO, 2023)

Ülkeler	Üretim Miktarı (Ton)	Üretim Alanı (Ha)
ÇİN	3.389.620	101.334
ABD	1.211.090	47.954
TÜRKİYE	669.195	14.417
MEKSİKA	653.639	10.763
MISIR	362.508	8.883
İSPANYA	321.624	7.312
GÜNEY KORE	199.827	6.323
TOPLAM	680.750.3	196.986

1.2. Türkiye’de Çilek Yetiştiriciliği

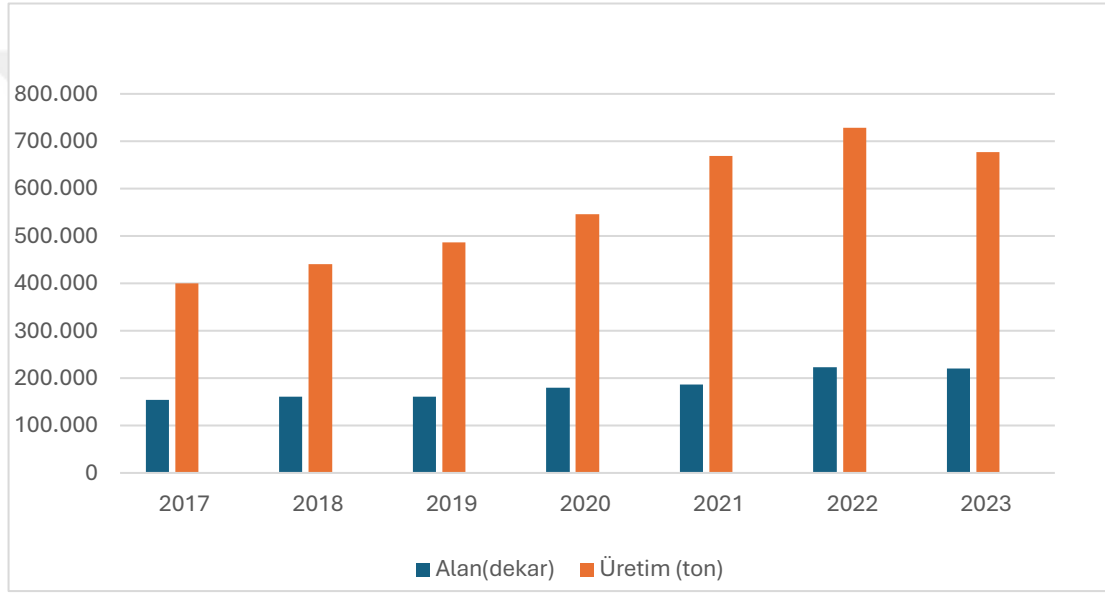
Ülkemizde çilek yetiştiriciliği 1961 yılında başlamış ve ilk üretimde 1.400 hektarlık bir alanda 6.400 ton ürün elde edilmiştir. Bu, çilek yetiştiriciliğinin ülkemizdeki ilk adımlarından biridir ve hızla gelişen bir sektör haline gelmiştir. Bugün Türkiye, çilek üretiminde dünya genelinde önemli bir konuma sahiptir ve çilek yetiştiriciliği ekonomik olarak önemli bir tarımsal faaliyettir. Bu, ülkemizin çilek yetiştiriciliği konusundaki potansiyelini ve başarısını göstermektedir.

Türkiye’de çilek yetiştiriciliği hemen hemen her bölgede yapılmaktadır ve son yıllarda önemli bir artış göstermektedir. FAO istatistiklerine göre, 2018 yılında Türkiye’de çilek yetiştiriciliği için toplamda 16.102 hektarlık üretim alanında 440.968 ton ürün elde edilmiştir. 2019 yılında ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre toplamda 486.705 ton üretim gerçekleşmiştir. Bu verilere göre, çilek üretimi 2018’den 2019’a artmıştır. Çizelge 2.1’ de ülkemizde son 7 yılda çilek üretiminin artışı belirtilmiştir. (TUIK, 2023)

Daha da dikkat çekici olanı, 2023 yılında çilek üretiminin daha da artmış olmasıdır. 2023 yılının sonunda Türkiye’de çilek üretimi 676.818 ton seviyesine yükselmiştir. Bu, çilek yetiştiriciliğinin ülkemizdeki hızlı büyümesini ve potansiyelini göstermektedir. Çilek üretiminin bu artışı, çilek yetiştiriciliğinin Türkiye için önemli bir tarımsal faaliyet olduğunu ve ülkemizin çilek üretimindeki lider konumunu pekiştirmektedir.

Tablo1. 2. (TUIK, 2023)

YIL	Alan(dekar)	Üretim (ton)
2017	153.918	400.167
2018	161.021	440.968
2019	160.899	486.705
2020	179.777	546.525
2021	186.761	669.195
2022	222.715	728.112
2023	219.835	676.818



Şekil 1.1. Türkiye 'de son 7 yıl çilek üretim grafiği (TUIK,2023)

Çilek bitkisinin dokusunun yumuşak olması ve metabolik faaliyetlerin hızlı olması nedeniyle hasat sonrası raf ömrü oldukça sınırlıdır. Bu sebeple uygun koşullar oluşturulmaz ise çürüyerek yüksek oranda kayıplar yaşanması olası bir hal almaktadır. Hasattan sonra oluşan kayıplar 2 ye ayrılır. Birincisi meyvenin miktar bazındaki kayıplarıdır örneğin çürüme, ağırlık, su ve fizyolojik anlamda yaşanan kayıplardır. Tüketici açısından temel kayıp besin değeri ve kalitedir. Bu iki kayıp pazar kaybını oluşturur. (Zeybek, G. ve Turgay, Ö. (2023)

Çilek meyveleri tam renklenme aşamasında yani yeme olumunda hasat edilir. Klimakterik özellik göstermeyen çilek meyvesinde hasattan sonra bir iyileşme göstermez en yüksek kalite yeme olumunda meydana gelir ve o zaman da

hasat edilir. Sadece ihracat olacak ürünlerde çileğin $\frac{3}{4}$ ü renklendiğinde sadece kaliksin alt tarafının renklenmenin olmadığı şekilde hasat edilir. İç pazarda bu hasat tüketici tarafından pek kabul edilmez. Olgunlaşma ve yaşlanma tüm canlılarda olduğu gibi meyvelerde de hasattan sonra devam eder olgunlaşmayla beraber mekanik zararlanmaya duyarlılık artar, meyve eti sertliği azalır, yola dayanım azalır. Meyve kalitesinin muhafazası ve raf ömrünün artırılması için doğal bileşiklerin kullanımına artan bir ilgi gözlemlenmektedir. Hormonlar dışında, bitkilerden elde edilen ve hormonal etkileri olan maddeler de bu amaçla depolarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Salisilik asit, jasmonik asit, brassinosteroidler ve poliaminler, bu doğal bileşiklerden bazılarıdır ve hormonal etkilere sahiptir. Poliaminler, tüm canlı organizmalarda bulunan ve düşük molekül ağırlıklı olan maddelerdir. En yaygın olanları spermidin (Spd), spermin (Spm) ve putresin (Put) olup, bu formlar her bitki hücresinde bulunur. Özellikle putresin, genellikle bitki bünyesinde en yüksek oranda bulunan bir poliamin türevidir (Khosroshahi vd., 2007). Bu bileşikler, genellikle bitki büyümesi ve farklılaşması için gereken hücre içi pH altında pozitif yüklü katyonik moleküllerdir (Pandey vd., 2015). Kakkar ve Rai (1993) tarafından yapılan çalışmalar, bitkisel poliaminlerin çiçeklenme ve meyve olgunlaşmasında önemli bir rol oynadığını ve meyve gelişimiyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar, meyve olgunlaşmasında etilen ve poliaminlerin karşıt etkilerinin yanı sıra, meyvelerin raf ömrü ile poliaminler arasında bir ilişki olduğunu vurgulamışlardır. Yapılan çalışmalarda, dışsal farklı poliamin uygulamalarının meyve eti sertliği, ağırlık kaybı, etilen salgı miktarı, suda çözünebilir kuru madde miktarı, titre edilebilir asit miktarı gibi kalite özelliklerini etkilediği belirlenmiştir (Liu et al., 2006). Örneğin, kayısı (Martinez-Romero et al., 2002), çilek (Khosroshahi et al., 2007), erik (Khan ve Singh, 2008), kiraz (Khosroshahi et al., 2008), nar (Mirdehghan et al., 2007) gibi çeşitli meyvelerde putresin farklı dozlarının uygulanması sonucunda genellikle meyvelerin kalite özelliklerinin korunduğu, olgunlaşmanın geciktiği ve çürümelerin yavaşladığı saptanmıştır. Poliaminlerin sentezi, bitkilerde L-arjinin ve L-metiyonin amino asitleriyle başlamakta olup, bu süreç için iki alternatif sentez yolu bulunmaktadır. Putresin ise arjinaz ile arjininden ve ornitin dekarboksilaz (ODC) ile ornitinden sentezlenmektedir (Bagni ve Tassoni, 2001; Liu et al., 2007). Poliaminlerin etilen sentezinde rol oynayan 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) enziminin sentezini önleyerek etilen üretimini geciktirdiği ve böylece hasat sonrası

olgunlaşmayı geciktirerek muhafaza ömrünü uzattığı bilinmektedir (Valero et al., 2002). Putresin uygulamasının meyve ve sebzelerde hasat sonrası kalite kaybını azaltarak muhafaza süresini uzattığı bilinmektedir. Yapılan bu araştırmada, hasat sonrası putresin uygulamasının depolama süresince çilek meyvelerinin fenolik bileşik, organik asit içerikleri ve bazı kalite kriterleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.



2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

Selva çilek çeşidi üzerinde gerçekleştirilen bir araştırmada, hasat sonrasında meyvelere farklı dozlarda putresin uygulanmış ve bu uygulamanın raf ömrü üzerindeki etkisi incelenmiştir. Putresin uygulanan meyvelerin depolama süresinin kontrol meyvelere göre bir hafta daha uzun süre muhafaza edilmiştir. Ayrıca, putresin uygulanan meyvelerde etilen üretiminin önemli ölçüde azaldığı ve meyve yumuşamasının azaldığı, böylece daha sert meyveler elde edildiği gözlemlenmiştir. Ancak, meyve kalite parametreleri üzerine uygulamanın etkisinin önemli ölçüde olmadığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar, putresin uygulamasının özellikle raf ömrünü artırmada ve meyvelerin sertliğini korumada potansiyel bir değere sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, meyve kalitesi üzerindeki etkisinin daha fazla araştırılması ve netleştirilmesi gerekmektedir. (Khosroshahi vd., 2007).

Japon eriklerinde hasat öncesi dönemde putresin uygulamasının olgunlaşma dönemine ve meyve kalitesine etkilerini inceleyen bir araştırma yapılmıştır. Araştırmada, farklı erik çeşitlerine 0, 0,1, 1 ve 2 mM konsantrasyonlarında putresin hasattan 7 gün önce uygulanmıştır. Bulgular, putresin uygulamasının eriklerde toplam antioksidant miktarını, karoten miktarını, askorbik asit miktarını, SÇKM ve TEA oranlarını azaltarak meyve yumuşamasını da azalttığını göstermiştir (Khan ve Singh, 2010).

Benzer sonuçlar Angeleno erik çeşidinde de elde edilmiştir. Araştırmacılar, hasat öncesi putresin uygulamasının antioksidant miktarını, karoten miktarını, C vitamini miktarını ve SÇKM oranlarını kontrol grubuna göre düşürdüğünü bildirmişlerdir. Ancak, hasat sonrası uygulama yapıldığında TEA ve meyve eti sertlik oranlarının yüksek olduğu ve yine antioksidant, karoten ve C vitamini miktarlarının azaldığı belirtilmiştir (Khan ve Singh, 2008). Bu sonuçlar, putresin uygulamasının hasat öncesi dönemde meyve kalitesini artırabileceğini ancak hasat sonrası uygulamanın istenmeyen etkilere neden olabileceğini göstermektedir.

Ali ve diğerleri (2010) tarafından yapılan bir araştırmada, kayısı meyvesine hasat öncesi sprey şeklinde poliamin uygulamasının kayısının kimyasal ve fiziksel karakteri ile verim üzerindeki etkisi incelenmiştir. Putresin ve spermidinin farklı konsantrasyonları (10-3, 10-4, 10-5 mM) çiçeklenme döneminde kayısı ağaçlarına uygulanmıştır. Poliamin uygulamasının meyve suyu pH miktarını azaltarak meyvelerin daha asidik bir karakter sergilediği belirtilmiştir. Sonuç

olarak, putresin ve spermidin uygulamasının verimi artırdığı ve meyve ağırlığı, meyve hacmi ve SÇKM (suda çözünebilir kuru madde) miktarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Bu bulgular, poliamin uygulamasının kayısı meyvelerinin kalitesini ve verimini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Mango meyvesi ile yapılan bir çalışmada putresin uygulamasının meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Meyvelere farklı dozlarda putresin uygulanarak 30-34°C'de 7 gün süre ile meyvenin olgunlaşması beklenmiş ve 10-12°C'de 28 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Çalışma sonucunda putresin uygulaması, etilen üretimini ve solunum hızını yavaşlatmış, meyve eti sertliğinin azalmasını engellemiştir. Putresin dozları 2.0 mM uygulanmış meyvelerin en yüksek kalitede sonuç verdiği gözlemlenmiştir (Razzaqa vd., 2014)

Mirdehghan ve diğerleri (2007) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, nar meyvesi üzerinde spermidin ve 1 mM putresin daldırma yöntemiyle uygulanmıştır. Meyveler daha sonra kurutulmuş ve 2°C'de 60 gün boyunca saklanmıştır. Çalışmanın bir parçası olarak, meyvelerin raf ömrünü belirlemek amacıyla 60 günün sonunda 20°C'de 3 gün bekletilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, putresin ve spermidin uygulanan meyvelerde askorbik asit, toplam fenolik madde miktarı ve toplam antioksidan miktarının kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, iki poliamin uygulaması karşılaştırıldığında, spermidin uygulamasının toplam fenolik bileşikler ve TEA bakımından putresin uygulamasına göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

İran'da yapılan bir çalışmada, iki farklı dozda (50 ve 150 ppm) putresin uygulamasının bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiş. Her iki dozda da çiçeklenme süresinin daha uzun olduğu rapor edilmiştir. Araştırmacılar kök yoğunluğunun ve meyve ağırlığının arttığını, ancak kol sayısının azaldığını belirtmişlerdir. SÇKM miktarının 50 ppm ile arttığı, ancak 150 ppm ile azaldığı ifade edilmiştir. Meyvelerin vitamin C miktarının her iki dozda arttığı, ancak fenolik bileşik miktarının genel olarak azaldığı görülmüştür (Kazemi, 2013). Bu bulgular, putresin uygulamasının bitki büyümesi ve meyve kalitesi üzerinde karmaşık bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir.

Sevinç (2016), erik meyve ağaçlarına hasat öncesi 5+5 mM ve 10 mM dozlarında putresin uygulamasının meyve özelliklerine olan etkisini incelemiştir. Kontrol grubunda 94.22 gram olarak ölçülen meyve ağırlığı, putresin

uygulamasıyla 97.45 ve 102.09 gram olarak belirlenmiştir. Araştırmacı, meyve boyu, meyve eni ve SÇKM miktarının putresin uygulamasıyla arttığını belirtmiştir. Ayrıca, pH ve TEA miktarının put-5+5 ile azaldığı ancak put-10 ile arttığı bulunmuştur. Toplam fenolik miktarı ve C vitamini miktarının uygulamalarla istatistiksel olarak önemsiz bir şekilde arttığı bildirilmiştir. Bu bulgular, putresin uygulamasının erik meyvelerinin bazı fiziksel özelliklerini ve kimyasal bileşenlerini etkileyebileceğini göstermektedir.

Camarosa çilek çeşidinde yapılan bir araştırmada, bitkiler tuz stresine maruz bırakılmış ve bu bitkilere putresin uygulaması (0, 1.5 ve 3 mM) yapılmıştır. Putresinin kök uzunluğuna herhangi bir etkisi olmamış, ancak 1.5 ve 3 mM putresin uygulanmasının tuz stresinin zararlı etkilerini azalttığı belirlenmiştir. Böylece sürgün uzunluğu, taze ve kuru ağırlık, kök taze ve kuru ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak klorofil içeriği, meyve sayısı, meyvenin taze ve kuru ağırlığı, verim ve titre edilebilir asitlik miktarı artmıştır. Araştırmacılar, sonuç olarak hem 1.5 hem de 3 mM'de putresinin, çilek üretiminde tuz stresinin sınırlanması için iyi bir strateji olduğu sonucuna varmışlardır (Akbari vd., 2017). Bu bulgular, putresin uygulamasının çilek bitkilerinin tuz stresine karşı daha dayanıklı hale gelmesine ve ürün verimliliğinin artmasına yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Çilek bitkilerinde poliamin miktarlarının araştırıldığı iki farklı çalışmada farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bir çalışmada, Festival çeşidinde meyvenin olgunlaşmasıyla putresin miktarının azaldığı, ancak Camarosa çeşidinde arttığı bildirilmiştir (Eti, 2006). Diğer bir çalışmada ise Sweet Charlie çeşidiyle yapılan araştırmada, meyve olgunlaşmasıyla putresin miktarının azaldığı ancak spermidin ve özellikle spermin miktarlarının arttığı ifade edilmiştir (Guo vd., 2018). Bu sonuçlar, çilek çeşitlerinin ve olgunluk dönemlerinin poliamin içeriği üzerindeki etkilerinin karmaşıklığını göstermektedir.

Abbasi ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada, şeftali ağaçlarına farklı dozlarda putresin uygulamasının etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, pazarlanabilir ürün miktarının putresin dozuna bağlı olarak yaklaşık 2 kat arttığını göstermiştir. İkinci yıl verilerine göre, kontrol grubunda ölçülen suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı %9,17 iken, putresin uygulamasıyla bu miktarın doza bağlı olarak %9,23, %9,33 ve %9,40 olarak arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, titre edilebilir asitlik miktarının da putresin dozu arttıkça arttığı gözlemlenmiştir. Bu

bulgular, putresin uygulamasının şeftali ağaçlarının verimliliği ve meyve kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermektedir.

Erdoğan Bal'ın (2012) araştırması, 0°C sıcaklık ve %90±5 oransal nem koşullarında depolanan kiraz meyvelerinin, putresin ve salisilik asit (SA) uygulamaları sonrasında kontrol meyvelerine göre meyve kalitelerini daha iyi koruduğunu belirtmektedir. Araştırma, bu koşullarda kirazların 35 gün boyunca muhafaza edilebileceğini göstermektedir. Meyvelerin muhafazası süresince putresin uygulamasının, SA uygulamasına göre kalite değişimlerini belirli sınırlar dahilinde daha iyi koruduğu sonucuna varılmıştır. Bu bulgular, putresin ve SA gibi uygulamaların kiraz meyvelerinin raf ömrünü uzatmada etkili olduğunu göstermektedir.

Khosroshahi ve diğerleri (2008) tarafından yapılan çalışmada *Prunus persica* L. cv. Zaafarani çeşidi kullanılarak şeftali meyvesinin kalitesi ve depolama ömrü üzerinde putresin konsantrasyonlarının etkisi incelenmiştir. Çeşitli putresin konsantrasyonları (0, 0,5, 1, 2, 3 ve 4 mM) kullanılarak yapılan işlemler, hasattan hemen sonra meyvelerin 2°C'de muhafaza edilmesiyle gerçekleştirilmiştir. İşlem görmüş ve görmemiş meyvelerin et sertliği, suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) miktarı, titre edilebilir asit (TEA) miktarı, pH, ağırlık kaybı ve etilen emisyonu ölçümleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, putresin uygulamasının etilen üretimini azalttığı ve meyve etinin yumuşamasını engellediği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, putresin uygulanan meyvelerde SÇKM ve pH değerlerinin azaldığı, TEA oranının ise arttığı belirlenmiştir. Çalışma, 0,5 mM putresin uygulamasının 14 gün, 1 mM putresin uygulamasının 17 gün, 2 mM putresin uygulamasının 19 gün, 3 mM putresin uygulamasının 21 gün ve 4 mM putresin uygulamasının ise 22 gün boyunca meyvenin en kaliteli şekilde muhafaza edilebileceğini göstermiştir. Bu bulgular, putresin uygulamasının şeftali meyvesinin depolama ömrünü artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Khosroshahi ve diğerleri (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, çilek, kayısı, şeftali ve kiraz meyvelerinin hasat sonrası ömrü üzerinde putresinin etkisi incelenmiştir. Çilek meyveleri 0,3, 0,5, 1 ve 2 mM putresin solüsyonlarına 10 dakika, diğer meyveler ise 0,5, 1, 2, 3 ve 4 mM putresin solüsyonuna 5 dakika süreyle daldırılmıştır. Kontrol grubu meyveler ise damıtılmış su ile muamele edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, tüm meyvelerin hasat sonrası ömrünün

putresin kullanımıyla arttığı tespit edilmiştir. Putresin uygulaması ayrıca meyve etinin depolanma süresince yumuşamasını engellemiş, etilen üretimini ve su kaybını azaltmıştır. Çilek, şeftali ve kayısı meyvelerinde putresin kullanımıyla azalan suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) miktarı, kiraz meyvelerinde ise artış göstermiştir. Bu bulgular, putresin uygulamasının çeşitli meyvelerin depolama ömrünü artırmada etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Putresin daldırma yöntemiyle 1, 2 ve 3 mM dozlarında armut meyvelerine uygulanarak yapılan araştırmada, meyve yumuşamasının azaldığı ve dolayısıyla depolama süresinin uzadığı belirlenmiştir. Ayrıca, bu uygulamanın renk değişikliklerini geciktirdiği, suda çözünür katı madde, nişasta içeriği ve titre edilebilir asitlik miktarını koruduğu gözlemlenmiştir (Singh ve ark., 2020).

Kayısı meyvelerinde hasat sonrası ömrünü uzatmak için putresin uygulanarak yapılan bir çalışmada, genel olarak, putresin uygulamasının etilen üretiminde azalma ve meyve eti sertliğinde artışa yol açtığı belirlenmiştir. Ayrıca, suda çözünür katı madde (SÇKM) ve pH değerlerinde azalma, titrasyon edilebilir asitlik (TEA) değerinde ise artış gözlemlenmiştir. Yüksek dozda putresin uygulanan meyvelerde daha düşük meyve ağırlık kaybı görülmüştür (Khosroshahi ve Esna-Ashari, 2007).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Bitkisel Materyal

Bu araştırmada, Bolu y6resin de yetiştiriciliği yapılan Albion ilek çeşidine ait meyveler kullanılmıştır. (Fotoğraf 3.1) Meyveler yeme olumu kriterlerine g6re hasat edilmiştir (SÇKM oranı yaklaşık %10). Hasat edildiği g6n Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat Fak6ltesi Bahçe Bitkileri b6l6m6 soğuk hava depolarına getirilip 6n soğutma yapıldıktan sonra denemede kullanılmıştır. Meyvelerde daldırma y6ntemiyle farklı dozlarda (0.5, 1.0, 1.5 mM) putresin uygulanmıştır. Analiz işlemlerinde ekstraksiyon aşaması Ziraat Fak6ltesi Bahçe Bitkileri laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Okumalar ise Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Merkezi'nde hizmet alımı yoluyla yapılmış. Bu analizlerde HPLC (Y6ksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) cihazı kullanılmış.



Fotoğraf 3.1. Hasat sonrası meyvelerin araştırma 6ncesi genel g6r6n6m6

3.2 Putresin ve Muhafaza Uygulamaları

Laboratuvar getirilen meyveler 0.5, 1.0 ve 1.5 mM dozlarında hazırlanan putresin içerisine 1 dakika daldırılmıştır (Fotoğraf 3.2). Daha sonra bu meyvelerde polietilen kaplar içerisine 200g koyularak ilk ağırlıkları alınmış ve soğuk hava deposunda 4 6C'de %90 nemde muhafaza altına alınmıştır.

Kontrol grubu olarak belirlenmiş meyveler sadece saf su içerisine 1 dakika daldırılmıştır.

Çilek meyveleri 4 °C’de %90 nemde 7, 14 ve 21 gün süresince soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Meyvelerin depolama süresi sona erdiğinde, hemen CO2 konsantrasyonu, meyve ağırlığı, çürüme oranı, meyve rengi, asitlik, suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) ve pH değerleri belirlenmiştir.



Fotoğraf 3. 2. Meyvelerin belirlenen dozlarda putresine daldırılıp polietilen kaplar içerisine konulması

3.3 Metot

3.3.1 Ağırlık Kaybı (%)

200 gram çilek meyveleri, polietilen kaplara yerleştirilmiş ve başlangıç ağırlıkları 0,01 gram hassasiyetinde dijital teraziyle ölçülerek kaydedilmiştir. Muhafaza süresi boyunca (7, 14 ve 21 gün) çileklerin ağırlıkları yeniden ölçülmüş ve başlangıç ağırlıklarına göre % kayıp hesaplanmıştır.

3.3.2 Solunum Hızı (mg.kg-1 h -1)

Çilek meyvelerinin solunum hızlarını belirlemek için Testo 535 CO2 ölçüm cihazı kullanılarak meyvelerin ortama yaydığı CO2 düzeyi ppm cinsinden ölçülmüştür (Fotoğraf 3.3). Bu amaçla, 1500 mL hacimli bir kabın içine 100 gram meyve yerleştirilmiş ve CO2 ölçüm probu kabın içine yerleştirilmiştir. Kabın hava almasını engellemek için streç film kullanılarak sızdırmazlık sağlanmıştır. Bir saat sonra, meyvelerin yaydığı CO2 miktarı ölçülmüş ve farklı nem içeriklerine bağlı olarak solunum değişimleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$SH = \frac{c \times V \times 44}{m \times t \times 1000 \times 22,4 \times 1000}$$

SH: Solunum Hızı ($\text{mgkg}^{-1} \text{ h}^{-1}$)

m: Meyve ağırlığı (kg)

c: Gaz geçirmez kaptaki CO2 konsantrasyonu (ppm)

V: Gaz geçirmez kabın hacmi (ml) t: Ölçüm zamanı (h)



Fotoğraf 3.3. Testo 535 CO2 ölçüm cihazı ile solunum ölçümü.

3.3.3 Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (%)

El refraktometresi kullanılarak, her tekerrür için sıkılan meyve suyunda ölçüm yapılmıştır (Fotoğraf 3.4).



Fotoğraf 3. 4. Çilek meyvesinde SÇKM ölçümü.

3.3.4 pH

Her tekerrür için sıkılan meyvelerden 10 ml meyve suyu elde edilmiş ve el pH metresi ile ölçülmüştür (Fotoğraf 3.5).



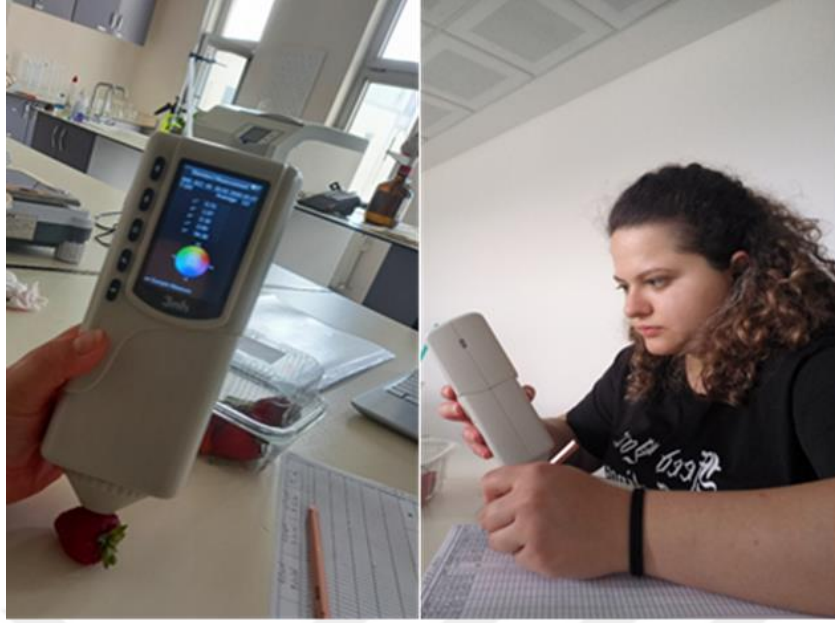
Fotoğraf 3.5 Çilek meyvelerinde pH ve TEA ölçümü.

3.3.5 Titre Edilebilir Asitlik (%)

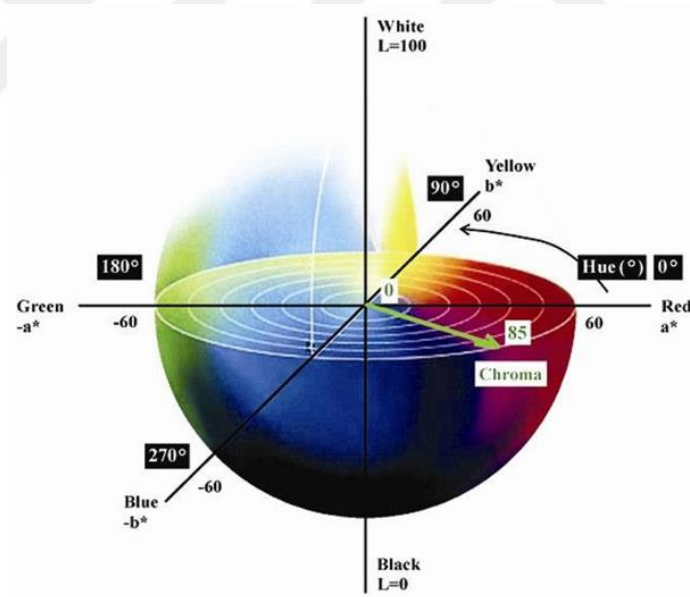
Her tekerrür için sıkılan meyvelerden 10 ml meyve suyu alınarak, malik asit cinsinden hesaplamalar titrasyon tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Fotoğraf 3.5).

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

Renk ölçer cihazı (L, a, b, Chroma ve Hue parametreleri) kullanılarak, her denemede rastgele seçilen 10 meyveden ölçüm yapılmış ve bu ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Elde edilen veriler, renk değişimini gösteren Fotoğraf 3.1'de sunulmuştur. L değeri meyvenin parlaklığını, +a değeri kırmızı tonları, -a değeri yeşil tonları, +b değeri sarı tonları, -b değeri ise mavi tonları ifade etmektedir. Chroma değeri rengin canlılığını veya matlığını, Hue değeri ise renk tonunun kırmızıdan maviye değişimini belirtmektedir (Fotoğraf 3.6).



Fotoğraf 3. 6. El tipi kolorimetre ile çilek meyvesinin renk ölçümleri.



Fotoğraf 3. 5. Kolorimetre renk ölçümü için kullanılan L^* , a^* , b^* , Hue ve Kroma (Chroma) değerlerinin ölçekleri (Kulcu, 2018).

3.3.7 Çürüme Oranı

Çilek meyvesinde çürüme, 0 ile temsil edilen çürüme yok, 1 ile temsil edilen hafif (meyve yüzeyinin %25'ine kadar olan kısmını içerir), 2 ile temsil edilen orta (meyve yüzeyinin %25'inden %50'sine kadar olan kısmı içerir) ve 3 ile temsil edilen şiddetli (meyve yüzeyinin %50'sinden fazlasını içerir) şeklinde bir skalaya göre puanlanmıştır (Fotoğraf 3.7).



Fotoğraf 3. 6. Meyvelerin 7. ve 21. Günlerindeki çürüme oranları

3.3.8 Organik Asit Analizi

Muhafaza 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 kullanılmıştır. Meyve örneklerinden 5 gram alınarak santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Bu örnekler, homojen hale getirilmek üzere 20 ml 0,009 N H₂SO₄ eklenerek işleme tabi tutulmuştur. Daha sonra, çalkalayıcıda 1 saat boyunca karıştırılmış ve 15 dakika boyunca 15000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi sonucunda ayrılan sulu kısım önce kaba filtre kağıdından, ardından iki kez 0,45 µm membran filtreden ve son olarak SEP-PAK C18 kartuşundan geçirilmiştir. Organik asitler, Bevilacqua ve Califano'nun (1989) yöntemine dayanarak yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazında analize tabi tutulmuştur. HPLC sisteminde, Aminex HPX-87 H, 300 mm x 7.8 mm boyutunda bir kolon kullanılmıştır ve cihaz, Agilent paket program içeren bir bilgisayar aracılığıyla kontrol edilmiştir. Sistemdeki DAD dedektörü, 214 ve 280 nm dalga boylarına ayarlanmıştır. Araştırmada mobil faz olarak, 0.009 N H₂SO₄ ile geçirilmiş 0.45 µm membran filtreden kullanılmıştır.

3.3.9 Fenolik Bileşik Analizi

Denemede, gallik asit, protokateşuik asit, kateşin, klorojenik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, o-kumarik asit, rutin, siringik ve kuersetin olmak üzere çeşitli fenolik bileşikler belirlenmiştir. Fenolik bileşiklerin HPLC ile ayrılmasında Rodriguez-Delgado ve ekibinin (2001) yöntemi kullanılmıştır. Çilek örneği, homojenizatörde parçalandıktan sonra distile su ile 1:1 oranında sulandırılmış ve 15000 rpm'de 15 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra, üstte kalan kısım 0.45µm Millipore filtrelerle filtre edilmiş ve HPLC'ye enjekte edilmiştir. Kromatografik ayırım, Agilent 1100 HPLC sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve DAD dedektörü ile entegre edilmiş, 250 x 4.6 mm boyutunda, 4µm ODS kolon kullanılmıştır. 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 gerçekleştirilmiş ve akış hızı 1 mL/dk, enjeksiyon hacmi ise 20 µ olarak belirlenmiştir.

3.4 İstatistiksel Analizler

Bu araştırma, SAS Sürüm 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, ABD) yazılımı kullanarak verileri iki yönlü ANOVA ile analiz edilmiştir. F testi anlamlı olduğunda ortalamalar, Tukey posthoc testiyle karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Ağırlık Kaybı

Yapılan araştırmada çilek meyvelerinin soğukta muhafaza sürecinde meyve ağırlık kaybı miktarındaki değişim sonuçları Tablo 3. 'de sunulmuştur. Elde edilen verilere göre, meyve ağırlık kayıpları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Tüm denemelerde, saklama süresinin uzamasıyla birlikte meyvelerde ağırlık kaybının arttığı gözlemlenmiştir (Tablo 3.). En yüksek ağırlık kaybı, kontrol meyvelerinde 21 gün depolama sonrasında (%5,38) kaydedilmiştir. Meyve ağırlığının en iyi şekilde korunduğu uygulama ise 7 gün saklama süresi ve 1.5mM putresin uygulanmasıyla elde edilmiştir (%0,53). 7 ve 14 gün sonunda, meyve ağırlığı en fazla Put- 1.5mM uygulamasında korunurken, 21 gün sonunda en iyi sonuç Put- 1.5mM uygulamasında (%3,68) elde edilmiştir. Putresin uygulamaları, kontrol grubuna göre ağırlık kayıplarını azaltmış ve en fazla ağırlık kaybı, büyük ölçüde putresin uygulanmayan meyvelerde gözlemlenmiştir (Tablo 3.).

4.2 Çürüme Oranı

Çalışmanın sonuçlarına göre, soğuk muhafaza süresince çilek meyvelerinin çürüme oranındaki putresin etkisi Tablo 3.'de sunulmuştur. Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte, uygulamaya bağlı olarak çürüme oranında bir artış görülmüştür (Bkz. Tablo 3.). İlk 7 günlük dönemde bütün uygulamalarında çürüme meydana gelmeye başlamıştır. 21 günlük depolama sonrasında meyvelerde çürüme oranı en yüksek düzeydedir. Kontrol, Put- 0.5mM -21 ve Put- 1.0mM -21 uygulamaları, çürüme oranının en fazla olduğu uygulama Put-0,5 olmuştur. 21. gün sonunda diğer meyvelerde çürüme oranına en fazla kontrol grubunda belirlenirken özellikle 0.5mM dozunda daha belirgin bir şekilde görülmüştür. Son 14 günlük depolama sürecinde meyvelerde çürüme oranının daha belirgin bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir (Bkz. Tablo 3.).

Tablo 3. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin ağırlık kaybı, çürüme ve SÇKM oranı üzerin etkisi.

Depolama süresi		Ağırlık Kaybı (%)	Çürüme Oranı (%)	SÇKM (%)
Hasat		0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00d	10.87 ± 1.81a
7. gün		1.28 ± 0.28c	1.00 ± 0.19c	9.24 ± 0.33b
14. gün		2.93 ± 0.38b	1.73 ± 0.16b	8.96 ± 0.20b
21. gün		4.71 ± 0.41a	2.64 ± 0.12a	8.40 ± 0.22b
Putresin uygulaması				
Kontrol		2.68 ± 0.71a	1.65 ± 0.35a	8.76 ± 0.61a
Put 0.5 mM		3.39 ± 0.63a	1.92 ± 0.26a	9.25 ± 0.20a
Put 1 mM		2.92 ± 0.53a	1.65 ± 0.31a	9.31 ± 0.20a
Put 1.5 mM		2.01 ± 0.57a	1.38 ± 0.28a	8.86 ± 0.20a
Depolama süresi× Putresin interaction				
Hasat		0.00 ± 0.00f	0.00 ± 0.00f	10.87 ± 1.81a
7. gün	Kontrol	1.85 ± 0.39c-f	1.55 ± 0.55cd	8.50 ± 1.26bc
	Put 0.5mM	1.61 ± 0.98def	1.14 ± 0.43de	9.73 ± 0.39ab
	Put 1mM	1.13 ± 0.18ef	0.69 ± 0.03ef	9.54 ± 0.30ab
	Put 1.5mM	0.53 ± 0.20f	0.61 ± 0.05ef	9.17 ± 0.30abc
14. gün	Kontrol	3.50 ± 1.15a-d	2.16 ± 0.42abc	8.21 ± 0.16bc
	Put 0.5mM	3.46 ± 0.51a-d	1.92 ± 0.08bcd	9.37 ± 0.14abc
	Put 1mM	2.92 ± 0.20b-e	1.64 ± 0.36cd	9.38 ± 0.38abc
	Put 1.5mM	1.82 ± 0.79c-f	1.19 ± 0.10de	8.89 ± 0.45bc
21. gün	Kontrol	5.38 ± 1.26a	2.89 ± 0.11a	7.44 ± 0.31c
	Put 0.5mM	5.09 ± 0.70a	2.72 ± 0.15ab	8.66 ± 0.18bc
	Put 1mM	4.71 ± 0.29ab	2.64 ± 0.22ab	9.00 ± 0.38abc
	Put 1.5mM	3.68 ± 0.86abc	2.33 ± 0.39abc	8.51 ± 0.27bc
ANOVA				
F _{Depolama süresi}		21.64***	29.17***	4*
F _{Putresin}		0.76 ^{öd}	0.46 ^{öd}	0.46 ^{öd}
F _{Depolama süresi× Putresin}		6.23***	9.96***	1.52 ^{öd}

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

4.3 Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

Çilek meyvelerinin suda çözünür kuru madde (SÇKM) içeriği açısından depolama süresi ile putresin etkileşimi incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre, farklı putresin uygulamalarıyla belirlenen SÇKM değerleri, depolama süresine göre değişkenlik göstermektedir. Bu bağlamda, 7 günlük depolama sonrasında, her üç putresin dozunun (0.5mM (SÇKM: %9.73), 1.0mM (SÇKM: %9.54) ve 1.5mM (SÇKM: %9.17)) uygulandığı meyvelerde, kontrol meyvelerine (%8.50) kıyasla önemli ölçüde daha yüksek SÇKM miktarları belirlenmiştir. 14 günlük depolama süresinin sonunda, 0.5mM (SÇKM: %9.37) ve 1.0mM (SÇKM: %9.38) putresin uygulaması yapılan meyvelerde, kontrol meyvelerine (%8.21) kıyasla önemli ölçüde daha fazla SÇKM miktarı saptanmıştır. 21günlük depolama süresinin sonunda, 0.5mM (SÇKM: %8.66) ve 1.0mM (SÇKM: %9.00) putresin uygulaması yapılan meyvelerde, kontrol meyvelerine (%7.44) kıyasla önemli ölçüde daha fazla SÇKM miktarı tespit edilmiştir. Ancak, 0.5mM (SÇKM: %8.66) putresin uygulanan meyvelerde, kontrol meyvelerine (%7.44) kıyasla önemli ölçüde daha düşük SÇKM miktarı belirlenmiştir (Bkz. Tablo 3.).

4.4 Solunum Hızı

Soğuk hava deposunda muhafaza edilen çilek meyvelerinde solunum hızı miktarları belirlenmiş ve Putresin uygulamalarıyla ilgili farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 4.2). Hasat zamanına kıyasla, solunum hızı kontrol 7. 14. ve 21. Günlerde artmıştır. 0.5mM putresin dozlarında 7. 14. 21. günlerde azalmıştır. 1.0mM dozunda ise 7. Ve 14. Günlerde azalmış, 21. Günde ise artmıştır. 1.5mM dozunda ise 7. Ve 21. Günlerde azalmış, 14.günde ise artmıştır (Bkz. Tablo 4.2). Kontrol grubu meyvelerinde 7 gün muhafaza sonunda en yüksek solunum hızı $28.91 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. 7 gün muhafaza sonunda en düşük solunum hızı, 1.5mM putresin uygulamasında $13.44 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada 14. Gün 1.5mM putresin ve 21.gün 1.0mM putresin uygulamalarında solunumun arttığı diğer uygulamalarda azaldığı görülmüştür. En etkili dozun 7.günde 1.5mM olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.).

Tablo 4. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin titre edilebilir asitlik, pH ve solunum oranı ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) üzerin etkisi

Depolama süresi	TEA (%)	pH	Solunum Oranı
Hasat	$1.13 \pm 0.06a$	$3.08 \pm 0.04c$	$25.32 \pm 0.87a$
7. gün	$0.94 \pm 0.02b$	$3.43 \pm 0.05b$	$17.90 \pm 2.02b$
14. gün	$0.80 \pm 0.03c$	$3.59 \pm 0.05a$	$25.15 \pm 1.35a$
21. gün	$0.74 \pm 0.03c$	$3.49 \pm 0.06ab$	$25.96 \pm 0.81a$
Putresin uygulaması			
Kontrol	$0.86 \pm 0.06a$	$3.54 \pm 0.09a$	$27.14 \pm 0.70a$
Put 0.5 mM	$0.88 \pm 0.03a$	$3.59 \pm 0.04a$	$21.18 \pm 1.83b$
Put 1 mM	$0.85 \pm 0.04a$	$3.43 \pm 0.05ab$	$20.39 \pm 1.85b$
Put 1.5 mM	$0.79 \pm 0.04a$	$3.31 \pm 0.05b$	$22.69 \pm 2.66ab$
Depolama süresi $\times$ Putresin interaction			
Hasat	$1.13 \pm 0.06a$	$3.08 \pm 0.04g$	$25.32 \pm 0.87bc$
7. gün	Kontrol	$0.91 \pm 0.03bcd$	$3.63 \pm 0.02abc$
	Put 0.5mM	$0.97 \pm 0.04b$	$3.51 \pm 0.04b-e$
	Put 1mM	$0.95 \pm 0.03bc$	$3.31 \pm 0.09ef$
	Put 1.5mM	$0.91 \pm 0.03bcd$	$3.29 \pm 0.08f$
14. gün	Kontrol	$0.73 \pm 0.05fg$	$3.75 \pm 0.12a$
	Put 0.5mM	$0.87 \pm 0.05b-e$	$3.67 \pm 0.09ab$
	Put 1mM	$0.83 \pm 0.06c-f$	$3.55 \pm 0.04a-d$
	Put 1.5mM	$0.76 \pm 0.03efg$	$3.39 \pm 0.06def$
21. gün	Kontrol	$0.67 \pm 0.03g$	$3.69 \pm 0.02ab$
	Put 0.5mM	$0.81 \pm 0.06def$	$3.58 \pm 0.01a-d$
	Put 1mM	$0.76 \pm 0.06efg$	$3.43 \pm 0.09c-f$
	Put 1.5mM	$0.70 \pm 0.03fg$	$3.24 \pm 0.09fg$
ANOVA			
F Depolama süresi	25.93***	6.43**	6.54**
F Putresin	0.69öd	3.62*	3.26*
F Depolama süresi $\times$ Putresin	8.11***	8.25***	16.33***

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

4.5 pH

Çilek meyvelerinde farklı putresin dozlarının soğukta muhafaza sürecinde pH miktarına etkisi Tablo 4. 'de sunulmuştur. Tüm putresin uygulamalarında muhafaza süresi arttıkça pH miktarı, hasat zamanına göre artış göstermiştir (Tablo 4.). En yüksek pH miktarı, kontrol 14.gün (3,75) de ölçülmüştür. Putresin uygulamasında en yüksek pH put- 0.5mM -14 uygulamasında 3,67 olarak ölçülmüş ve bu değeri Put- 0.5mM -21 (3,58) ve Put- 1.0mM -14 (3,55) uygulamaları takip etmiştir. 0.5, 1.0 ve 1.5mM putresin uygulamalarında 14 günde pH miktarı artış gösterirken, daha sonraki 21günde kısmen azalma yaşanmış, ancak bu azalma hasat miktarından az olmamıştır. Benzer durum, putresin uygulaması yapılmayan kontrol grubunda da görülmüştür. pH miktarı, putresin doz uygulamalarında 14. günde kontrolle kıyasla değişken şekilde artış gösterirken, 21. günde tüm dozlarda azalma göstermiştir.

4.6 Titre Edilebilir Asitlik

Tablo 4.'de görüldüğü üzere, çilek meyvelerinde farklı dozlarda yapılan putresin uygulamalarının muhafaza süresince titre edilebilir asitlik miktarına olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hasat sırasında kaydedilen asitlik oranına kıyasla (%1,13), kontrol ve putresin uygulamaların tamamında titrebilirlik asitin azaldığı gözlemlenmiştir (Tablo 4.). En düşük titre edilebilir asitlik miktarı, kontrol 21.günde (0,67) görülmüştür. Uygulama yapılan en düşük titrebilirlik asit miktarı ise 21. gününde 1.5mM putresin uygulamasında (%0,70) elde edilmiştir. Çalışma kapsamında, 21 günlük depolama süresinin sonunda, her üç putresin dozu için sırasıyla 0.5mM için TEA: %0,81, 1.0 mM için TEA: %0,76 ve 1.5mM için TEA: %0,70), uygulanan meyvelerde kontrol grubuna (TEA: %0,67) göre belirgin derecede daha düşük TEA değerleri saptanmıştır (Tablo 4.). Titrebilir asit miktarı, 7. Gün sonunda ölçülen değerler de TEA put- 0.5mM (0,97), put- 1.0mM (0,95) değerlerinde artış, put- 1.5mM (0,91) değerinde kontrol (0,91) ile aynı kaldığı ölçülmüştür. 14. Gün sonunda kontrol (0,73) değerinden TEA put- 0.5mM (0,87), put-1.0mM (0,83), put- 1.5mM (0,76) değerinde artış görülmüştür. 21. Gün sonunda kontrol (0,67) değerinden TEA put- 0.5mM (0,81), put- 1.0mM (0,76), put- 1.5mM (0,70) değerinde artış görülmüştür (Bkz. Tablo 4.).

Tablo 5. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin renk değerleri üzerine etkisi.

Depolama süresi	L	a	b	c (Chroma)	h (hue)
Hasat	20.56 ± 0.22ab	12.79 ± 1.08a	6.98 ± 0.47a	14.45 ± 1.04a	29.01 ± 0.58ab
7. gün	17.92 ± 0.74b	11.30 ± 0.63a	6.56 ± 0.55a	13.14 ± 0.78a	29.62 ± 1.86b
14. gün	20.70 ± 1.16a	11.62 ± 1.15a	7.70 ± 0.53a	14.07 ± 1.14a	35.03 ± 2.28ab
21. gün	21.02 ± 0.68a	9.45 ± 0.37a	7.16 ± 0.38a	11.93 ± 0.34a	37.10 ± 1.99a
Putresin uygulaması					
Kontrol	18.89 ± 1.09a	10.85 ± 1.19a	6.61 ± 0.58a	12.75 ± 1.25a	33.40 ± 2.04a
Put 0.5 mM	20.53 ± 1.03a	10.98 ± 0.69a	6.88 ± 0.50a	13.05 ± 0.69a	31.08 ± 2.80a
Put 1 mM	20.72 ± 0.68a	10.78 ± 0.62a	7.56 ± 0.46a	13.26 ± 0.65a	34.83 ± 1.89a
Put 1.5 mM	19.93 ± 1.14a	11.21 ± 0.79a	7.64 ± 0.53a	13.71 ± 0.66a	34.88 ± 2.97a
Depolama süresi × Putresin interaction					
Hasat	20.56 ± 0.22abc	12.79 ± 1.08a	6.98 ± 0.47abc	14.45 ± 1.04a	29.01 ± 0.58cd
7. gün	Kontrol	16.37 ± 1.93c	9.34 ± 1.74a	4.76 ± 0.49c	10.54 ± 1.71a
	Put0.5mM	19.04 ± 1.80abc	11.03 ± 0.47a	5.69 ± 0.39bc	12.40 ± 0.60a
	Put1mM	19.41 ± 0.59abc	12.48 ± 1.17a	8.20 ± 0.46ab	15.07 ± 1.07a
	Put1.5mM	16.87 ± 1.06bc	12.36 ± 0.88a	7.60 ± 1.51ab	14.56 ± 1.55a
14. gün	Kontrol	16.81 ± 3.08c	12.45 ± 4.46a	7.08 ± 2.13abc	14.35 ± 4.90a
	Put0.5mM	22.15 ± 2.26a	12.17 ± 1.92a	8.66 ± 0.47a	15.12 ± 1.33a
	Put1mM	22.62 ± 1.13a	9.72 ± 0.62a	8.05 ± 0.23ab	12.65 ± 0.33a
	Put1.5mM	21.22 ± 1.79abc	12.14 ± 1.67a	7.03 ± 0.70abc	14.17 ± 1.13a
21. gün	Kontrol	21.84 ± 1.40a	8.80 ± 0.82a	7.60 ± 0.14ab	11.64 ± 0.72a
	Put0.5mM	20.41 ± 1.37abc	9.75 ± 0.64a	6.30 ± 0.41abc	11.62 ± 0.51a
	Put1mM	20.13 ± 1.02abc	10.15 ± 0.84a	6.42 ± 1.13abc	12.08 ± 1.15a
	Put1.5mM	21.70 ± 2.07ab	9.12 ± 0.80a	8.30 ± 0.48a	12.40 ± 0.49a
ANOVA					
F Depolama süresi	2.66 ^{öd}	2.04 ^{öd}	0.94 ^{öd}	1.4 ^{öd}	2.97*
F Putresin	0.7 ^{öd}	0.04 ^{öd}	0.94 ^{öd}	0.19 ^{öd}	0.5 ^{öd}
F Depolama süresi × Putresin	1.6 ^{öd}	0.82 ^{öd}	1.62 ^{öd}	0.8 ^{öd}	1.9 ^{öd}

Aynı sütundaki farklı harfler p≤0.05 düzeyinde istatistiksel farklılıkları gösterir. öd: önemli değil, **, *** sırasıyla p≤0.05, 0.01 ve 0.001'i gösterir.

4.7 Meyve Rengi

4.7.1 L* Değeri

Soğuk hava depolama süresince çilek meyvelerinin renk değişimi izlenmiş ve Tablo 5.'de sunulmuştur. Uygulamaların L değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar meydana gelmiştir. Meyvelerin hasat döneminde (20,56) sahip oldukları L değerinde muhafaza boyunca put- 0.5mM -14 (22,15), put- 1.0mM -14 (22,62), put- 1.5mM -14 (21,22), kontrol -21 (21.84), put- 1.0mM -21 (21,70) çalışmalarında artış diğer çalışmalarda azalma gözlemlenmiştir (Tablo 5.). En fazla azalma kontrol meyvelerinde 7. gününde (16,37), kaydedilmiş ve bu meyvelerde renk koyulaşması gözlenmiştir. Hasat döneminden sonra, en parlak renge Put- 1.0mM -14 (22,62), put- 1.5 mM-14 (21,22) ve Put- 0.5mM -14 (22,15) uygulamaları sahip olmuştur. 21. Gün sonunda, kontrol -7 (16,37) kıyasla kontrol -21 (21,48) uygulama yapılmamasına rağmen daha parlak renge sahip olmuştur.

4.7.2 a* Değeri

Tablo 5.'de sunulan verilere göre, çilek meyvesinin soğuk muhafaza sürecinde farklı putresin dozlarının a değeri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kontrol grupları ve Putresin uygulamalarıyla birlikte muhafaza süresi boyunca a değeri, hasat zamanına bağlı olarak düşüş göstermiştir. Hasat zamanına en yakın a değeri, Put- 1.0mM -7 uygulamasında 12,48 olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte, en düşük a değeri kontrol-21 gün (8,80) sonunda görülmüştür.

4.7.3 b* Değeri

Depo süresince çilek meyvelerinin b değerleri Tablo 5.'de sunulmuştur ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Kontrol gruplarından hasat a göre 7. Gün de b değerinde düşüş görülmüş olup 14. ve 21. Günlerde artış görülmüştür. Hasat zamanına kıyasla düşüş gösteren diğer b değerleri ise put- 0.5mM -7 (5,69), put- 0.5mM- 21 (6,30) ve put- 1.0mM -21 (6,42) uygulamalarıdır. Hasat zamanına kıyasla en yüksek b değeri put- 0.5mM -14 (8,66) ve bunu takip eden put- 1.5mM -21 (8,30), put- 1.0mM -7 (8,20) uygulamaları olduğu görülmüştür (Bkz. Tablo 5.). En yüksek b değerlerinde kırmızı rengin en iyi korunduğu uygulamalar olduğu görülmüştür.

4.7.4 Chroma Değeri

Tablo 5.'de görüldüğü üzere, çilek meyvesinde farklı putresin dozlarının uygulanmasının muhafaza süresi boyunca Chroma değerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Hasat zamanına bağlı olarak en düşük Chroma değerine sahip en düşük değer kontrol -7 (10,54) de görülmüştür. Hasat zamanına göre en yüksek Chroma değeri put- 0.5mM -14 (15,12) uygulamasında görülmüştür ve bu değeri takip eden en yakın değer put- 1.0mM -7 (15,07) uygulamasında görülmüştür. Yüksek Chroma değerleri ölçülen meyvelerde kırmızı rengin daha canlı olduğu görülmüştür.

4.7.5 Hue Değeri

Soğuk hava depolama süresince çilek meyvelerinin renk değişimi gözlemlenmiş ve Hue değerleri Tablo 5.'de sunulmuştur. Uygulamalar arasında Hue değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir. Hasat zamanına göre Hue değerlerinde depolama süresince bir artış kaydedilmiş ancak bu artışların uygulamalara göre değiştiği gözlemlenmiştir (Tablo 5.). Hasat zamanına bağlı olarak put- 0.5mM -7 (23.86) uygulamasında hue değerinde düşme ve kırmızılığın canlı olduğu saptanmıştır. Bu uygulama hariç kontrol grupları ve diğer uygulamalarda hue değerinin artışı görülmüştür (Bkz. Tablo 5.). En yüksek Hue değeri put- 1.5mM -21 uygulamasında 42,62 olarak ölçülmüştür ve meyvelerin kırmızı renginden uzaklaştığı saptanmıştır.

Tablo 6. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin organik asit içerikleri üzerine etkisi (mg/100g).

Depolama süresi		Askorbik asit	Sitrik asit	Fumarik asit	Malik Asit
Hasat		34.93 ± 1.47a	322.46 ± 2.72a	8.02 ± 0.32a	826.06 ± 7.70a
7. gün		29.94 ± 1.52ab	290.80 ± 5.86a	7.79 ± 0.17a	770.41 ± 14.52a
14. gün		28.13 ± 1.24b	246.30 ± 8.11b	6.92 ± 0.24b	685.88 ± 18.07b
21. gün		21.31 ± 1.27c	204.53 ± 6.82c	6.22 ± 0.18c	571.82 ± 13.96c
Putresin uygulaması					
Kontrol		21.44 ± 1.82b	224.75 ± 16.80a	6.63 ± 0.44a	614.85 ± 35.76a
Put 0.5 mM		25.89 ± 1.48ab	238.47 ± 17.13a	6.66 ± 0.29a	674.50 ± 33.14a
Put 1 mM		28.27 ± 1.77a	263.95 ± 18.88a	7.24 ± 0.28a	697.20 ± 36.11a
Put 1.5 mM		30.23 ± 2.00a	261.67 ± 10.95a	7.38 ± 0.32a	717.60 ± 39.94a
Depolama süresi× Putresin interaction					
Hasat		34.93 ± 1.47a	322.46 ± 2.72a	8.02 ± 0.32ab	826.06 ± 7.70a
7. gün	Kontrol	25.02 ± 0.89cd	274.52 ± 2.36cd	7.80 ± 0.44ab	714.76 ± 3.63d
	Put0.5mM	27.38 ± 1.73bc	285.18 ± 4.56bc	7.43 ± 0.41abc	758.37 ± 3.20c
	Put1mM	32.94 ± 0.79a	315.04 ± 6.15a	7.66 ± 0.31ab	794.22 ± 9.07b
	Put1.5mM	34.41 ± 0.89a	288.45 ± 2.78b	8.27 ± 0.11a	814.31 ± 7.84ab
14. gün	Kontrol	23.35 ± 1.18de	215.07 ± 4.40f	6.59 ± 0.26cde	610.26 ± 5.27f
	Put0.5mM	28.65 ± 0.70b	238.44 ± 2.80e	6.24 ± 0.46ef	686.49 ± 8.37e
	Put1mM	28.41 ± 0.95b	264.70 ± 0.72d	7.59 ± 0.35ab	707.77 ± 4.22d
	Put1.5mM	32.11 ± 1.15a	266.99 ± 3.16d	7.26 ± 0.29bcd	738.99 ± 3.52c
21. gün	Kontrol	15.95 ± 0.79f	184.66 ± 5.31g	5.50 ± 0.16f	519.54 ± 7.17h
	Put0.5mM	21.64 ± 1.15e	191.79 ± 3.46g	6.31 ± 0.18ef	578.64 ± 4.99g
	Put1mM	23.48 ± 1.00de	212.10 ± 3.45f	6.48 ± 0.35de	589.61 ± 9.73fg
	Put1.5mM	24.18 ± 0.51cde	229.58 ± 2.61e	6.60 ± 0.14cde	599.52 ± 9.75fg
ANOVA					
F Depolama süresi		10.95***	35.88***	12.44***	34.36***
F Putresin		4.55*	1.36 ^{öd}	1.28 ^{öd}	1.85 ^{öd}
F Depolama süresi× Putresin		27.54***	148.08***	7.07***	207.51***

Aynı sütundaki farklı harfler p≤0.05 düzeyinde istatistiksel farklılıkları gösterir. öd: önemli değil, **, *** sırasıyla p≤0.05, 0.01 ve 0.001'i gösterir.

4.8 Organik Asit İçeriği

4.8.1 Askorbik asit

Soğuk depolama süresince çilek meyvesinin askorbik asit miktarları belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli ölçüde tespit edilmiştir (Tablo 6.). Tüm uygulamalarda muhafaza süresi boyunca askorbik asit miktarında azalma gözlemlenmiştir (Tablo 6.). Hasat zamanında askorbik asit miktarı 34,93 mg/100g olarak ölçülmüştür. Bu değer, muhafaza süresi ile azalmış ve en fazla azalma kontrol grubunda 21 gün sonra (15,95 mg/100g) tespit edilmiştir. Putresin uygulaması yapılan meyvelerde, kontrol grubuna kıyasla askorbik asit miktarı muhafaza edilmiştir. Hasat zamanına en yakın çıkan Askorbik asit put- 1.5mM -7 (34,41 mg/100g) uygulamasından elde edilmiştir. Hasat zamanına kıyasla en düşük Askorbik asit kontrol -21 günde (15,95 mg/100g) ölçülmüştür, uygulama yapılanlar içerisinde ise put- 0.5mM -21 günde (21,64 mg/100g) olarak ölçülmüştür (Bkz. Tablo 4.4). Uygulama sonucunda 7.gün putresin uygulamalarının daha etkili olduğu gözlemlenmiştir.

4.8.2 Sitrik Asit

Çilek meyvesinin sitrik asit miktarları, soğuk depolama süresince değerlendirilmiş ve önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 6.). Hasat zamanına göre, sitrik asit miktarının muhafaza süresi uzadıkça, tüm uygulamalarda azaldığı gözlemlenmiştir. Hasat zamanı sitrik asit 322,46 olarak ölçülmüş ve bu değere en yakın Put- 1.5mM -7 (288,45 mg/100g) ve Put- 0.5mM -7 (285,18 mg/100g) uygulamaları takip etmiştir. En fazla azalma kontrol grubu meyvelerinde 21. günde kaydedilmiş ve sitrik asit miktarı 184,66 mg/100g olarak belirlenmiştir. Sitrik asit in en çok korunduğu zaman 7.gün uygulamalarında gözlemlenmiştir (Bkz. Tablo 6.).

4.8.3 Fumarik Asit

Çilek meyvelerinin soğuk depolama süresince fumarik asit içerikleri Tablo 6.'da sunulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Hasat zamanı fumarik asit miktarı 8,02 mg/100g olarak kaydedilmiş ve Put- 1.5mM -7 (8,27 mg/100g) uygulamasında hasat zamanına göre fumarik asit miktarının arttığı görülmüştür. Diğer uygulamalarda fumarik asit miktarının azaldığı tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 6.). En düşük fumarik asit miktarı kontrol - 21 (5,50 mg/100g) de tespit edilmiştir. 21 gün depolanan çilek meyvelerinde, en yüksek fumarik asit miktarı 7.gün uygulamalarında tespit edilmiştir.

4.8.4 Malik Asit

Farklı putresin dozlarının çilek meyvelerinde soğuk depolama sürecinde malik asit miktarına olan etkisi Tablo 6.'da sunulmuştur. Muhafaza süresi arttıkça, tüm uygulamalarda malik asit miktarının azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek değer hasat sırasında (826,06 mg/100g) ölçülmüş ve bu uygulamayı Put- 1.5mM -7 (814,31 mg/100g) ve Put- 1.0mM -7 (794,22 mg/100g) uygulamaları izlemiştir. 21 gün sonunda en fazla azalma kontrol grubu meyvelerinde gözlemlenmiştir. 21 gün sonunda uygulamalarda en fazla azalma ise Put- 0.5mM -21 uygulamasında belirlenmiştir (Bkz. Tablo 6.).

4.8.5 Süksinik Asit

Soğuk hava depolama süresince, çilek meyvelerinin organik asit miktarları belirlendi ve süksinik asit miktarları Tablo 7.'de sunuldu. Süksinik asit miktarı, depo süresi uzadıkça azalmıştır, özellikle de kontrol -21 de (149,53 mg/100g) en düşük seviyeye ulaşmıştır. Hasat dönemine göre, süksinik asit miktarı en yüksek değerini Put- 1.0mM -7 (241,96 mg/100g) uygulamasında korumuştur. Bu uygulamayı sırasıyla Put- 0.5mM -7 (219,81 mg/100g) ve kontrol 7.gün (216,55 mg/100g) takip etmiştir. Ayrıca, tüm depolama sürelerinde, süksinik asit miktarı 1.0mM putresin uygulanan meyvelerde daha yüksekken, 1.5mM putresin uygulamalarında daha düşük ölçülmüştür. 21 gün depolanan çilek meyvelerinde, en yüksek süksinik asit miktarı 7.gün uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 7.).

4.8.6 Okzalik asit

Soğuk hava depolama süresince, çilek meyvelerinin organik asit miktarları belirlendi ve okzalik asit miktarları Tablo 7.'de sunuldu. Okzalik asit miktarı, depo süresi uzadıkça azalmıştır, özellikle de kontrol -21 de (113,10 mg/100g) en düşük seviyeye ulaşmıştır. Hasat dönemine göre, okzalik asit miktarı en yüksek değerini Put- 1.5mM -7 (167,66 mg/100g) uygulamasında korumuştur. Bu uygulamayı sırasıyla Put- 1.0mM -7 (150,15 mg/100g) ve Put- 1.5mM -14 (147,94 mg/100g) takip etmiştir. Ayrıca, tüm depolama sürelerinde, kontrol meyvelerine kıyasla okzalik asit miktarı 1.5mM putresin uygulanan meyvelerde daha yüksekken, 0.5mM putresin uygulamalarında daha düşük ölçülmüştür. 21 gün depolanan çilek meyvelerinde, en yüksek okzalik asit miktarı 7.gün uygulamalarında tespit edilmiştir (Tablo 7.).

4.8.7 Tartarik asit

Soğuk depolama süresince çilek meyvesinin tartarik asit miktarları belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli ölçüde tespit edilmiştir (Tablo 7.). Tüm uygulamalarda muhafaza süresi boyunca tartarik asit miktarında azalma gözlemlenmiştir (Tablo 7.). Hasat zamanında tartarik asit miktarı 57,61 mg/100g olarak ölçülmüştür. Hasat zamanına kıyasla en düşük tartarik asit Put- 0.5mM -21 (31,96 mg/100g) ölçülmüştür. Putresin uygulaması yapılan meyvelerde, kontrol grubuna kıyasla tartarik asit miktarı muhafaza edilmiştir. Hasat zamanına en yakın çıkan tartarik asit Put- 0.5mM -7 (48,32 mg/100g) uygulamasından elde edilmiştir. Uygulama sonucunda 7.gün putresin uygulamalarının daha etkili olduğu gözlemlenmiştir (Bkz. Tablo 7.).

Tablo 7. Tablo 6.nın devamı (mg/100g).

Depolama süresi		Okzalik asit	Süksinik asit	Tartarik asit
Hasat		173.45 ± 2.78a	281.17 ± 2.97a	57.61 ± 2.12a
7. gün		150.80 ± 4.11b	223.14 ± 4.54b	49.00 ± 1.12b
14. gün		137.27 ± 3.81c	199.13 ± 6.12c	43.42 ± 0.82c
21. gün		124.23 ± 3.75d	183.19 ± 9.10c	34.14 ± 0.66d
Putresin uygulaması				
Kontrol		125.67 ± 5.51c	179.49 ± 12.61b	40.64 ± 2.50a
Put 0.5 mM		132.05 ± 5.12bc	204.20 ± 6.04a	41.17 ± 3.12a
Put 1 mM		141.96 ± 3.66ab	223.84 ± 6.10a	41.93 ± 2.44a
Put 1.5 mM		150.06 ± 6.30a	199.76 ± 6.89ab	45.01 ± 3.20a
Depolama süresi × Putresin interaction				
Hasat		173.45 ± 2.78a	281.17 ± 2.97a	57.61 ± 2.12a
7. gün	Kontrol	142.18 ± 1.60bc	216.55 ± 6.71cd	46.84 ± 1.48cd
	Put0.5mM	143.23 ± 2.97bc	219.81 ± 4.45c	48.32 ± 1.56c
	Put1mM	150.15 ± 4.98b	241.96 ± 3.20b	48.07 ± 2.41c
	Put1.5mM	167.66 ± 4.49a	214.27 ± 3.70cd	52.78 ± 2.14b
14. gün	Kontrol	121.73 ± 1.38e	172.39 ± 1.93f	41.53 ± 0.84e
	Put0.5mM	136.22 ± 0.97cd	204.70 ± 3.34d	43.22 ± 1.45de
	Put1mM	143.19 ± 2.48bc	214.06 ± 3.52cd	42.46 ± 0.83de
	Put1.5mM	147.94 ± 2.61b	205.37 ± 3.78d	46.49 ± 1.14cd
21. gün	Kontrol	113.10 ± 2.13e	149.53 ± 3.86g	33.54 ± 1.19f
	Put0.5mM	116.69 ± 2.36e	188.10 ± 3.55e	31.96 ± 1.22f
	Put1mM	132.55 ± 3.61d	215.50 ± 6.50cd	35.27 ± 0.52f
	Put1.5mM	134.58 ± 3.80cd	179.64 ± 6.05ef	35.78 ± 0.29f
ANOVA				
F Depolama süresi		14.92***	16.78***	69.39***
F Putresin		4.22*	4.73*	0.48 ^{öd}
F Depolama süresi × Putresin		34.8***	56.26***	28.03***

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

4.9 Fenolik Bileşik İçeriği

4.9.1 Kateşin

Çilek meyvelerinde soğuk depolama süresi boyunca kateşin miktarlarının değişimi Tablo 8’de sunulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hasat zamanı Kateşin miktarı 10,01 mg/100g olarak kaydedilmiş ve putresin kullanılan bazı uygulamalarda kateşin miktarı hasat zamanına kıyasla arttığı tespit edilmiştir. En belirgin artış, putresin uygulaması yapılmayan 7. Gün kontrol grubunda 14,83 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Hasat zamanına kıyasla en düşük kateşin miktarı put- 1.5mM -21 (9,55 mg/100g) ve kontrol -21 (9,73 mg/100g) de görülmüştür (Bkz. Tablo 8.).

4.9.2 Klorojenik Asit

Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre, çilek meyvesinde soğuk depolama süresince klorojenik asit miktarındaki değişimler Tablo 8.’de sunulmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. 21 günlük depolama süresi boyunca, hasat dönemindeki (12,86 mg/100g) klorojenik asit miktarının tüm uygulamalarda azaldığı belirlenmiştir. En belirgin azalma, kontrol -21 (7,42 mg/100g) ve Put- 0.5mM -21 uygulamasında (7,75 mg/100g) gözlemlenmiştir. Hasattan sonra en yüksek değer, Put- 1.5mM -7 uygulamasında 12,72 mg/100g olarak ölçülmüştür. Kontrol grubuna kıyasla, 1.5mM doz uygulamasının klorojenik asit miktarının korunmasına önemli etkisi olduğu gözlemlenmiştir (Bkz. Tablo 8.).

4.9.3 Ferulik Asit

Soğuk depolama süresince çilek meyvesinin ferulik asit miktarları belirlenmiş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli düzeyde bulunmuştur (Tablo 8.). Tüm uygulamalarda, muhafaza süresi arttıkça ferulik asit miktarında azalma kaydedilmiştir. Hasat döneminde (2,12 mg/100g) en yüksek ferulik asit değeri ölçülmüş ve bu değeri Put- 1.0mM -7 (1,88 mg/100g) ve Put- 0.5mM -7 (1,81 mg/100g) uygulamaları izlemiştir. Putresin uygulamalarının 1.0mM dozu, 7 ve 14 depo günlerinde ferulik asidin en fazla korunduğu uygulama olmuştur, ancak 21 gün uygulamalarında ferulik asidin en fazla korunduğu uygulama 1.5mM dozunda görülmüştür. 21 gün sonunda çilek meyvelerinde en düşük ferulik asit miktarı kontrol grubunda (1,13 mg/100g) ölçülmüştür.

4.9.4 Gallik Asit

Çilek meyvesinin soğuk depolama süresi boyunca farklı putresin dozlarının gallik asit miktarına etkisi Tablo 8.'de sunulmuştur. Gallik asit miktarı, depo süresi uzadıkça azalmıştır. Hasat zamanına kıyasla kontrol meyvelerinde gallik asit miktarının düştüğü görülmüştür. Ancak putresin uygulaması yapılan meyvelerde gallik asit miktarının daha iyi korunduğu tespit edilmiştir. Gallik asit miktarının en iyi 7. Gün sonunda yapılan putresin uygulamalarında görülmüştür. Araştırmanın gerçekleştirildiği depolama süreleri boyunca, en yüksek gallik asit miktarı put- 1.0mM -7 (25,89 mg/100g) uygulamasında elde edilmiştir. Ve bunu takip eden uygulamalar put- 1.5mM -7 (24,27 mg/100g), put- 0.5mM -7 (24,21 mg/100g) olarak tespit edilmiştir.

4.9.5 o-kumarik Asit

Çilek meyvesinde farklı putresin dozlarının depo süresince o-kumarik asit miktarına etkisi Tablo 8.'de sunulmuştur. İstatistiksel olarak, uygulamalar arasındaki farklılıklar önemli düzeyde bulunmuştur. En yüksek miktar hasat zamanında 1,64 mg/100g olarak tespit edilmiş ve bu değeri put- 1.5mM -7 (1,64 mg/100g) de korunmuştur bu değerlere en yakın o-kumarik asit miktarı put- 1.0mM -7 1,52 mg/100g olarak ölçülmüştür. Bu değerlere en yakın put- 1.0mM -7 (1,61 mg/100g), put- 0.5mM -7 (1,52 mg/100g) ve put- 1.5mM -14 (1,50 mg/100g) uygulamaları izlemiştir. Put-1.5mM -7 uygulaması aynı kalıp diğer tüm uygulamalarda o-kumarik asit miktarında azalma gözlenmiştir. Ayrıca, 21 gün sonunda 1.5mM dozunun o-kumarik asidin korunmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. En fazla azalma kontrol -21 (0,76 mg/100g) uygulamasında kaydedilmiştir.

4.9.6 p-kumarik Asit

Çilek meyvelerinde soğuk depolama süresi boyunca p-kumarik asit miktarları belirlenmiş ve Tablo 9'da sunulmuştur. Tüm uygulamalarda, muhafaza süresi boyunca p-kumarik asit miktarında azalma gözlemlenmiştir. En yüksek miktar hasat zamanında 1,16 mg/100g olarak tespit edilmiş ve bu değeri put- 1.5mM -7 (1,6 mg/100g) de korunmuştur bu değerlere en yakın put- 1.0mM -7 (1,10 mg/100g) ve put- 1.5mM -14 (1,08 mg/100g) uygulamaları izlemiştir. Put- 1.5mM -7 uygulaması aynı kalıp diğer tüm uygulamalarda p-kumarik asit miktarında azalma gözlenmiştir. Ayrıca, 21 gün sonunda 1.5mM dozunun p-kumarik asidin

korunmasında etkili olduğu gözlemlenmiştir. En düşük asit değeri ise kontrol gruplarında ölçülmüştür (Bkz. Tablo 9.).



Tablo 8. Hasat sonrası Putresin uygulamalarının çilek meyvelerinin fenolik bileşik içerikleri üzerine etkisi (mg/100g).

Depolama süresi		Kateşin	Klorojenik	Ferulik	Gallik	o-Kumarik
Hasat		10.01 ± 0.26b	12.86 ± 0.07a	2.12 ± 0.06a	29.50 ± 0.13a	1.64 ± 0.05a
7. gün		12.61 ± 0.53a	12.05 ± 0.21a	1.73 ± 0.06b	24.07 ± 0.81b	1.53 ± 0.05ab
14. gün		11.24 ± 0.25b	10.05 ± 0.28b	1.45 ± 0.05c	20.54 ± 0.81c	1.35 ± 0.05b
21. gün		10.25 ± 0.29b	8.02 ± 0.19c	1.21 ± 0.03d	17.17 ± 0.30d	1.13 ± 0.09c
Putresin uygulaması						
Kontrol		11.73 ± 1.00a	9.38 ± 0.71a	1.34 ± 0.08a	18.58 ± 1.10a	1.11 ± 0.12b
Put 0.5 mM		11.93 ± 0.21a	9.68 ± 0.76a	1.44 ± 0.12a	21.73 ± 1.19a	1.36 ± 0.06ab
Put 1 mM		11.34 ± 0.38a	10.23 ± 0.75a	1.57 ± 0.12a	21.83 ± 1.64a	1.39 ± 0.08a
Put 1.5 mM		10.47 ± 0.33a	10.87 ± 0.74a	1.51 ± 0.08a	20.22 ± 1.49a	1.49 ± 0.06a
Depolama süresi× Putresin interaction						
Hasat		10.01 ± 0.26ef	12.86 ± 0.07a	2.12 ± 0.06a	29.50 ± 0.13a	1.64 ± 0.05a
7. gün	Kontrol	14.83 ± 0.08a	11.33 ± 0.07d	1.56 ± 0.07c	21.90 ± 0.26cd	1.36 ± 0.06bc
	Put0.5mM	12.31 ± 0.52b	11.86 ± 0.07c	1.81 ± 0.07b	24.21 ± 0.85bc	1.52 ± 0.11ab
	Put1mM	12.20 ± 0.25b	12.30 ± 0.34bc	1.88 ± 0.12b	25.89 ± 1.71b	1.61 ± 0.08a
	Put1.5mM	11.10 ± 0.26cd	12.72 ± 0.08ab	1.67 ± 0.08bc	24.27 ± 2.53bc	1.64 ± 0.06a
14. gün	Kontrol	10.62 ± 0.35de	9.41 ± 0.04f	1.34 ± 0.04d	17.75 ± 0.29ef	1.21 ± 0.05c
	Put0.5mM	11.99 ± 0.26b	9.43 ± 0.30f	1.34 ± 0.07d	22.85 ± 0.20c	1.32 ± 0.07bc
	Put1mM	11.59 ± 0.18bc	10.18 ± 0.08e	1.57 ± 0.05c	22.30 ± 0.67c	1.38 ± 0.05bc
	Put1.5mM	10.75 ± 0.42cde	11.19 ± 0.13d	1.55 ± 0.06c	19.27 ± 0.09de	1.50 ± 0.05ab
21. gün	Kontrol	9.73 ± 0.06f	7.42 ± 0.08ı	1.13 ± 0.07e	16.10 ± 0.44f	0.76 ± 0.05d
	Put0.5mM	11.49 ± 0.10bc	7.75 ± 0.12ı	1.17 ± 0.06de	18.13 ± 0.21ef	1.24 ± 0.06c
	Put1mM	10.24 ± 0.13ef	8.23 ± 0.12h	1.25 ± 0.06de	17.32 ± 0.35ef	1.19 ± 0.07c
	Put1.5mM	9.55 ± 0.30f	8.70 ± 0.04g	1.30 ± 0.06de	17.12 ± 0.13ef	1.33 ± 0.07bc
ANOVA						
F <i>Depolama süresi</i>		7.84***	66.16***	36.98***	31.67***	8.94***
F <i>Putresin</i>		1.3 ^{öd}	0.78 ^{öd}	0.85 ^{öd}	1.24 ^{öd}	3.64*
F <i>Depolama süresi× Putresin</i>		26.18***	167.82***	18.8***	19.25***	13.41***

Aynı sütundaki farklı harfler p≤0.05 düzeyinde istatistiksel farklılıkları gösterir. öd: önemli değil, **, *** sırasıyla p≤0.05, 0.01 ve 0.001'i gösterir.

Tablo 9. Tablo 8.'nin devamı (mg/100g).

Depolama süresi		p-Kumraik	Protokateşuik	Kuersetin	Rutin	Siringik asit
Hasat		1.16 ± 0.05a	7.45 ± 0.10a	1.33 ± 0.05abc	0.62 ± 0.03b	2.44 ± 0.09a
7. gün		1.01 ± 0.05ab	6.16 ± 0.11b	1.63 ± 0.07a	0.95 ± 0.08ab	2.17 ± 0.09a
14. gün		0.89 ± 0.05bc	5.62 ± 0.16c	1.38 ± 0.07b	1.07 ± 0.07a	1.58 ± 0.05b
21. gün		0.80 ± 0.05c	5.04 ± 0.17d	1.10 ± 0.07c	1.06 ± 0.13ab	1.34 ± 0.05c
Putresin uygulaması						
Kontrol		0.76 ± 0.05c	5.10 ± 0.24b	1.47 ± 0.15ab	1.15 ± 0.07a	1.49 ± 0.13a
Put 0.5 mM		0.83 ± 0.04bc	5.46 ± 0.26ab	1.16 ± 0.10b	0.89 ± 0.08a	1.67 ± 0.15a
Put 1 mM		0.95 ± 0.06ab	5.84 ± 0.18a	1.32 ± 0.10ab	1.05 ± 0.18a	1.82 ± 0.20a
Put 1.5 mM		1.06 ± 0.05a	6.03 ± 0.17a	1.53 ± 0.07a	1.03 ± 0.07a	1.80 ± 0.17a
Depolama süresi× Putresin interaction						
Hasat		1.16 ± 0.05a	7.45 ± 0.10a	1.33 ± 0.05defg	0.62 ± 0.03d	2.44 ± 0.09a
7. gün	Kontrol	0.86 ± 0.08de	5.74 ± 0.08c	1.87 ± 0.06a	1.21 ± 0.04abc	1.87 ± 0.02cd
	Put0.5mM	0.92 ± 0.05bcd	6.19 ± 0.06b	1.40 ± 0.01cdef	0.70 ± 0.03cd	2.12 ± 0.12bc
	Put1mM	1.10 ± 0.06ab	6.32 ± 0.19b	1.58 ± 0.06bc	0.82 ± 0.09bcd	2.39 ± 0.18ab
	Put1.5mM	1.16 ± 0.07a	6.40 ± 0.10b	1.68 ± 0.08ab	1.09 ± 0.06abcd	2.30 ± 0.15ab
14. gün	Kontrol	0.77 ± 0.07de	5.09 ± 0.07e	1.47 ± 0.08bcde	1.28 ± 0.06ab	1.42 ± 0.04efgh
	Put0.5mM	0.84 ± 0.08de	5.41 ± 0.06d	1.20 ± 0.06fgh	0.88 ± 0.07abcd	1.51 ± 0.08efg
	Put1mM	0.89 ± 0.10cd	5.83 ± 0.06c	1.28 ± 0.19efgh	0.97 ± 0.09abcd	1.70 ± 0.07de
	Put1.5mM	1.08 ± 0.07abc	6.15 ± 0.14b	1.56 ± 0.08bcd	1.17 ± 0.05abc	1.68 ± 0.08def
21. gün	Kontrol	0.66 ± 0.04e	4.46 ± 0.05g	1.08 ± 0.05hı	0.96 ± 0.08abcd	1.18 ± 0.08h
	Put0.5mM	0.73 ± 0.06de	4.77 ± 0.11f	0.89 ± 0.05ı	1.09 ± 0.10abcd	1.39 ± 0.03fgh
	Put1mM	0.86 ± 0.05de	5.37 ± 0.07de	1.10 ± 0.06ghı	1.37 ± 0.56a	1.37 ± 0.07gh
	Put1.5mM	0.94 ± 0.05bcd	5.55 ± 0.13cd	1.36 ± 0.07cdef	0.83 ± 0.07bcd	1.44 ± 0.07efgh
ANOVA						
F Depolama süresi		5.17**	22.84***	10.25***	1.71 ^{öd}	38.69***
F Putresin		6.49**	3.71*	2.4 ^{öd}	0.96 ^{öd}	0.91 ^{öd}
F Depolama süresi× Putresin		5.6**	60.05***	11.06***	1.79 ^{öd}	21.01***

Aynı sütundaki farklı harfler p≤0.05 düzeyinde istatistiksel farklılıkları gösterir. öd: önemli değil, **, *** sırasıyla p≤0.05, 0.01 ve 0.001'i gösterir

4.9.7 Protokateşuik Asit

Çilek meyvelerinin protokateşuik asit miktarları, soğuk muhafaza süresi boyunca belirlenmiş ve farklı uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 9.). Bu fenolik bileşik miktarının muhafaza süresince tüm uygulamalarda azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek değer hasat sırasında 7,45 mg/100g olarak belirlenmiş ve bunu sırasıyla put- 1.5mM -7 (6,40 mg/100g) ve Put- 1.0mM -7 (6,32 mg/100g) uygulamaları izlemiştir. Kontrol uygulamasına kıyasla, putresin uygulaması yapılan meyvelerde 1.5mM dozu protokateşuik asit miktarı üzerinde çok etkili olmuştur. Bununla birlikte, tüm uygulamalarda muhafaza süresi uzadıkça protokateşuik asit miktarının azaldığı görülmüştür.

4.9.8 Kuersetin

Çilek meyvesinin kuersetin miktarındaki farklılıklar yapılan çalışmanın sonuçlarına göre Tablo 9.'da sunulmuştur. Hasat döneminde 1,33 mg/100g kuersetin miktarı belirlenmiş tüm uygulamalarda bu miktarın depolama süresiyle değişiklikleri gözlemlenmiştir. Hasat zamanından en yüksek değerler sırasıyla kontrol -7 (1,87 mg/100g), put- 1.5mM -7 (1,68 mg/100g), put- 1.0mM -7 (1,58 mg/100g), put- 1.5mM -14 (1,56 mg/100g), kontrol -14 (1,47 mg/100g), put- 0.5mM -7 (1,40 mg/100g), put- 1.5mM -21 (1,36 mg/100g) uygulamalarında ölçülmüştür. 1.5mM putresin dozunun kuersetinin en fazla korunduğu uygulama olduğu belirlenmiştir.

4.9.9 Rutin

Çilek meyvelerinde soğuk depolama süresince rutin miktarları belirlenmiş ve Tablo 9.'da sunulmuştur. Hasat döneminde meyvelerdeki rutin miktarı 0,62 mg/100g olarak tespit edilirken, tüm uygulamalarda bu miktarın depolama süresiyle değişiklikleri gözlemlenmiştir. 21 gün sonunda kontrol grupları ve uygulamalar sonucunda hasattan daha yüksek değerler gözlemlenmiştir. Rutin miktarının en yüksek olduğu değer put- 1.0mM -21 (1,37 mg/100g) de ölçülmüştür. En yüksek ev etkili rutin miktarları 21. Gün uygulamalarında ölçülmüştür.

4.9.10 Siringik Asit

Çilek meyvelerinin siringik asit miktarları, soğuk muhafaza süresi boyunca belirlenmiş ve farklı uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 9.). Hasat döneminde meyvelerdeki siringik asit miktarı 2,44 mg/100g olarak tespit edilirken, tüm uygulamalarda bu miktarın depolama süresiyle azaldığı kaydedilmiştir. Bu değeri put- 1.0mM -7 (2,39 mg/100g) ve Put- 1.5mM -7

(2,30mg/100g) uygulamaları izlemiştir. Kontrol gruplarına kıyasla Putresin uygulamalarının 1.0mM dozu, 7 ve 14 depo günlerinde sirinik asidin en fazla korunduğu uygulama olmuştur, ancak 21 gün uygulamalarında sirinik asidin en fazla korunduğu uygulama 1.5mM dozunda görülmüştür. 21 gün sonunda çilek meyvelerinde en düşük sirinik asit miktarı kontrol grubunda (1,18 mg/100g) ölçülmüştür.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan bu araştırmada hasat sonrası putresin uygulamasının çilek meyvelerinin depolama süresince bazı kalite özellikleri ve biyokimyasal içerikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Putresin uygulamasının meyve kalitesini etkilediği ve bu etkinin uygulama dozu ile muhafaza süresine göre değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, meyvelerin depo süresince ağırlık kaybı incelenmiş ve muhafaza süresince ağırlık kaybının arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek ağırlık kaybı, kontrol meyvelerinde 21 gün depolama sonrasında kaydedilmiştir. Putresin uygulamaları incelendiğinde, genel olarak put- 1.5mM uygulamalarının meyve ağırlık kaybını azalttığı tespit edilmiştir. Daha önceki çalışmalarda, meyvelerin depolama sürecinde ağırlık kaybının yaşandığı ve bu kaybın farklı uygulamalarla kısmen kontrol edilebildiği belirtilmektedir (Erbaş ve Koyuncu, 2016; Serrano vd., 2003; Çalhan vd., 2016). Farklı bir araştırmada, kayısı meyvelerinde yapılan çalışmada, yüksek dozda putresin uygulanan meyvelerde daha düşük bir meyve ağırlık kaybı tespit edilmiştir (Khosroshahi ve Esna-Ashari, 2007). Bal'ın (2012) belirttiğine göre, kiraz meyvesinde yapılan putresin uygulaması, ağırlık kaybını koruma süresince %50'ye kadar azaltmaktadır. Çalışmamızda, muhafaza süresi uzadıkça ağırlık kaybının arttığı ancak putresin uygulamalarında bu artışın daha düşük olduğu tespit edilmiştir. 1.5mM putresin dozunda ağırlık kaybı, Bal'ın (2012) belirttiği oranda gerçekleşmiştir (%50).

Literatürler, meyvelerin depolanmasıyla meyve ağırlıklarının azaldığını ve bu azalmanın çeşitli müdahalelerle kısmen kontrol altına alınabildiğini göstermektedir (Erbaş ve Koyuncu, 2016; Serrano ve diğ., 2003; Çalhan ve diğ., 2016). Benzer şekilde, farklı hurma çeşitlerinde yapılan bir çalışmada, 60 gün depolama sonunda meyve ağırlığında %8,66'ya kadar bir artış olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, araştırmacılar, etilen inhibitörü olarak görev yapan putresin gibi AVG ile yapılan uygulamaların ağırlık kaybını azalttığını bildirmişlerdir (Öztürk ve diğ., 2016). Farklı araştırmalara göre, hurma meyvelerinin depolanması sırasında kalsiyum uygulamasının ağırlık kaybını azalttığı ancak aloe vera ve gliserin uygulamalarının artışa neden olduğu görülmüştür (Naser ve diğ., 2018; Khan ve diğ., 2020). Ek olarak, 1 ve 2 mM putresin uygulamasının, depolanan kayısıların

meyve ağırlık kaybını azalttığı ve depo ömrünü 15 gün uzattığı belirtilmiştir (Kadı, 2005).

Daha önce Japon eriklerinde yapılan bir araştırma, hasat öncesi dönemde putresin uygulamasının olgunlaşma süreci ve meyve kalitesi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada, farklı erik çeşitlerine 0, 0,1, 1 ve 2 mM konsantrasyonlarında putresin uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Bulgular, putresin uygulamasının eriklerde toplam antioksidan miktarını, karoten miktarını, askorbik asit miktarını, SÇKM ve TEA oranlarını azaltarak meyve yumuşamasını da azalttığını göstermiştir (Khan ve Singh, 2010). Çilek meyvelerinde yapılan çalışmada elde edilen verilere göre, farklı putresin uygulamalarının SÇKM değerleri depolama süresine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, 7 günlük depolama sonrasında, her üç putresin dozunun uygulandığı meyvelerde kontrol grubuna kıyasla belirgin derecede daha yüksek SÇKM miktarları belirlenmiştir. Benzer şekilde, 14 günlük depolama süresinin sonunda, putresin uygulaması yapılan meyvelerde kontrol grubuna göre daha fazla SÇKM miktarı saptanmıştır. Hasat sırasında kaydedilen asitlik oranına kıyasla, kontrol ve putresin uygulamalarında titrasyon asidinin azaldığı gözlemlenmiştir. Araştırma kapsamında, 21 günlük depolama sonunda, her üç putresin dozu için uygulanan meyvelerde kontrol grubuna göre belirgin derecede daha düşük TEA değerleri tespit edilmiştir. Angeleno erik çeşidinde yapılan benzer bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmacılar, putresin uygulamasının SÇKM oranlarını kontrol grubuna göre düşürdüğünü rapor etmişlerdir. Ancak, hasat sonrası uygulama yapıldığında TEA ve meyve eti sertlik oranlarının yüksek olduğu, ayrıca antioksidan, karoten ve C vitamini miktarlarının azaldığı belirtilmiştir (Khan ve Singh, 2008). Bu bulgular, putresin uygulamasının hasat öncesi dönemde meyve kalitesini artırabileceğini, ancak hasat sonrası uygulamanın istenmeyen etkilere neden olabileceğini göstermektedir.

Yapılan çalışmada, tüm putresin uygulamalarında muhafaza süresi arttıkça pH miktarı, hasat zamanına göre artış göstermiştir. En yüksek pH miktarı, kontrol grubunda 14. gün (3,75) olarak ölçülmüştür. Putresin uygulamasında ise en yüksek pH değeri, 0.5mM putresin uygulaması yapılan 14. gün (3,67) ölçülmüş ve bu değeri, 0.5mM putresin uygulaması yapılan 21. gün (3,58) ve 1.0mM putresin uygulaması yapılan 14. gün (3,55) uygulamaları takip etmiştir. Khosroshahi ve

diğerleri (2008) tarafından yapılan çalışmada *Prunus persica* L. cv. Zaafarani çeşidi kullanılarak şeftali meyvesinin kalitesi ve depolama ömrü üzerinde putresin konsantrasyonlarının etkisi incelenmiştir. Putresin uygulanan meyvelerde SÇKM ve pH değerlerinin azaldığı, TEA oranının ise arttığı belirlenmiştir. Çalışma, 0.5mM putresin uygulamasının 14 gün, 1mM putresin uygulamasının 17 gün, 2mM putresin uygulamasının 19 gün, 3mM putresin uygulamasının 21 gün ve 4mM putresin uygulamasının ise 22 gün boyunca meyvenin en kaliteli şekilde muhafaza edilebileceğini göstermiştir. Bu bulgular, putresin uygulamasının şeftali meyvesinin depolama ömrünü artırma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Hasat zamanına kıyasla, kontrol grubunda solunum hızı 7, 14 ve 21 günlerde artmıştır. 0.5mM putresin dozunda ise 7, 14 ve 21 günlerde azalmıştır. 1.0mM dozunda ise 7 ve 14 günlerde azalmış, 21. günde ise artmıştır. 1.5mM dozunda ise 7 ve 21 günlerde azalmış, 14. günde ise artmıştır. En etkili doz olan 1.5mM ile 7. gün tespit edilmiştir. Çalışmamızda solunum hızı ilk 14 günde azalmış, sonrasında ise artmıştır. Erik meyvelerinde yapılan bir çalışmada, 40 gün depolama sürecinde putresin uygulaması yapılan meyvelerin daha az CO₂ salgıladığı vurgulanmıştır (Dursun, 2019). Benzer şekilde, Erbaş (2019) ve Perez Vicente (2002), muhafaza süresince putresinin solunumu azaltarak meyvelerin olgunlaşmasını geciktirdiğini ifade etmiştir. Çalışmamızla farklı olarak, Luo (2007) ve Yener (2013) hurma meyvelerinde muhafaza ile solunum hızının önce artıp daha sonra azaldığını belirtirken, Kou ve ark. (2020) bu solunum eğrisinin MCP gibi uygulamalar ile azaldığını ifade etmiştir. Putresinin meyve içi parçalanma faaliyetlerini azaltarak solunum hızını düşürdüğü düşünülmektedir. Bununla birlikte, Fawole ve ark. (2020), nar meyvesinde solunumun putresin uygulaması ile az miktarda arttığını ifade etmiş ve bu durumu depo içerisindeki meyve miktarının fazla olmasına ve fizyolojik bozulmalara bağlamıştır.

Yapılan çalışmada, meyvelerin hasat döneminde (20,56) sahip oldukları L değerinde muhafaza süresince put- 0.5mM -14, put- 1.0mM -14, put- 1.5mM -14, kontrol -21, put- 1.5mM -21 çalışmalarında artış gözlenirken, diğer çalışmalarda azalma gözlemlenmiştir. A değeri, muhafaza süresi boyunca hasat zamanına bağlı olarak düşüş göstermiştir. En yakın a değeri, Put- 1.0mM -7 uygulamasında kaydedilmiştir. Kontrol gruplarından hasat zamanına göre 7. gün de b değerinde düşüş görülmüş olup, 14. ve 21. günlerde artış gözlenmiştir. Diğer b değerlerinde

hasat zamanına kıyasla düşüş gösteren uygulamalar put- 0.5mM -7, put- 0.5mM -21 ve put- 1.0mM -21 olmuştur. En yüksek b değeri put- 0.5mM-14 ve bunu takip eden put- 1.5mM -21, put- 1.0mM -7 uygulamalarında gözlenmiştir. En yüksek b değerlerinde kırmızı rengin en iyi korunduğu görülmüştür. En yüksek Chroma değeri put- 0.5mM -14 uygulamasında ve en yakın değer put- 1.0mM -7 uygulamasında gözlenmiştir. Yüksek Chroma değerleri ölçülen meyvelerde kırmızı rengin daha canlı olduğunu göstermektedir. Hue değeri, put- 0.5mM -7 uygulamasında düşme ve kırmızılığın canlı olduğu saptanmıştır. Diğer uygulamalarda ise kontrol grupları ve diğer uygulamalarda hue değerinin artışı gözlemlenmiştir. En yüksek Hue değeri put- 1.5mM -21 uygulamasında ölçülmüş ve meyvelerin kırmızı renginden uzaklaştığı belirlenmiştir. Diğer bir araştırmada putresin daldırma yöntemiyle 1, 2 ve 3 mM dozlarında armut meyvelerine uygulandığında renk değişikliklerini geciktirdiği, suda çözünür katı madde, nişasta içeriği ve titre edilebilir asitlik miktarını koruduğu gözlemlenmiştir (Singh ve diğerleri, 2020). Erik meyvelerinde yapılan bir çalışmada muhafaza ile renk değerleri koyulaşmış ancak putresin uygulaması ile renk kısmen korunmuştur (Khan ve diğerleri, 2008). Şeftali meyvelerinde de muhafaza ile renk koyulaşmış, putresin uygulanan meyvelerde daha turuncu ve parlak meyveler elde edilmiştir (Singh ve diğerleri, 2020). Benzer şekilde mango (Malik ve Singh, 2005) ve armutta (Hosseini ve diğerleri, 2019) putresinin meyve rengini koruduğunu ifade etmiştir. Putresinin meyve olgunlaşmasını geciktirerek meyve rengini koruduğu düşünülmektedir. Zira olgunlaşma ile hurma meyvelerinin daha koyu renk aldığı ve turuncudan kırmızıya doğru koyulaştığı ifade edilmektedir (Qi ve diğerleri, 2019).

Çalışmada, çilek meyvelerinin muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte çürüme oranında artış olduğu belirlenmiştir. İlk 7 günlük dönemde bütün uygulamalarda çürüme başlamıştır. En etkili doz 1.5mM olarak belirlenirken, en etkisiz doz ise 0.5mM olarak saptanmıştır. 21 günlük depolama sonrasında çürüme oranının en yüksek düzeyde olduğu gözlemlenmiştir. Diğer çalışmalarda ise meyve yapılarının ve hassasiyetlerinin farklılığı nedeniyle çürümelerin daha geç gerçekleştiği kaydedilmiştir. Trabzon hurmasının 5 ay boyunca depolandığı bir çalışmada meyvelerde çürümenin ilk 2 ayda hiç görülmediği, ancak 3. aydan sonra artarak devam ettiği belirtilmiştir (Özdemir ve diğerleri, 2012). Kulan (2020) ise hurma çeşitlerinde yapılan bir muhafaza çalışmasında, muhafaza süresinin

artmasıyla birlikte meyvelerin dış görünüşündeki bozulmaların ve mantar ile fizyolojik bozulmaların arttığını belirtmiştir. Başka bir çalışmada ise, çilek meyvelerine uygulanan putresin ile kontrol grubuna kıyasla yaklaşık %50 daha az çürüme oranı bulunduğu rapor edilmiştir (Bal ve Ürün, 2020). Waskar ve diğerleri (2015) ise nar meyvesi üzerine yaptıkları çalışmada, putresin uygulamasının daha az meyve çürüklüğüne neden olduğunu ve çürüme oranını azaltmada düşük doz putresinin daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Putresin uygulaması yapılan meyvelerde solunumun azalmasıyla birlikte hücre içi faaliyetlerin yavaşladığı ve meyvelerde meydana gelen çürüme ve kararma gibi sorunların azaldığı gözlemlenmektedir.

Organik asitler, meyvelerin tat profiline katkıda bulunur ve bu katkı, meyvenin içinde bulunan şeker miktarıyla dengelenir. Ayrıca, bu asitler, meyvelerde solunum sürecinde önemli bir rol oynar ve enerji üretiminde kritik bir kaynaktır. Bu asitlerin insan vücudu üzerinde olumsuz bir etkisi yoktur çünkü hızla okside olurlar ve metabolize edilirler. Aslında, organik asitlerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri de giderek daha fazla araştırılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bu bileşiklerin kanser, kalp hastalıkları gibi önemli sağlık sorunlarını önlemede potansiyel faydalarını ortaya koymuştur. Dolayısıyla, meyvelerde bulunan organik asitlerin, sadece tat ve koruma amaçlı olmadığı, aynı zamanda insan sağlığı için de önemli birer unsurlar olduğu söylenebilir. Araştırmada, askorbik, süksinik, oksalik, sitrik, malik, tartarik ve fumarik asit içerikleri belirlenmiştir. Çilek meyvelerinin muhafazası sırasında putresin uygulamasının organik asitler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Muhafaza süresi arttıkça meyvelerdeki organik asit miktarının azaldığı ancak bu azalmanın putresin uygulaması yapılan meyvelerde daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, düşük doz putresin uygulanan meyvelerin organik asit miktarının kontrol meyvelerinde belirlenen değerlere yakın olduğu saptanmıştır. Organik asit miktarının en iyi korunduğu dozun 1.5mM putresin dozunda olduğu tespit edilmiştir. Diğer yapılan çalışmalarda Naser vd. (2018), Persic ve vd. (2019), hurma meyvelerinin muhafazası sırasında fumarik asit miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlemlenmemişken, malik ve oksalik asit miktarlarının azaldığını ve sitrik asit miktarının başlangıçta azaldıktan sonra arttığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Erbaş (2019) tarafından yapılan bir çalışmada erik meyvelerinde organik

asit miktarının putresin uygulamasıyla %25'e varan oranda korunduğu rapor edilmiştir. Bu bulgular, putresinin meyvelerde hücre içi faaliyetleri ve solunumu yavaşlatarak organik asit harcamasını azaltabileceği yönünde düşünceleri desteklemektedir.

Çalışmada, gallik asit, protokateşuik asit, kateşin, klorojenik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, o-kumarik asit, rutin, sirینگik ve kuersetin fenolik bileşikleri belirlenmiştir. Hasat zamanına kıyasla Genel olarak kateşin, kuersetin haricindeki bileşiklerde tüm uygulamalarda muhafaza süresi boyunca fenolik bileşikler azalma göstermiştir. Hasat zamanı Kateşin miktarı 10,01 mg/100g olarak kaydedilmiş ve putresin kullanılan bazı uygulamalarda kateşin miktarı hasat zamanına kıyasla arttığı tespit edilmiştir. En belirgin artış, putresin uygulaması yapılmayan 7. Gün kontrol grubunda 14,83 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Hasat zamanına kıyasla en düşük kateşin miktarı put- 1.5mM -21 ve kontrol -21 de görülmüştür. Hasat zamanına kıyasla kontrol meyvelerinde gallik asit miktarının düştüğü görülmüştür. Ancak putresin uygulaması yapılan meyvelerde gallik asit miktarının daha iyi korunduğu tespit edilmiştir. Gallik asit miktarının en iyi 7. Gün sonunda yapılan putresin uygulamalarında görülmüştür. Hasat döneminde 1,33 mg/100g kuersetin miktarı belirlenmiş ve tüm uygulamalarda bu miktarın depolama süresiyle değiştiği gözlemlenmiştir. Hasat zamanına göre en yüksek değerler sırasıyla Kontrol -7, put- 1.5mM -7, put- 1.0mM -7, put- 1.5mM -14, kontrol -14, put- 0.5mM -7, put- 1.5mM -21 uygulamalarında ölçülmüştür. En fazla koruma 1.5mM putresin dozunun kuersetin için sağlandığı belirlenmiştir. Yaptığımın çalışmayı destekler nitelikte İran'da yapılan bir çalışmada, iki farklı dozda (50 ve 150 ppm) putresin uygulamasının bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerindeki etkileri incelenmiş. Fenolik bileşik miktarının genel olarak azaldığı görülmüştür (Kazemi, 2013). Barman ve diğerleri (2014) nar meyvesinde antioksidan aktivitenin, Dursun ve Bal'ın (2020) erikte toplam flavonoid, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitenin, Shiri ve ekibinin (2013) üzüm meyvesinde toplam fenolik ve antioksidan aktivitenin muhafaza süresi boyunca putresin uygulanan meyvelerde daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların çalışmalarına göre, putresin için uygun dozlar değişkenlik göstermiştir. Bireysel fenolik bileşikler üzerine yapılan çalışmaların mevcut olmaması, toplam fenolik ve antioksidan miktarı üzerine çalışmaların yoğunlaştığını göstermektedir.

Bu çalışmada ilek meyvelerinin primer, sekonder metabolit içerikleri ve kalite özellikleri üzerine putresin uygulamasının etkili olduğu tespit edilmiştir. Çalışma boyunca putresin, meyve kalite parametrelerini olumlu yönde etkileyerek kayıpları azaltmıştır. Elde edilen bulgulara göre, meyve ağırlık kaybı açısından en uygun doz 1.5mM iken, SÇKM değeri için 1.0mM doz tercih edilmesi önerilmektedir. pH, TEA, meyve rengi ve solunum hızı parametrelerinin korunması açısından ise 1.0mM dozun daha etkili olduğu görülmüştür. Organik asitlerin muhafaza edilmesi için ise 1.5mM doz tercih edilirken, fenolik bileşiklerin korunması için 1.0mM dozun daha etkili olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla 1.0mM putresin dozunun ilek meyvelerinin +4°C'de %90 nemde en az kalite kaybıyla muhafaza edilmesinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Abbasi, N.A., Ali, I., Hafiz, I.A., Alenazi, M.M. ve Shafiq, M. (2019). Effects of putrescine application on peach fruit during storage. *Sustainability*, 11(7), 1-17.
- 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
- Akın, İ. (2014). *Bazı çilek (Fragaria vesca L.) çeşitlerinde modifiye atmosferde muhafaza süresince fiziksel ve kimyasal değişimler* (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University (Turkey)).
- Akyol, V., Kundakçı, A., & Ergönül, B. (2015). Gıdalarda Biyojen Aminler-Biogenic Amines in Foods. *Celal Bayar University Journal of Science*, 11(2).
- Ali, E. A. M., Sarawy, 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.
- Anonim, 2012. <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/USPP22589.pdf> (15.01.2017).
- Anonim, 2019. (<https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/demirsoy/66716/Hafta%203.pdf>)
- Aras, S. (2009). Bazı organik içerikli maddelerin çilekte (*Fragaria vesca L.*) verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ardıç, m., & kargi, s. P. Çileklerde değişik dozlarda humik asit uygulamalarının yaprak mikroelement içerikleri üzerine etkileri.
- Babalar, M., Asghari, M., Talaei, A., & Khosroshahi, A. (2007). Effect of pre-and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. *Food chemistry*, 105(2), 449-453.
- Bal, E. (2012). Hasat Sonrası Putresin ve Salisilik Asit Uygulamalarının Kirazın Soğukta Muhafazas Üzerine Etkisi. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture/SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2). 23-31.
- Bal, E., & Ürün, BA (2021). Putresin ile Kitosan Kaplamanın Çilek çeşidinin Biyoaktif Bileşikleri ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Soğuk Hava Deposu Sırasında San Andreas. *Erwerbs-Obstbau* , 63 (1).
- Baloğlu, A. F. (2024). *Farklı Dozlarda Poliamin (Spermidin) Uygulamalarının Açık Alanda Yetiştirilen Çilek (Albion) Bitkisinde Gelişim Parametrelerine Etkilerinin İncelenmesi* (Master's thesis, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bayram, S. E., Özeke, E., & Elmacı, Ö. L. (2013). Fonksiyonel gıdalar ve çilek. *Akademik Gıda*, 11(2), 131-137.
- Bhattacharjee, P., Nimbolkar, P. K., Chander, S., & Das, S. (2022). Advances in Application of Unexploited Plant Bio-regulators for Fruit Production: A Review. *Agricultural Reviews*, 43(1), 46-53
- Çağlar, M. ve Demirci, M. (2017). Üzümsü meyvelerde bulunan fenolik etkiler ve beslenmedeki önem. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* , 7 (11), 18-26.
- Çelik, E. B. S. (2005). Bazı çilek çeşitlerinin meyvesindeki anatomik yapılaşmanın muhafaza süresi üzerine etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(3), 260-267.

- Çeliktöpez, E., Özekici, B., 2020. Çilek meyve ve yaprak mikro besin elementlerinin farklı sulama seviyeleri ile biyo-aktivatör uygulamasına tepkileri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 30(1): 18-29.
- Çiçekdağı, H., Zengin, M., 2017. Determination of nutritional status of strawberry orchards in huyuk district by soil and plant analysis. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(3):33-42.
- ÇİLEK, A. (2023). Eğitim Yönetimi Alanındaki Kongrelerin Görünümü. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43(2), 1315-1348.
- Dursun, F. N., & Bal, E. (2020). Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Autumn Giant Erik Çeşidinin Muhafaza Performansı Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(2), 504-510.
- Eğilimler, v. G. Çilek yetiştiriciliği.
- Erbaş, D. (2019). Derim sonrası bazı uygulamaların angeleno ve black diamond erik çeşitlerinin soğukta muhafazası ve kalitesi üzerine etkileri. (Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi (538399).
- Erbaş, D. ve Koyuncu, M. A. A. (2016). 1-metilsiklopropan uygulamasının Angeleno erik çeşidinin depolanma süresi ve kalitesi üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(1), 43-50.
- ERDEM, S. Ö., & ÇEKİÇ, Ç. Geçmişten Günümüze Çilek Islahı. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6(3), 105-115.
- Eti, A. (2006). Bazı çilek çeşitlerinde farklı olgunlaşma dönemlerindeki poliamin miktarlarının saptanması. (Yüksek Lisans Tezi). Ulusal Tez Merkezi (184943).
- Eti, A. (2006). Bazı çilek çeşitlerinde farklı olgunlaşma dönemlerindeki poliamin miktarlarının saptanması. (Yüksek Lisans Tezi). Ulusal Tez Merkezi (184943).
- FAO (2023). Dünya gıda sağlık örgütü tarımsal üretim veri tabanı. 30.12.2023 tarihinde <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> adresinden erişildi.
- Fawole, O. A., Atukuri, J., Arendse, E., ve 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, 146-161.
- Göçer, a. H. (2023). *Botrytis cinerea'nin neden olduğu gri çürüklük hastalığının hasat sonrası çilek meyvelerinde takibi* (doctoral dissertation).
- Görgüç, A., Yıldırım, A., Takma, D. K., Erten, E. S., & Yılmaz, F. M. (2019). Aydın ilinde yetiştirilen ticari çilek çeşitlerinin fiziksel, kimyasal, biyoaktif ve aroma özellikleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23(2), 131-141.
- Gülpek, N., & Başoğlu, F. (1989). Taze ve Dondurularak Muhafaza Edilmiş Çilek Kullanılarak Yapılan Reçellerin Kalite Kriterleri Üzerine bir Araştırma. *Gıda*, 14(2).
- Guo, J., Wang, S., Yu, X., Dong, R., Li, Y., Mei, X., & Shen, Y. (2018). Polyamines regulate strawberry fruit ripening by abscisic acid, auxin and ethylene. *Plant Physiology*, 177, 339-351.
- Kadı, N. 2005. Meyvelerin muhafaza ömrünü uzatan kimyasalların şalak (aprikoz) kayısı çeşidinde soğukta depolama sürecine ve meyve kalitesine etkileri. (Yüksek Lisans). Ulusal Tez Merkezi (171177).
- Kakkar, R.K. ve Rai, K.V. (1993). Plant polyamines in flowering and fruit ripening. *Phytochemistry*, 33(6), 1281-1288.

- Karaçalı, İ. (2012). Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Kasım, m. U., & kasım, r. (2021). Ultrases teknolojisi: meyve ve sebzelerde hasat sonrası kullanımı
- Kasım, U. M., & Kasım, R. (2007). Sebze ve meyvelerde hasat sonrası kayıpların önlenmesinde alternatif bir uygulama: UV-C. *Journal of Agricultural Sciences*, 13(04), 413-419.
- Kazemi, M. (2013). Influence of foliar application of 5-sulfosalicylic acid, malic acid, putrescine and potassium nitrate on vegetative growth and reproductive characteristics of strawberry cv. Selva. *Journal of Biology and Environment Science*, 7(20), 93-101.
- Khan, S., & Singh, Z. (2008). Influence of pre and postharvest applications of putrescine on ethylene production, storage life and quality of 'Angelino' plum. *Acta Horticulture*, 768, 125-133.
- Khan, S., & Singh, Z. (2010). Pre-harvest Application of Putrescine Influences Japanese Plum Fruit Ripening and Quality. *Food Sci Tech Int*, 16(1), 0053-64.
- Khosroshahi, M. R. Z. ve Esna-Ashari, M. (2007). Post-harvest putrescine treatments extend the storage-life of apricot (*Prunus armeniaca* L.) 'Tokhm-sefid' fruit. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(6), 986-990.
- Khosroshahi, M. R. Z., Esna-Ashari, M. ve Ershadi, A. (2007). Effect of exogenous putrescine on post-harvest life of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruit, cultivar Selva. *Scientia Horticulturae*, 114(1), 27-32.
- Khosroshahi, M.R.Z., Esna-Ashari, M. ve 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.
- Kireççi, O. (2006). Bazı sentetik hormonların (giberillik asit, spermin, spermidin, putresin) fesleğen (*Ocimum basilicum*) bitkisinde morfolojik yapı ve uçucu yağ kalitesine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Ulusal Tez Merkezi (180016).
- Koyuncu, m. A., erbaş, d., onursal, c. E., & özüşoy, f. (2018). Hasat öncesi farklı dozlardaki putresin uygulamasının 0900 ziraat kiraz çeşidinin soğukta depolama süre ve kalitesi üzerine etkileri. *Ege üniversitesi ziraat fakültesi dergisi*, 55(3), 271-279.
- Küçüker, E., & Ağlar, E. Şeftalide Farklı Dozlarda Putresin Uygulamasının Depolamada Meyve Kalitesi ve Biyokimyasal Bileşikler Üzerine Etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 10(1), 23-38.
- Kumar, A., Avasthe, R. K., Rameash, K., Pandey, B., Borah, T. R., Denzongpa, R., & Rahman, H. (2011). Influence of growth conditions on yield, quality and diseases of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) var Ofra and Chandler under mid hills of Sikkim Himalaya. *Scientia Horticulturae*, 130(1), 43-48.
- Kurtulmuş, S., & Taş, T. K. (2015). Gıdalarda bulunan l-triptofan, serotonin, melatonin profilleri ve sağlık üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(11), 877-885.
- Liu, J. H., Honda, C., & Moriguchi, T. (2006). Involvement of polyamine in floral and fruit development. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, 40(1), 51-58.
- Mirdehghan, SH, Rahemi, M., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Serrano, M. ve Valero, D. (2007). Poliaminlerin basınç veya daldırma yoluyla ön depolama uygulaması, endojen poliamin seviyelerini artırarak soğutma sıcaklığında depolanan narın raf ömrünü uzatır. *Hasat Sonrası Biyoloji ve Teknoloji*, 44 (1), 26-33.
- Mirdehghan, SH, Rahemi, M., Serrano, M., Guillén, F., Martínez-Romero, D. ve Valero, D. (2007). Depolanan nar tanelerinde fonksiyonel özellikleri korumak için bir araç olarak poliaminlerin basınç veya daldırma yoluyla uygulanması. *Tarım ve gıda kimyası dergisi*, 55 (3), 755-760.

- Nacar, Ç., 2005. Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü. Web Page. (www.alata.gov.tr/yayinlar/brosurler/brosurler/cilek_yet.html)
- Öcalan, O. N., Çezik, F., Al-Salihi, A. A. M., Çiğdem, M. R., & Yıldız, K. (2022). The Effect of Post-Harvest Calcium Chloride Applications on the Shelf Life Quality of Strawberry. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10, 2701-2707.
- OVALIOĞLU, G. (2023). Çilek (*Fragaria X ananassa* Duch.) Bitkisinin Morfolojisi. *ISPEC JOURNAL OF SCIENCE INSTITUTE*, 2(1), 39-42.
- Öz, A. T., & Kafkas, E. (2015). Muhafaza süresinin 'Festival' çilek çeşidi meyvelerinde fiziksel özelliklere ve biyokimyasal bileşimine etkisinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 105-112.
- Özgan, F. *Albion ve kabarla çilek çeşitlerinde salisilik asit ve oksalik asit uygulamalarının soğukta depolama süresince kaliteye olan etkileri* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Özkaya, T. *Biberde (Capsicum annuum var. longum) farklı dalga boylarındaki ultraviyole radyasyonunun hasat sonrası üşüme zararı ve kalite üzerine etkileri* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Pandey, S., Singh, J., & Maurya, I. B. (2015). Effect of black polythene mulch on growth and yield of Winter Dawn strawberry (*Fragaria x ananassa*) by improving root zone temperature. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85(9), 1219-1222.
- Persic, M., Jakopic, J. ve 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
- Poling, E.B., 2012. Strawberry plant structure and growth habit. New York State Berry Growers Association, Berry EXPO.
- 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 Biol. Technology*, 96, 23-32.
- Şahin, G., & Örgçe, M. (2022). Effects of polyamines on plant growth and development with a current perspective.
- Serçe, S., & Özgen, M. (2014). Çilek yetiştiriciliği ve güncel eğilimler. *Türk Tarım Dergisi*, 1-6.
- Serçe, S., Özgen, M., 2014. Çilek Yetiştiriciliği ve Yeni Eğilimler. *Tarım Türk Dergisi*. https://www.researchgate.net/publication/267266752_Cilek_yetistirciligi_ve_yeni_egilimler (12.01.2017).
- Sevinç, S. (2016). Hasat öncesi putresin ve aminoetoksi-vinilglisin uygulamalarının 'Angeleno' erik çeşidinde meyve kalitesi üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Ulusal Tez Merkezi (444884).
- 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.
- Staudt, L. M., Singh, H., Sen, R., Wirth, T., Sharp, P. A., & Baltimore, D. (1986). A lymphoid-specific protein binding to the octamer motif of immunoglobulin genes. *Nature*, 323(6089), 640-643.
- TÜİK (2023). Türkiye istatistik kurumu tarımsal üretim verı tabanı. 30.12.2023 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> adresinden erişildi.
- Türemiş, N., & Ağaoğlu, Y. S. (2013). Çilek. *Üzümsü Meyveler*. Ankara, Tomurcuk Bağ Limited Şirketi Eğitim Yayınları, 57-120.
- Ürün, B. A. (2022). *Deveci armut çeşidinde semperfresh, salisilik asit ve metil salisilat*

uygulamalarının depolama süresince meyve kalitesine etkileri (Master's thesis, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi).

- Valero, D., Martínez-Romero, D. ve Serrano, M. (2002). Meyvelerin raf ömrünün arttırılmasında poliaminlerin rolü. *Gıda Bilimi ve Teknolojisindeki Eğilimler* , 13 (6-7), 228-234.
- Valero, D., Pérez-Vicente, A., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F. ve Serrano, M. (2002). Eriklerin depolanabilirliği kalsiyum ve hasat sonrası ısı uygulamalarından sonra iyileşti: poliaminlerin rolü. *Gıda Bilimi Dergisi* , 67 (7), 2571-2575.
- Waters, E. M., & Watson, M. A. (2015). Live substrate positively affects root growth and stolon direction in the woodland strawberry, *Fragaria vesca*. *Frontiers in Plant Science*, 6, 150988.
- Yaşar, a. Kirazda hasat sonrası salisilik asit uygulaması ve modifiye atmosfer paketlemenin muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri.
- Yaşar, Ş., Kütahneçi, E., Delimustafaoğlu, F. G., & Büyükkiraz, M. E. (2023). Altın Çilek/Yer Kirazı
- Yılmaz, H., 2009. Çilek. Hasad Yayıncılık, S: 348, Türkiye.
- Zeybek, G. ve Turgay, Ö. (2023). Kitosan Kaplanmış Çileğin Mikrobiyolojik Kalitesi ve Raf Ömrünün Araştırılması. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 6 (2), 1338-1352.
- Zokaee Khosroshahi, M. R., & Esna-Ashari, M. (2008). Effect of exogenous putrescine treatment on the quality and storage life of peach (*Prunus persica*L.) fruit. *International journal of postharvest technology and innovation*, 1(3), 278-287.
- Zokaee Khosroshahi, M. R., & Esna-Ashari, M. (2008). Effect of putrescine application on post-harvest life and physiology of strawberry, apricot, peach and sweet cherry fruits. *Isfahan University of Technology-Journal of Crop Production and Processing*, 12(45), 219-230.