

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cansu GENCAN

**1-METİLSİKLOPROPEN UYGULAMASININ DEPOLANAN
AMASYA ELMALARININ KALİTE ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2019

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**1-METİLSİKLOPROPEN UYGULAMASININ DEPOLANAN AMASYA
ELMALARININ KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Cansu GENCAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 20 /12 /2019 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği /
Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. M. Ümit ÜNAL
DANIŞMAN

.....
Prof. Dr. Haşim KELEBEK
ÜYE

.....
Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: FYL-2018-10005

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge
ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat
Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

1-METİLSİKLOPROPEN UYGULAMASININ DEPOLANAN AMASYA
ELMALARININ KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Cansu GENCAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. M. Ümit ÜNAL
Yıl: 2019, Sayfa: 69
Jüri : Prof. Dr. M.Ümit ÜNAL
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK
: Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ

Bu çalışmada Amasya çeşidi elmalarda 1-MCP (1-Metilsiklopropen) uygulamasının muhafaza süresince elmaların kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Niğde Ulukışla bölgesinden temin edilen elmalar iki gruba ayrılıp, bir grup kontrol grubu olmak üzere, diğer grup elmalara 625 ppb dozunda 1-MCP uygulanmıştır. $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de, ortalama % 90-95 oransal nem koşullarında bulunan soğuk hava deposunda 6 ay muhafaza edilmiştir. Sonuçlar kontrol grubuyla karşılaştırıldığında 1-MCP uygulamasının elmalarda solunum hızını düşürmede, dışsal etilen üretimini baskılamada, meyve eti sertliğini korumada olumlu etkileri görülürken; elmada ağırlık kaybı, depo yanıklığı, kabuk yüzey renginin korunması, titrasyon asitliği, suda çözünür kuru madde miktarı ve nişasta düzeyindeki değişimlere 1-MCP uygulamasının olumlu etkisi olmamıştır. 1-MCP uygulanan Amasya cinsi elmaların toplam fenolik madde içeriğindeki azalma kontrol grubuna göre daha çok olmuştur. Kontrol ve 1-MCP uygulanmış örneklerde muhafaza boyunca iki farklı yöntemle belirlenen antioksidan kapasitesinde çok az değişim gözlenmiştir. Polifenol oksidaz enzim aktivitesinde depolama süresince her iki grupta da artış olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Amasya Elma, depolama, 1-Metilsiklopropen, Polifenol oksidaz, Etilen, Toplam Fenolik Madde

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF 1-METHYLCYCLOPROPENE APPLICATION ON QUALITY CHARACTERISTICS OF STORED AMASYA APPLES

Cansu GENCAN

**DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Prof. Dr. M. Ümit ÜNAL
Year : 2019, Pages: 69
Jury : Prof. Dr. M. Ümit ÜNAL
: Prof. Dr. Haşim KELEBEK
: Assoc. Prof. Dr. Asiye AKYILDIZ

In this study, effects of 1-Methylcyclopropene treatment on quality parameters of stored Amasya apples were investigated. Apples obtained from a commercial apple orchard were divided into two groups, one was control group and the other group was treated with 625 ppb 1-MCP. They were stored at $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ with 90-95% relative humidity for 6 months. According to the results obtained 1-MCP treatment had positive effects on decreasing respiration rate, suppressing external ethylene production, maintaining hardness of fruit flesh while no positive effects were observed on loss of fruit weight, preventing surface color loss, formation of superficial scald, total titratable acidity, soluble solid contents and starch level. The decrease in total phenolic content of the apples treated with 1-MCP was higher than the control group. There was little change in the antioxidant capacity of the control and 1-MCP-treated samples determined by two different methods. Polyphenol oxidase activity increased in both groups during storage.

Key words: Amasya Apple, 1-Methylcyclopropene, Storage, Polyphenol oxidase, Ethylene

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Meyve ve sebzelerde hasat sonrasında, kayıpların minimize edilmesi, muhafaza süresinin uzatılması ve kalitenin korunması amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. 1-Metilsiklopropen (1-MCP) bu uygulamalar arasında önemli bir yere sahiptir.

1-MCP'nin meyve ve sebzelerde muhafaza süresini uzatmada ve ürünün kalitesinin korunmasında önemli bir etkiye sahip olduğu daha önceki yapılan çalışmalar doğrultusunda bilinmektedir. Ayrıca patolojik hastalıklar ve fizyolojik bozukluklar üzerine de etkili olduğu bilinmektedir. 1-MCP'nin kayısı, elma, avokado, muz, kivi, brokoli, armut, mango, kavun, şeftali, nektarin, erik ve domates gibi birçok üründe kullanımı tescil edilmiştir. Ancak aynı ürünün farklı çeşidine yapılan aynı uygulamalar sonucunda alınan verilerin de farklılaştığı bilinmektedir. Sektörde birçok üründe kullanılmaya başlanan 1-MCP'nin aplikasyon süresi ve kullanılacak dozunun uygun olarak belirlenmesi durumunda ürün kalitesi adına olumlu sonuçlar alınmaktadır.

Amasya elması, lezzet ve besleyici özellikleri nedeniyle yoğun olarak tüketilen elma çeşitlerinden biridir. Ancak derim sonrası elmalarda gerçekleşen meyve eti yumuşaması, kabuk yüzey rengindeki değişimler gibi nedenlerle kalite değerini yitirmektedir. Dolayısıyla derim sonrası uygulamalar ve muhafaza yöntemleri özellikle Amasya cinsi elmalarda büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, Amasya elmalarına derim sonrası 1-MCP uygulanmış ve depolama süresince meyvedeki kalite özelliklerinin değişimi izlenmiştir. Uygulamada bir grup elma 625 ppb 1-MCP'ye maruz bırakılmışken, kontrol grubuna herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Her iki grup da $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de, ortalama % 90-95 oransal nem koşullarındaki soğuk hava deposunda 6 ay muhafaza edilmiştir. Elmalarda kalite parametreleri başlangıç anından itibaren iki ay aralıklarla 6 ay süre ile genel analizler yapılarak veriler karşılaştırılmıştır. 1-MCP uygulamasının etkinliği bazı kalite parametrelerinde olumlu sonuçlanmıştır. Elde

edilen verilere göre 1-MCP uygulanan elmalarda muhafaza sonunda solunum hızı kontrol grubuyla kıyaslandığında daha düşük olmuştur. Dışsal etilen üretimi ise muhafaza sonunda ortalama olarak kontrol grubunda 19.17 µL/kg.s iken 1-MCP grubundaki elmalarda 12.44 µL/kg.s olmuştur. Meyve eti sertliğinde her iki grupta da zamanla azalma gözlenmiştir. Başlangıca göre depolama sonunda kontrol grubundaki meyvelerde sertlik kaybı % 33.9 iken 1-MCP uygulanan grupta kayıp % 23.7'dir.

Toplam fenolik madde miktarında başlangıçtan itibaren azalma görülmüştür, fakat sonuçlarda dalgalanmalar olmuştur. Muhafaza süresince başlangıçta 968.385±2.664 mg/L olan toplam fenolik miktarı, muhafaza sonunda kontrol grubu elmalarda 945.307±1.333 mg/L, 1-MCP uygulanmış elmalarda ise 713.769±0.000 mg/L'ye düşmüştür. Toplam antioksidan aktivitesi DPPH ve FRAP yöntemleriyle belirlenmiş olup 1-MCP uygulamasının olumlu bir etkisi gözlenmemiştir. Ayrıca çalışmada polifenol oksidaz enzim aktivitesi de araştırılmış olup elde edilen sonuçlarda dalgalanmalar olsa da 1-MCP uygulamasının Amasya elmasında enzimatik esmerleşmede rol oynayan polifenol oksidaz (PFO) enziminin aktivitesindeki artışa etkisi olmamıştır.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim ve tez çalışmam süresince desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. M. Ümit ÜNAL' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışma sürecinde her adımda emeği ve desteği olan Doç. Dr. Aysun ŞENER GEDÜK'e, jüri üyesi olarak tezimi değerlendiren ve önerilerini sunan değerli hocalarım Doç. Dr. Asiye AKYILDIZ'a ve Prof. Dr. Haşim KELEBEK'e, ayrıca Bahçe Bitkileri Bölümü'nden Prof. Dr. Okan ÖZKAYA ve laboratuvar çalışmalarındaki yardımlarından dolayı doktora öğrencisi Hatice ÖZDEMİR'e, İstatistik değerlendirmelerde yardımlarını ve değerli yönlendirmelerini esirgemeyen Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN'a

Tezime sağladığı finansal destek için Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi'ne;

Hayatım boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan sevgili aileme;

En içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XII
1.GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
3.MATERYAL ve METOD	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Amasya Elması	19
3.1.2. Kimyasallar	19
3.1.2.1. 1-Metilsiklopropen (1-MCP).....	20
3.1.3. Araç ve Gereçler	20
3.2. YÖNTEM	21
3.2.1. Meyvelerin Depolanması ve 1-MCP Uygulaması	22
3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	23
3.2.2.1.Ağırlık Kaybı.....	23
3.2.2.2.Meyve Kabuk Rengi.....	23
3.2.2.3.Solunum Hızı.....	24
3.2.2.4. Meyve Dışsal Etilen Üretimi	25
3.2.2.5. Meyve Kabuk Yanıklığı Oranı	27
3.2.2.6. Meyve Eti Sertliği	27
3.2.2.7. Titre Edilebilir Asitlik Miktarı	28

3.2.2.8. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarı (SÇKM).....	28
3.2.2.9. Nişasta Düzeyindeki Değişimler	28
3.2.2.10. Toplam Fenolik Madde Tayini.....	29
3.2.2.11. Toplam Antioksidan Aktivite Tayini.....	30
3.2.2.11.1. FRAP Yöntemi.....	30
3.2.2.11.2. DPPH Yöntemi.....	31
3.2.2.12. Polifenol Oksidaz (PFO) Enzim Aktivitesi Ölçümü İçin Enzim Ekstraksiyonu	31
3.2.2.12.1. Polifenol Oksidaz (PFO) Enzim Aktivite Ölçümü.....	31
3.2.3. İstatistiksel Analizler.....	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	33
4.1. Ağırlık Kaybındaki Değişimler	33
4.2. Meyve Kabuk Rengindeki Değişimler.....	34
4.3. Solunum Hızındaki Değişimler	37
4.4. Meyve Dışsal Etilen Üretimindeki Değişimler.....	38
4.5. Meyve Kabuk Yanıklığı Oranındaki Değişimler	40
4.6. Meyve Eti Sertliğindeki Değişimler	41
4.7. Titrasyon Asitliği Miktarındaki Değişimler.....	43
4.8. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarındaki Değişimler.....	44
4.9. Nişasta Düzeyindeki Değişimler	45
4.10. Toplam Fenolik Madde Miktarındaki Değişimler	46
4.11. Toplam Antioksidan Aktivitesindeki Değişimler	47
4.12. Polifenol Oksidaz (PFO) Enzim Aktivitesindeki Değişimler	49
5. SONUÇ ve ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	57
ÖZGEÇMİŞ	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 1.1. Bahçe ürünlerinin etilen üretim miktarlarına göre sınıflandırılması	3
Çizelge 4.1. Muhafaza süresince saptanan ağırlık kayıpları (%)	33
Çizelge 4.2. Muhafaza süresince saptanan L değeri	34
Çizelge 4.3. Muhafaza süresince saptanan a değeri	35
Çizelge 4.4. Muhafaza süresince saptanan b değeri	35
Çizelge 4.5. Muhafaza süresince saptanan C değeri	36
Çizelge 4.6. Muhafaza süresince saptanan h° açısı değeri	36
Çizelge 4.7. Solunum hızındaki değişimler (mL/kgxs)	38
Çizelge 4.8. Dışsal etilen salınımindaki değişimler (µL/kgxs)	39
Çizelge 4.9. Kabuk yanıklığı oranındaki değişimler (%)	41
Çizelge 4.10. Meyve eti sertliğindeki değişimler (N)	42
Çizelge 4.11. Titrasyon asitliği miktarındaki değişimler (%)	43
Çizelge 4.12. SÇKM miktarındaki değişimler (%)	44
Çizelge 4.13. Nişasta miktarındaki değişimler	45
Çizelge 4.14. Toplam fenolik madde miktarındaki değişimler (mg/L)	47
Çizelge 4.15. Toplam antioksidan aktivitesindeki değişimler (µM/mL) - DPPH metodu	48
Çizelge 4.16. Toplam antioksidan aktivitesindeki değişimler (µM/mL) - FRAP metodu	48
Çizelge 4.17. PFO enzim aktivitesindeki değişimler (ünite/mL)	50



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1. Türkiye’de 2018 yılı elma üretim alanları dağılımı.....	1
Şekil 1.2. Yıllara göre Amasya Elma üretim miktar dağılımları	2
Şekil 3.1. Amasya Elması.....	19
Şekil 3.2. Evaporatör	20
Şekil 3.3. Spektrofotometre	21
Şekil 3.4. Santrifüj	21
Şekil 3.5. 1-MCP uygulama düzeneği	22
Şekil 3.6. 1-MCP uygulaması.....	23
Şekil 3.7. Minolta CR-400 Renk ölçer	24
Şekil 3.8. Renk alanları.....	24
Şekil 3.9. Isocell Gaz ölçer	25
Şekil 3.10. Etilen ölçümü yapılan elmalar.....	26
Şekil 3.11. Bioconversion etilen ölçer.....	26
Şekil 3.12. Penetrometre.....	27
Şekil 3.13. El refraktometresi	28
Şekil 3.14. İyot çözeltilisine batırılmış elmalar	29
Şekil 3.15. Elma nişasta skalası.....	29
Şekil 4.1. Amasya elmasında görülen kabuk yanıklığı.....	41
Şekil 4.2. Muhafaza süresince Polifenol oksidaz aktivitesindeki değişim (ünite/mL).....	50



SİMGELER VE KISALTMALAR

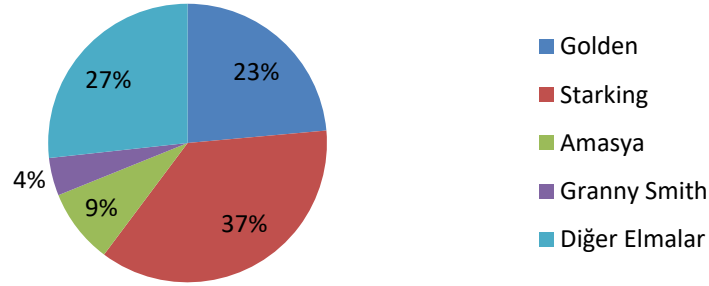
1-MCP	: 1-Metilsiklopropen
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde
ppb	: Milyarda bir
TA/TEA	: Titrasyon Asitliği
PMSF	: Fenil Metil Sulfonil Florid
PFO	: Polifenol oksidaz
L	: Litre
a*	: Kırmızı/Yeşil
b*	: Sarı/Mavi
c*	: Chroma-renklilik
h*	: Hue renk açısı
L*	: Parlaklık
PVPP	: Polivinilpolipirrolidon
mM	: Milimolar
N	: Normalite
mL	: Mililitre
µL	: Mikrolitre
NaOH	: Sodyum hidroksit
nm	: Nanometre
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
kg	: Kilogram
nL	: Nanolitre
FAO/WHO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
DPPH	: Difenil-1-pikrilhidrazil Radikal Söndürücü Kapasite
FRAP	: Demir İyon İndirgeyici Antioksidan Güç



1.GİRİŞ

Elma, ılıman iklim tipine sahip olan bölgelerde ve tropik bölgelerin yüksek rakımlarında yetiştiriciliği yapılabilen bir meyve türüdür. Ayrıca, farklı ekoloji ve toprak yapılarına uygun çeşit ve anaç zenginliği nedeniyle iklim ve toprak özellikleri isteği açısından en elverişli meyve türlerindedir (Hampson ve Kemp, 2003). Dünyada 2017 yılı FAOSTAT verilerine dayanarak 83.1 milyon ton elma üretildiği açıklanmıştır. Bu verilere göre Türkiye, 3.032.164 ton üretim ile Çin (41.390.000 ton) ve Amerika Birleşik Devletleri'nden (5.173.670 ton) sonra 3. sırada yer almıştır (FAO, 2019).

Ülkemizde, birçok elma çeşidinin yetiştiriciliği yapılmakta olup en fazla üretimi yapılan elma türü Starking olmakla beraber ekili alanların ise % 37'sini oluşturmaktadır. Starking elmayı takiben en fazla üretilen türler Golden ve Amasya elmasıdır. En az ekili alana sahip olan ise ekşi tadı ile bilinen Granny Smith çeşididir.

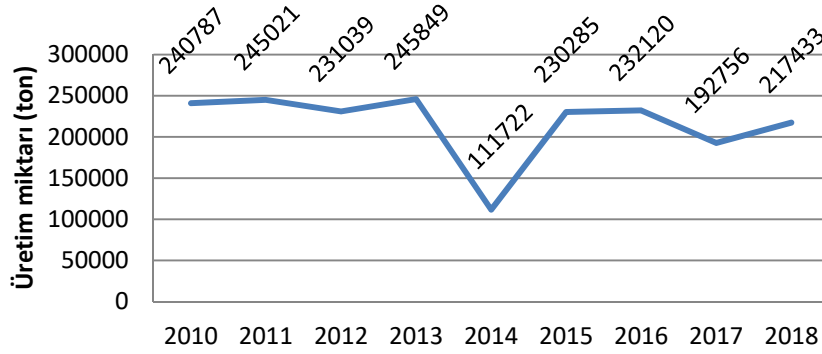


Şekil 1.1. Türkiye’de 2018 yılı elma üretim alanları dağılımı (TÜİK, 2019)

2018 yılı TÜİK verilerine göre Amasya elması toplam 66 ilde yetiştirilmekte olup bu iller içinde en çok Niğde ilinde (95.730 dekar) üretimi yapılmıştır. Amasya elmasında üretim miktarı olarak ilk üç sırayı Niğde (138.276 ton), Kayseri (13.382 ton) ve Amasya (9.319 ton) illeri almaktadır. Bunu sırasıyla

Konya, Kastamonu, Nevşehir, Ankara, Kütahya ve Bursa illeri takip etmektedir. (TÜİK, 2019).

Türkiye’de 2018 yılı TÜİK verilerine göre toplam Amasya elma ağaç sayısı 4.437.355, meyve veren yaşta ağaç sayısı 3.969.006, meyve vermeyen yaşta ağaç sayısı 468.349 adet olmak üzere ağaç başına ortalama verim 55 kg olup, toplam Amasya elma üretimi 217.433 ton olmuştur (TÜİK, 2019). Şekil 1.2’de Amasya elmasının yıllara göre üretim miktarları görülmektedir.



Şekil 1.2.Yıllara göre Amasya Elma üretim miktar dağılımları (TÜİK, 2019)

Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan meyveler içerisinde miktar anlamında yeri büyük olan elmanın farklı cinsleri göz önünde bulundurularak soğuk depolama koşullarının net olarak belirlenmemiş olması, bazı depocuları literatürlerde belirtilen koşullara göre muhafaza etmeye yönlendirmektedir. Ancak, muhafaza koşullarının meyve cinsine, ekolojik ve kültürel şartlara göre farklılık göstereceği dikkate alınır, soğuk hava teknolojisinin başarılı bir şekilde uygulanması ve her ülkenin yetiştirdiği cins meyvelerde, kendi ortam koşullarında denemeler yapılması gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle ülkemizde üretilmekte olan birçok meyve türünün, başarılı bir biçimde depolanıp pazara sunulabilmesi, kendi koşullarımızda, amaca yönelik birçok bilimsel araştırmanın yapılmasını gerektirmektedir (Pekmezci, 1975).

Ülkemizde modern anlamda elma depolama çalışmaları 1970'li yıllarda başlamıştır ve üretimdeki artışa paralel olarak istenen seviyelerde olmasa da muhafaza iyileştirme çalışmaları da artmıştır. Ancak bu çalışmalar daha çok belirli elma çeşitleriyle sınırlı kalmıştır. Son zamanlarda üretimdeki çeşit farklılaşması doğal olarak muhafaza çalışmalarına yansımaya başlamıştır (Karaçalı, 1993).

Klimakterik özellikteki meyve çeşitlerinde, meyvede olgunlaşma, etilenin konsantrasyonu ile paralellik göstermektedir. Etilen konsantrasyonunun yüksek olması meyve yapısında yumuşamaya sebep olur ve meyvede uçucu bileşiklerin oluşumunu sağlar ve meyve lezzetini geliştirir. Klimakterik meyvelerde açığa çıkan dışsal etilen miktarı zamanla hızlı bir şekilde artarken, klimakterik olmayan meyvelerde artış sınırlı kalmaktadır. (Karaçalı, 2012).

Çizelge 1.1. Bahçe ürünlerinin etilen üretim miktarlarına göre sınıflandırılması

Sınıf	Etilen Üretimi ($\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}, 20^\circ\text{C}$)	Çeşit
Çok düşük	0.01-0.1	Kiraz, Turunçgiller, Çilek, Nar, Yaprak sebzeler, Patates, Kesme çiçekler
Düşük	0.1-1.0	Maviyemiş, Hıyar, Balya, Biber, Trabzon hurması, Ananas, Ahududu
Orta	1.0-10	Muz, İncir, Honeydew kavunu, Mango, Domates
Yüksek	10-100	Elma, Kayısı, Avokado, Kantalop kavunu, Kivi, Nektarin, Papaya, Şeftali, Armut, Erik
Çok yüksek	>100	Çerimoya, Çarkıfelek, Mammee

Klimakterik meyve olan elma, derimden sonra yüksek etilen üreten meyveler grubuna girmekte olup, olgunlaşma yeteneğine sahiptir (Çizelge 1.1). Elmada hasat sonrası kalite kayıplarını en aza indirmek amacıyla, uygun depolama ve pazarlama koşullarının belirlenip iyileştirilmesi konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Hasat edilirken yeterince dikkat edilmediği takdirde meydana gelen

zararlanmalar, hastalık etmenlerini etkinleştirmekte ve kalite kayıplarını da hızlandırmaktadır. Klimakterik özellikte meyvelerin soğukta depolanması sırasında meydana gelen kayıplar ağırlıkta kayıp, meyve kabuğunda yanıklık ve benzeri lekelenmeler, fazla olgunlaşma sebebiyle meyve etinde yumuşama ve dış yüzeyinde çürükler olarak belirtilebilir.

Etilen, bahçecilik ürünlerinde derim sonrası fizyolojisi ve teknolojisinde en fazla üzerinde durulan bitkisel hormondur. Havada bulunan değeri 10 ppb'nin üzerine çıktığı zaman fizyolojik etki değeri başlar. Etilen iki karbonlu bir yapıya sahip olup arasında çift bağ içeren en küçük olefindir ve havadan daha hafif bir fiziksel özelliğe sahiptir (Scariot ve ark., 2014).

Suda az, yağda çok çözünebilen, -103 °C'de kaynayabilen bir gazdır. Etilen yanıcıdır, kolayca oksitlenerek etilen oksit oluşturur ve hava içerisindeki % 2.75 etilen oranı patlayıcı olabilir. Bitkinin hemen hemen tüm organları etilen sentezleyebilmesine rağmen en fazla meristematik bölgelerde ve boğumlarda sentezlenmektedir. Meyvenin olgunlaşması sırasında meyvede ve çiçek yaşlanması ve yaprak dökülmesi aşamasında ise yapraktaki miktarında artış görülür. Klimakterik meyvelerde olgunlaşma esnasında etilen salgılanma hızı, solunum hızına paralel bir şekilde artar. Bu artış logaritmik bir şekilde gerçekleşir, en yüksek seviyeye ulaştıktan sonra geriler. Dokunun etilen salgılama hızı tür, çeşit, olgunluk durumu, sıcaklık, oksijen miktarı, CO₂, içsel etilen miktarı, stres, yüzey/hacim oranı, dokunun gaz geçirgenliği gibi faktörlerden etkilenmektedir (Karaçalı, 2012).

Etilen, bakır içeren farklı reseptör proteinlerine bağlanarak hücre içerisinde birtakım etkileri tetikleyebilmektedir. Etki mekanizması reseptörler tarafından engellenmektedir. 5'ten fazla etilen reseptör grubu tanımlanmıştır; ETR grubu (ETR1, ETR2, ERS1, ERS2, EIN4), CTR1 grubu, EIN2 grubu, EIN3/EIL grubu (EIN3, EIL1, EIL2) ve ERF1 grubu (Bleecker ve Kende, 2000). Etilenin reseptöre bağlanma hızı ortamdaki CO₂ miktarının artışı ile yavaşlarken, O₂ ile artar. Gümüş iyonu reseptördeki olası bakırı yerinden ederek reseptörün çalışma mekanizmasını

sekteye uğratabilir. Bu tür bir etkiye sahip olan diğer bir madde 1-metilsiklopropendir.

Günümüzde hasat sonrası meyve ve sebzelerde kayıpların minimize edilmesi, muhafaza periyodunun uzatılması ve kalitenin korunması amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. 1-Metilsiklopropen bu uygulamalar arasında önemli bir yere sahiptir. 1-MCP'nin insanlara, hayvanlara, canlı organizmalara ve çevreye herhangi bir zararlı etkisinin olmadığı Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA: Environmental Protection Agency) tarafından bildirmiştir. Bununla birlikte, 1-MCP'nin düşük kullanım oranları ve kalıcılığı olmayan ve toksik olmayan etki şekli ile kullanımının uygun olduğunu belirtmişlerdir (EPA, 2019).

Etilen aktivite engelleyicisi olarak tescilli olan 1-Metilsiklopropen (1-MCP), standart sıcaklık ve basınçta molekül ağırlığı 54 g/mol olan C_4H_6 formüllü bir gazdır (Blankenship ve Dole, 2003). Uygulandığı türe bağlı olarak 1-MCP solunum, etilen üretimi, uçucu bileşikler, klorofil parçalanması ve diğer renk değişimleri, protein ve hücre zarı değişimleri, yumuşama, bozulma ve hastalıklar, asitlik ve şekerler üzerine çeşitli etkilere sahiptir. Bu olumlu etkilerin doğrultusunda 1-MCP'nin özellikle klimakterik meyve ve sebzelerde raf ömrünü uzatmada ve kalitenin korunmasında önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca fizyolojik bozukluklar ve patolojik hastalıklar üzerinde de etkisinin olduğu bildirilmiştir. Ticari olarak birçok üründe başarı ile kullanılan 1-MCP'nin uygulanma süresi ve dozunun uygun seçilmesi durumunda olgunlaşma geciktirilmekte, ancak tamamıyla engellenememektedir. Hasat öncesi faktörler, çeşit, olgunluk ve hasat sonrası uygulamalar 1-MCP'nin ticari olarak kullanımını önemli ölçüde etkilemektedir (Bower ve Mitcham, 2001; Blankenship ve Dole, 2003; Blankenship, 2003; Watkins, 2006; Watkins, 2008).

Bu çalışmanın amacı, 1-Metilsiklopropen uygulanan Amasya çeşidi elmalarda depolama süresince; ağırlık kaybı, etilen salınımı, solunum hızı, nişasta düzeyindeki değişimler, sertlik, renk, suda çözünen kuru madde miktarı gibi kalite özellikleri ve kaliteyi etkileyen toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivitesinde ve polifenol oksidaz enzim aktivitesindeki değişimleri araştırmaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Orijini Anadolu olan Amasya elması, ülkemiz açısından büyük öneme sahiptir. Amasya elma çeşidi orta irilikte, geniş gövdeli, ince kabuklu, sert, güneş gören yüzü koyu, diğer tarafları açık kırmızı ve yer yer yeşil zemin renginde, meyve eti hafif yeşilimtrak – beyaz renkte, sulu, çiçek tarafında beş çıkıntılı, yeme olumunda gevrek ve kokuludur (TSE, 2007).

Eylül ayının ikinci yarısında veya Ekim ayı başında hasat edilen meyveler sağlıklı depolama koşullarında Mayıs ayına kadar dayanabilmektedir. Kendine has kuvvetli kokusu ve aroması vardır. Bir yıl çok meyve verip bir yıl dinlenmesi özelliğiyle mutlak periyodisite gösterir. Meyve ağırlığı 110-135 gram olup meyve büyüklüğü orta ve küçük sınıfına girmektedir. Türkiye'nin çoğu bölgesinde Amasya elması yetiştiriciliği yapılmaktadır. Depolama şartlarında yapılacak iyileştirmeler ile Türkiye elmacılık sektöründe önemli paya sahip olan Amasya elması daha fazla ilgi çekecektir (Özbek, 1977; Öz ve ark.,1995; Kaplan ve ark., 2003).

Olgunlaşma hormonu olan etilenin (C_2H_4), sebze, meyve ve süs bitkileri üzerinde olumsuz etkileri de bulunmaktadır. Bahçe ürünlerinin hasat edildikten sonra dayandırılmasında etilenin yarattığı zararlı etkilerin kontrol altına alınması önem taşımaktadır. Etilenin sebep olduğu zararlı etkilerin kontrol altına alınmasında değişik metodlar bulunmaktadır. Bitki dokusunun etilen salgılamasını önlemek bu yöntemlerden bir tanesidir (Reid, 2002). Etilenin salgılanmasını önlemede; sıcaklığı olabildiğince düşürmek, CO_2 konsantrasyonunu yükseltmek, etilen inhibitörü, gümüş (gümüştiosülfat vs.) veya 1-Metilsiklopropan (1-MCP) kullanmak etkilidir (Saltveit, 2003).

1-MCP bahçe ürünlerinin kalitesini arttıran ve muhafaza periyodunu uzatan bir kimyasaldır. Ülkemizde son dönemlerde 1-MCP uygulamasına yönelik çalışmalar artarak sektörde de kullanılabilir duruma gelmiştir. 1-MCP kullanımı ile ilgili sektörel gelişmelerin yanında bu kimyasalın meyve, sebze ve süs bitkilerinde

etilen fizyolojisi ile ilişkileri konusunda da uzun yıllar çalışmalar yapılmıştır (Watkins, 2006). 1-MCP'nin temel prensibi hücrede etilen reseptörlerine bağlanarak etilenin bağlanmasını engelleyip böylelikle etilenin zararlı etkisinin baskılanmasını sağlamaktır. Bitkisel ürünlerde dağılımı hızlı bir şekilde gerçekleşen 1-MCP, plastik torbalar ve fiber kutu gibi materyallerden geçebilmektedir (Blankenship ve Dole, 2003).

1-MCP'nin ticari boyutta ilk uygulaması Florolife anonim şirketi lisansı ile üretilen α -siklodekstrin ile süs bitkilerinde yapılmıştır. Daha sonra 1-MCP EthylblocTM adıyla üretilmeye başlanmıştır. Florolife şirketi sahip olduğu lisans haklarını AgroFresh anonim şirketine satmıştır. Günümüzde 1-MCP, şirket tarafından süs bitkileri ve yenilmeyen tarım ürünleri için EthylblocTM ve yenilebilir tarım ürünleri için SmartFreshTM adı altında üretilmekte ve pazarlanmaktadır. 1-MCP hem EthylblocTM hem de SmartFreshTM içerisinde toz bir karışım veya tablet halinde satılmaktadır. Ancak bu alfa-siklodekstrin ile birleştirilerek stabil ve suda çözünür bir yapı kazandırılmıştır. 1-MCP'nin ABD, Kanada, Avustralya, İngiltere, İspanya, İtalya, Almanya, Fransa, Çin, İsrail, Türkiye, Hollanda, gibi sayıca 30 civarı ülkede elma, kayısı, avokado, kivi, mango, kavun, nektarin, papaya, şeftali, armut, biber, Trabzon hurması, erik, kabak, domates, ananas için hasat sonrası kullanımı uygun bulunmuş olup sektörde belli ürünler için kullanılmaya başlanmıştır(Watkins, 2006).

Uygulanan ürünün türüne göre kullanılacak 1-MCP'nin üründe maksimum etki yaratması için gereken konsantrasyon değişmektedir. Ayrıca konsantrasyon uygulama süresine, sıcaklığa ve uygulama yöntemine göre de değişiklik göstermektedir. Genelde yapılan çalışmalar doğrultusunda düşük konsantrasyonlar en etkin bulunmuş ve etilenin etkisinin engellenmesi için gerekli minimum konsantrasyon karanfillerde 2.5 nL/L (Sisler ve ark., 1996), elmalarda 1 μ L/L (Fan ve ark., 1999a) olarak saptanmıştır. Brokolide ise 1-MCP uygulamaları 1 ile 12 μ L/L arasında farklılık göstermiştir (Able ve ark., 2002). Olgun domateslerde 1-MCP'nin etkili olabilmesi için uygulanabilir minimum dozajın 20 μ L/L olması

gerektiği saptanmıştır (Wills ve Ku, 2002). 5 ve 50 nL/L konsantrasyonunda 1-MCP uygulamasının olgunlaşmamış muzlar üzerinde herhangi bir etkisi olmazken, 500 nL/L dozaj ile olgunlaşma geciktirilmede başarılı olunmuştur.

1-MCP'nin etkinliğinde uygulama sıcaklığının da büyük önemi olmakla beraber birçok çalışmada optimum sıcaklık 20-25°C olarak belirlenmiştir. Brokoli için 20°C'deki 1-MCP uygulamasının 5°C'ye göre daha iyi sonuç verdiği (Ku ve Wills, 1999), 20°C sıcaklığın başarılı sonuçlar verdiği saptanmıştır (Able ve ark., 2002). Düşük depolama sıcaklığına getirilen elmalarda 1-MCP'nin etkisinin daha az olduğu saptanmıştır (Mir ve ark., 2001). 1-MCP uygulamaları düşük sıcaklıkta (5 ve 10°C) kişniş (*Coriandrum sativum*) üzerinde etkili olmamıştır (Jiang ve ark., 2002). Birçok üründe düşük sıcaklıklardaki uygulama 1-MCP'nin etkinliğini azaltmaktadır (DeEll ve ark., 2002).

Uygulama süresi, 1-MCP uygulamasından tam bir randıman sağlayabilmek için önemli bir parametredir. Yapılan çalışmalarda optimum süre 12 ile 24 saat arasında değişmiştir. Uygulama sürelerinin belirlenmesinde ürün çeşitleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Watkins ve ark. (2000) çalışmalarında aynı konsantrasyonda uygulaması yapılan 1-MCP'den benzer etki elde edebilmek için 'Cortland' elma çeşidinde 'Empire' elma çeşidine göre daha uzun bir uygulama süresine ihtiyaç duyulduğunu ifade etmişlerdir (Watkins ve ark., 2000).

Önceki yapılmış çalışmalar incelendiğinde 1-MCP'nin uygulanma süresi ve etkin konsantrasyonu arasında bir ilişkinin olduğu gözlemlenmiştir. Uygulanma süreleri kısa olan ürünler için daha yüksek konsantrasyonlarda 1-MCP'ye ihtiyaç duyulmuştur. Domates (Wills ve Ku, 2002) ve brokolide (Ku ve Wills, 1999) 1-MCP'nin konsantrasyonları yükseltilerek uygulama süresi kısaltılmıştır.

1-MCP'nin sıcaklık ve uygulama süresi arasında da bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. DeEll ve ark. (2002) elmalarda yaptıkları denemeler doğrultusunda, 1-MCP uygulamasının 3°C'de etkin olabilmesi için 9 saatlik bir uygulama süresine ihtiyaç duyulurken, yüksek sıcaklıklarda bu sürenin 6 saate düştüğünü ifade etmişlerdir. Yine muz (Jiang ve ark., 1999) ve brokolide (Ku ve Wills, 1999) 1-

MCP'nin etki mekanizmasını gösterebilmesinde uygulama süresi ile sıcaklığı arasında doğrudan bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir.

1-MCP'nin birden fazla uygulanması bazı ürünlerde etkiyi arttırırken, bazılarında önemli bir etkisi olmamıştır. 'Redchief' elması (Mir ve ark., 2001) birden fazla 1-MCP uygulanması tek uygulamaya göre daha etkili olmasına rağmen, brokoli ve Çin lahanasında benzer etkiye rastlanmamıştır (Able ve ark.,2002). Macnish ve ark. (2000) süs bitkilerinde yaptıkları çalışmalar sonucu 1-MCP'nin daha iyi etki göstermesi için uygulamanın sürekli yapılmasının gerektiğini ortaya koymuşlardır.

1-MCP'nin etkinliği çeşitlere göre farklılık göstermekte olup uygulama konsantrasyonu ve süresi de değişmektedir. Bazı elma çeşitlerinde dışsal etilen salınımı yüksek olmakla beraber 1-MCP uygulamasında daha yüksek konsantrasyonlara ihtiyaç duyulabilmektedir (Watkins ve ark., 2000).

Hasat ile 1-MCP uygulaması arasındaki sürenin önemi uygulama yapılan ürünün cinsine göre farklılık göstermektedir. Genellikle ürünün olgunlaşma evresi ne kadar hızlı ilerliyorsa, 1-MCP hasattan sonra o kadar erken uygulanmalıdır. Bazı türler için hasat ile uygulama arasındaki sürenin uzaması, 1-MCP'nin etkinliğinin azalmasına neden olabilmektedir. Bu türlerde 1-MCP uygulamasına kadar geçen sürede açığa çıkan etilenin uygulanan 1-MCP'nin etkinliğini azaltarak, ürünün hasat sonrası ömrünün kısalmasına neden olabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle 1-MCP hasat sonrası ömrü kısa olan ürünlerde hasattan sonra en kısa sürede uygulanmalıdır (Able ve ark., 2002).

1-MCP, kayısı, çilek, erik, avokado ve kavun gibi bazı ürünlerde etilen üretimini azaltırken, bazı elma çeşitleri ve çiçek türlerinde etilen üretimini engellemiştir (Fan ve ark., 1999 a,b, Dong ve ark., 2002; Alves ve ark., 2005; Hershkovitz ve ark., 2005; Manganaris ve ark., 2008). Klimakterik özellik taşıyan meyvelerde 1-MCP'nin etilen üretimini azalttığı ve olgunlaşmayı geciktirdiği bildirilmiştir. Buna karşın, 1-MCP Altıntop meyvesinde etilen üretimini artmasına engel olamamıştır (Mullins ve ark., 2000).

Solunum artışında gecikme ve solunum hızında azalma genel olarak 1-MCP uygulamasıyla beraber görülen etkilerdir (Hershkovitz ve ark., 2005). 1-MCP uygulamasıyla avokadoda olgunlaşma evresinin geciktiğini ve solunum hızının azaldığını bildirmişlerdir. Eriklerde 1-MCP uygulaması solunum hızını azaltıcı etki göstermiştir (Dong ve ark., 2002; Manganaris ve ark.,2008). 1-MCP'nin solunum hızına etkisi, etilen üretimiyle de bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda 1-MCP'nin kayıslarda solunum hızını azalttığını, bazılarında ise böyle bir etkinin olmadığını göstermektedir. Kayısıda görülen bu farklı sonuçlar, meyve olgunluğuna, çeşide veya henüz bilinmeyen başka faktörlere bağlı olabilir (Fan ve ark., 2000). Elma (Fan ve ark., 1999a,b), brokoli (Fan ve Mattheis, 2000), kiraz domatesi (Opiyo ve Ying, 2005) ve kavunda (Alves ve ark., 2005) 1-MCP uygulaması ile solunum hızı azalmıştır. Ancak yinede sayıca az olmakla birlikte, bazı çalışmalarda 1-MCP'nin solunum hızını arttırdığı bildirilmiştir.

1-MCP, bazı ürünlerde ise klorofil parçalanmasını ve renk değişimlerini engellemiş veya geciktirmiştir. 1-MCP uygulaması yapılan 'Fuji' elma (Fan ve ark., 1999a), kayısı (Fan ve ark., 2000) ve avokado (Hershkovitz ve ark.,2005) meyvelerinde kabuk rengi daha yeşil olmuş ve daha az bir renk değişimi gözlenmiştir. Benzer durum şeftali (Kluge ve Jacomino, 2002) ve eriklerde de (Manganaris ve ark.,2008) görülmüştür. Buna karşın bazı araştırmacılar, kayısı ve erikteki renk değişimlerinin, 1-MCP'den etkilenmediğini bildirmişlerdir (Dong ve ark, 2002). Bunun yanında muz (Haris ve ark., 2000) ve çileklerde (Tian ve ark., 2000) renk gelişimi 1-MCP uygulamasından olumsuz etkilenmiştir.

Able ve ark. (2003) yaptıkları çalışmalar doğrultusunda 1-MCP brokolide sararmayı önlemiş ve yaprak sebzelerde klorofil kaybını yavaşlatmıştır. Ancak hıyarda klorofil kaybını engelleyememiştir (Nillson, 2005). Domatesteki renk değişimi 1-MCP uygulaması ile yavaşlatılmıştır (Opiyo ve Ying, 2005). Jiang ve ark. (2001) 1-MCP uygulaması ile çilekteki rengin koruduğunu ve antosiyanin üretiminin azaldığını bildirmişlerdir.

1-MCP bazı türlerde yumuşamayı geciktirerek meyve sertliğini korumasında etkili olmuştur. Kayısı (Fan ve ark., 2000a), şeftali (Kluge ve Jacomino, 2002), erik (Dong ve ark., 2002; Manganaris ve ark., 2008), Trabzon hurması (Harima ve ark., 2003) ve avokadonun (Woolf ve ark., 2005) sertliği 1-MCP uygulamasıyla daha uzun süre korunmuştur. Buna karşın portakalın sertliği 1-MCP'den etkilenmemiş (Porat ve ark., 1999) hatta çilekte sertlik kaybını arttırmıştır (Tian ve ark., 2000). Jiang ve ark. (2001) ise 1-MCP'nin çilekte sertliği koruduğunu bildirmişlerdir. Çilekte elde edilen bu farklı sonuçların, çeşide, meyve olgunluğu gibi parametrelere bağlı olabileceği düşünülmektedir. Birçok elma çeşidinde 1-MCP uygulamasının sertliği, kontrollü atmosferde (KA) depolamaya göre daha iyi koruduğu belirtilmiştir (Fan ve ark., 1999a).

Ürünlerin suda çözünür kuru madde ve titrasyon asitliği miktarına 1-MCP uygulamalarının etkisi farklı olup, bazı durumlarda miktar artarken, azalmakta veya etkilenmemekte olduğu durumlar da meydana gelmiştir. 1-MCP uygulanmış bazı elma çeşitlerinde SÇKM miktarı artarken (Fan ve ark., 1999a), çileklerde azalma göstermiş (Tian ve ark.,2000), portakal (Porat ve ark., 1999), kayısı, erik (Dong ve ark., 2002) ve bazı elma çeşitlerinde (DeEll ve ark., 2002) ise etkilenmemiştir. 1-MCP uygulaması TA kaybını domateslerde tamamıyla engellemiş (Wills ve Ku, 2002), eriklerde geciktirmiş (Dong ve ark., 2002), kayısı, "RedChief" elma (Mir ve ark., 2001) ve portakallarda (Porat ve ark., 1999) etkilememiştir.

Crouch (2003), elma ve armutlarda modifiye ve kontrollü atmosfere bir alternatif olarak 1-metilsiklopropen'in kullanımını araştırmıştır. Bu amaçla ticari olgunluk döneminin başında ve sonunda derimi yapılan elma ve armutlara 20 °C'de 12 saat süreyle 3 farklı dozda (312, 500 ve 1000 nL/L) 1-MCP uygulanmıştır. Muhafaza süresi sonunda 1-MCP uygulanmış elmalar kontrol ile karşılaştırıldığında; sertliğin korunması, titre edilebilir malik asit miktarı ve çözünebilir kuru madde miktarı bakımından yüksek değerler tespit edilmiştir. Armutlarda ise 1-MCP uygulanmış meyveler, depolamadan sonra yeşil rengini

korumuşlar ve 15 °C'de 3 hafta sonra olgunlaşmışlardır. Araştırmacı, elma ve armutlarda modifiye ve kontrollü atmosferde depolamaya bir alternatif olarak 1-MCP'nin potansiyel olarak kullanılabilceğini bildirmiştir.

Yapılan bir çalışmada, hasat edilen Trabzon Hurması (*Diospyros Kaki*) meyvelerine depolanmadan önce 20 °C de 6 saat 3 µL/L 1-MCP uygulanmıştır. Deneme süresince sertlik, solunum hızı, etilen üretimi gibi bazı parametreler değerlendirilmiş ve 1-MCP uygulanan meyvelerde olgunlaşmanın geciktiği görülmüştür. 'Qiandaowuhe' Trabzon hurması çeşidinde solunum hızı ve etilen üretimi arasında tipik bir ilişkiye rastlanmıştır. CO₂ ve etilen üretiminin birlikte dördüncü günde en uç noktada olduğu belirlenmiştir. 1-MCP uygulaması meyvelerde klimakterik etilen üretimini ve solunum hızındaki artışı engellemiştir. 1-MCP uygulaması özellikle 'Qiandaowuhe' Trabzon hurması çeşidinde hasat sonrası ömrü oldukça fazla uzatmıştır (Luo 2005).

1-MCP uygulamasının Valencia portakalının depolama sonrası kalite özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Türk, 2008), meyvelere, depolama öncesi 12 saat süreyle 20 °C'de 0, 250, 500, 1000 ve 2000 nL/L konsantrasyonlarında 1-MCP uygulanmıştır. Uygulama sonrası meyveler 5±0.5 °C ve 2±0.5 °C sıcaklıkta ve % 90 oransal nemdeki prefabrik soğuk odalarda 150 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 50., 100. ve 150. günlerinde örneklerde çeşitli analiz, gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Bu amaçla ağırlık kaybı, kabuk rengi, meyve suyu bileşiminin incelenmesi, kabuğun elektrolitik sızıntı değeri, üşüme zararı, çürüklük gelişimi ve solunum hızı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 1-MCP uygulamasının depolama sürecinde etilenin olumsuz etkisini ortadan kaldırmadığı, 2 °C'de depolanan meyvelerde üşüme zararını artırıcı yönde etkisinin olduğu belirlenmiştir. Valencia portakallarının uzun süreli depolanmasında 2 °C'de üşüme zararı görüldüğü için 5 °C'de depolanması önerilmiştir.

Sabır (2008), tüm ve taze doğranmış domateslerde farklı derim sonrası uygulamaların muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri çalışmasında, farklı

olgunlukta derimi yapılan bütün ve taze doğranmış Zorro domates çeşidinde farklı uygulamaların muhafaza süresi ve kalite üzerine etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla bütün olarak muhafaza edilen domatesler olgun, yeşil ve pembe olum aşamasında hasadı yapılarak kontrol, 125, 250, 500 ve 1000 nL/L dozlarında 1-MCP uygulamıştır. Çalışma sonucunda bütün olarak muhafaza edilen domateslerde 500 ve 1000 nL/L dozlardaki 1-MCP uygulamalarının olgunlaşmayı geciktirdiğini ve kalite özelliklerini koruyarak meyvelerin muhafaza ömrünü uzattığı belirlenmiştir.

Basel ve ark. (2002), muz meyvesinin raf ömrü üzerine 1-Metilsiklopropen'in etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar 1-MCP uygulamasının kontrole göre, solunumu azalttığını olgunlaştırmayı geciktirdiğini ve meyve raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir.

Jiang ve ark. (1999), etilen ile uyarılmış muz meyvesinin olgunlaşmasını önlemek için gerekli olan 1-Metilsiklopropen (1-MCP) maruz kalma seviyelerini belirlemek için yürüttükleri deneylerde, etilen ile muamele edilmiş meyvenin 1-MCP uygulamasına verdiği tepkiyi karakterize edip, uygulamanın meyve yumuşaması üzerine etkilerini test etmişler ve meyve yumuşaması 20°C'de % 90 bağıl nemde ölçülmüştür. 20°C'de 1 saat 1000 nL/L 1-MCP dozunda yapılan uygulama etilen ile uyarılmış olgunlaşma etkilerini ortadan kaldırmıştır. 20 °C'de 12 saat 50 nL 1-MCP / L dozunda muamele de benzer şekilde etkili olmuştur. Etilen uygulaması ile yumuşama süreci başlayan meyvenin bu süreci 1-MCP ile muamele sonrası geciktirilmiştir. Ancak 1-MCP etkisi ve buna bağlı raf ömrünün uzaması, meyve olgunlaşmasının en erken safhasında beklenebilir. Bu çalışmada, etilen ile muamele edilmiş meyvelerin yumuşamasını geciktiren 1-MCP uygulamasının etkinliğini, 20 °C'de % 90 bağıl nemde sadece 1 gün sonra yitirmiştir.

Cai ve ark. (2006), hasat sonrası yaşamı sınırlı olan yenidünya meyvesine 0.5, 5, 50 µL/L dozlarda 1-MCP ve 100 µL/L dozunda da etilen 20°C'de 12 saat boyunca uygulanmıştır. Depolama koşulları 20°C'de 8 gün, 0°C'de 39 gün ardından 20°C'de 5 gün olmak üzere hasat sonrası uygulamaların etkisi

araştırılmıştır. Meyve kalitesi üzerinde en etkin uygulama 5 µL/L dozundaki 1-MCP olmuştur. 1-MCP uygulaması ile toplam fenol içeriği artmış olup, Polifenol oksidaz enzim aktivitesi azalmış dolayısıyla meyvede esmerleşme yavaşlamıştır. Etilen uygulaması ise bu durumun tersi bir etki yaratmıştır. Toplam çözünür katı madde başlangıçta artmış, fakat daha sonra 5 µL/L dozundaki 1-MCP uygulaması hariç diğer denemelerde azalmaya başladığı görülmüştür.

Massolo ve ark. (2011), hasat sonrası 1-MCP uyguladıkları patlıcanlarda kalite parametreleri üzerinde yaptıkları değerlendirmeler sonucu esmerleşmeye sebebiyet veren Polifenol oksidaz enziminin aktivasyonunda kontrol grubundaki patlıcanlara göre önemli azalma olduğunu belirtmişlerdir.

Cai ve ark. (2006), yenidoğru meyvesinde uyguladıkları 1-MCP'nin etkisi ile Polifenol oksidaz (PFO) enzim aktivitesi kontrol grubuyla kıyaslandığında aktivasyonu daha az olmuştur. Başlangıç meyvesinde PFO enzim aktivitesi 1.34×10^3 ünite/kg iken, 192 saat sonunda kontrol grubunda 3.64×10^3 ünite/kg ve 1-MCP uygulanan grup meyvelerinde ise 3.36×10^3 ünite/kg olarak ifade edilmiştir.

Massolo ve ark. (2011), 1-MCP uygulamasının soğukta depolanan patlıcanların kalite ve fenol metabolizmaları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, ticari olgunluğa eriştikten sonra hasat edilmiş patlıcanlar 12 saat boyunca 20°C'de 1 µL/L dozunda 1-MCP kimyasalına maruz bırakılmıştır. Daha sonra 1-MCP uygulanmış patlıcanlar 21 gün boyunca 10°C'de depolanmış, ardından 2 gün süreyle 20°C ortamda tutulmuştur. Depolama boyunca çanak rengi, hasarı, meyvede ağırlık kaybı ve sertliği, asitlik, kahverengileşme, toplam fenolik madde ve Polifenol oksidaz enzim aktivitesi gibi değerler ölçülmüştür. 1-MCP uygulanan patlıcanlar, kontrol meyve grubuyla kıyaslandığında meyve çanağında daha az hasar olduğu ve daha yeşil kaldığı görülmüştür. Ayrıca 1-MCP uygulanan patlıcanlarda ağırlık kaybı azalmış, Polifenol oksidaz enzim aktivitesi azalmış ve kahverengileşme net bir şekilde önlenmiştir. Çalışma sonucu yapılan değerlendirmede 1-MCP uygulamasının hasat sonrası düşük sıcaklıkta depolanan patlıcanlarda kalitenin arttığı belirtilmiştir.

Jiang ve ark. (2005), hasat sonrası şeftali meyvesinde 1-MCP kimyasalının meyve olgunlaşması ve hastalık direnci üzerine etkisini araştırmışlardır. Ticari olgunluğa erişmeden hasat edilen şeftalilere farklı oranlarda 1-MCP uygulanmıştır. 22°C’de 24 saat boyunca uygulanan 0.2 µL/L 1-MCP etkin bir şekilde meyve sertliğinin azalmasını yavaşlatmıştır. Meyve yumuşamasını önleyen en küçük doz 0.6 µL/L olmuştur. Meyve olgunlaşmasıyla bağlantılı olan çözünür kuru madde içeriği, asitlik, etilen üretimi gibi diğer parametreler de 1-MCP etkisiyle azalmış ya da gecikmiştir.

Taye ve ark. (2019), 1-MCP uygulamasının ‘Unicorn’ cherry domatesinin kalitesi ve depolanabilirliği üzerine araştırma yapmışlardır. Pembe ve kırmızı olgunluk evresinde hasat edilen domateslere 0.035 µL/L ve 0.1 µL/L 1-MCP uygulanmış olup, bir grup da kontrol grubu olarak ayrılmıştır. Gruplandırılan domatesler kimyasal uygulama sonrası 10°C 85±5 % bağıl nemde 15 gün boyunca depolanmıştır ve günlük takip yapılmıştır. Depolama süresince 0.1 µL/L 1-MCP uygulamasının, sertlik, hücre duvarı kalınlığı, suda çözünür pektin, ağırlık kaybı, yüzey rengi, likopen içeriği gibi parametreler üzerinde önemli etkisi olmuştur. Meyve sertliği anlamında 0.1 µL/L dozundaki uygulama önemli düzeyde etkin olmuştur. 0.035 µL/L ve kontrol grubundaki domateslerde sertlik, depolamanın 7. gününe kadar benzer seyredip sonrasında kontrol grubu meyve sertlikleri hızlıca azalmaya başlamıştır. 0.035 µL/L uygulamasındaki meyveler ise kontrol grubuna göre nispeten daha sert kalmıştır. Ağırlık kaybı anlamında ise, pembe olgunluk evresinde olan domateslerde, depolamanın 3. günü kontrol grubundaki ağırlık kaybı % 0.013, 0.035 µL/L dozajlı gruptaki meyvelerde % 0.411 ve 0.1 µL/L dozundaki meyvelerde ise % 0.011 olmuştur. Daha sonraki günlerde de ağırlık kaybındaki oransal değişimler aynı sıralamada olmuştur. Kırmızı olgunluk evresinde olan domateslerde ise kontrol grubundaki meyvelerin ağırlık kayıpları 1-MCP uygulanan gruplara göre çok yüksek olmuştur.

Cheng ve ark. (2019), uzun süre soğuk depolama sonucu meyve göbeği kahverengileşmesine duyarlı olan ‘Yali’ cinsi armutlarda 0.25 µL/L, 0.5 µL/L ve 1

$\mu\text{L/L}$ olmak üzere farklı dozlarda 1-MCP uygulamasının meyve kalitesi ve meyve göbeği kahverengileşmesi üzerine etkisini araştırmışlardır. 1-MCP uygulaması meyvede etilen salınımını önemli ölçüde azaltmış, meyveyi daha sert tutmuş ve titre edilebilir asitlik artmış, meyve göbeği kahverengileşmesi azalmıştır. Uygulamalar içinde en etkin dozaj $1 \mu\text{L/L}$ olup, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, $1 \mu\text{L/L}$ 1-MCP uygulamasıyla H_2O_2 içeriği azalmış, meyve göbeğindeki glutasyon ve askorbik asit derecesini yüksek seviyelerde tutmuştur. Aynı zamanda fenolik içerik ve Polifenol oksidaz aktivitesi azalmıştır.

Shah ve ark. (2019), hasat sonrası sorunlar görülen 'Early Grand' cinsi şeftalilere $0.3 \mu\text{g/L}$, $0.6 \mu\text{g/L}$ ve $0.9 \mu\text{g/L}$ olmak üzere farklı konsantrasyonlarda 1-MCP uygulayıp, 40 gün $8\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de % 50 bağıl nemde depolamışlardır. En yüksek doz uygulaması olan $0.9 \mu\text{g/L}$ önemli ölçüde antioksidan aktivitesini ve toplam fenol profilini geliştirmiştir. Ancak $0.6 \mu\text{g/L}$ 1-MCP dozajlanan şeftalilerde askorbik asit tutulmuş, ağırlık kaybı ve meyve çürümesi azalmıştır. Sonuç olarak, $0.6 \mu\text{g/L}$ 1-MCP düşük sıcaklıkta meyvenin raf ömrünü 40 güne kadar uzattığını bildirmişlerdir.

Chen ve ark. (2019), hasat sonrası depolamada, farklı konsantrasyonlarda 1-MCP'ye maruz bırakılan Çin mantarlarının kalite özelliklerini araştırmışlardır. 0 ; 0.25 ; 0.50 ; 0.75 ; 1.0 ; $1.25 \mu\text{L/L}$ 1-MCP içeren kağıtlarla 12 saat $15\pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de bekletilip, ardından 8 gün boyunca depolama süreci sürdürülmüştür. Alınan sonuçlara göre, 1-MCP'ye maruz kalan mantarlarda solunum, ağırlık kaybı, şapka esmerleşmesi, çözünür kuru madde içeriği azalmıştır. 1-MCP mantarların sıklığını ve duyuşal niteliklerini de korumuştur. Depolamanın 3.gününden itibaren, kontrol grubu mantarların büzüldüğü, altlarından kahverengileşmeye başladığı ve hoş olmayan bir kokusu olduğu görülmüştür. 4 gün sonra, kontrol mantarları, çürüyen koku ve koyu kahverengi renk değişikliği ile yenilebilir değerini tamamen kaybetmiştir. Öte yandan, 1-MCP içeren kağıtla ön işleme tabi tutulan mantarlar, taze Çin mantarlarına kıyasla anlamlı bir fark göstermemiştir. Genel anlamda en

ideal uygulama 0.75 µL/L olup, depolama süresini kontrol grubuna göre 2-3 günden 8 güne kadar uzatmıştır.

Kuzucu ve Aydın (2014), ‘Fuji Kiku’ elma çeşidinde hasat sonrası depolama periyodunda 1-MCP uygulamasının meyve kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Hasat edilen meyvelerden bir kısım kontrol grubu olarak ayrılmış, diğer meyvelere ise 625 ppb ve 1250 ppb dozlarında 24 saat süreyle 10 °C sıcaklıkta 1-MCP uygulaması yapılmıştır. 0°C ve 2°C de % 90-95 oransal nem koşullarında 180 gün muhafaza edilip, meyvenin kalite özellikleri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, 1-MCP uygulamasının meyve eti kararması, fungal etmenli çürüme oranı, titre edilebilir toplam asitlik, meyve eti sertliği kayıplarının azaltılması ve etilen üretim miktarını baskı altında tutulması üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Bu etkiler, 0°C ve 2°C’de gerçekleştirilen depolamalarda birbirine yakın değerlerde bulunmuştur. Dolayısıyla 1-MCP uygulaması ile farklı sıcaklıklarda yapılan depolamayla olası enerji tasarrufu olanakları incelenmiş olup, 0°C’de depolama ile 2°C’de depolama arasındaki sıcaklık farkı dikkate alındığında, enerji kullanımında yaklaşık olarak % 26–38 arasında bir verimlilik oluşturacağı saptanmıştır.

3.MATERYAL ve METOT**3.1. Materyal****3.1.1. Amasya Elması**

Araştırmada kullanılan Amasya (Şekil 3.1) çeşidi elmalar Niğde Ulukışla bölgesinde bulunan ticari bir elma bahçesinden temin edilmiştir. Elmalar 15/10/2017 tarihinde derim edilip ve 16/10/2017 tarihinde Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Derim Sonrası Fizyoloji Laboratuvarına getirilmiştir.



Şekil 3.1. Amasya Elması

3.1.2. Kimyasallar

Çalışmada kullanılan kimyasallar Merck (Merck KGaA, Darmstadt, Almanya) ve Sigma (Sigma Chemical Company, MO, ABD) firmalarından temin edilmiştir.

3.1.2.1. 1-Metilsiklopropen (1-MCP)

1-MCP, etileni baskılayabilen, etilenin meyve kalitesi üzerindeki olumsuz etkilerini engelleyen bir bileşiktir. Formülü C_4H_6 ve molekül ağırlığı 54 gram olan 1-MCP, siklopropen türevi bir moleküldür. Fizyolojik hareketlilik bakımından etilene benzer olan 1-MCP, normal ortam şartlarında su ile bir araya geldiği zaman gaz haline geçer (Watkins ve Nock, 2005). Bu çalışmada kullanılmak üzere, ABG SUNN firmasından, 1-MCP kimyasalının % 3.3 formülasyonu temin edilmiştir. Klimakterik minimum dönemde derim edilen meyvelere 0.042 g/m^3 (625 ppb) dozda ABG SUNN % 3.3 1-MCP kullanılmıştır.

3.1.3. Araç ve Gereçler

pH ölçümlerinde cam elektrodlu “Inolab-WTW” marka pH-metre; evaporasyon işlemleri için ‘BUCHI Rotavapor R-100 (Şekil 3.2); enzim aktivite ölçümleri ve toplam fenolik madde, antioksidan aktivite tayini için yapılan spektrofotometrik ölçümler “Shimadzu UV-1700” marka spektrofotometrede (Şekil 3.3) ; toplam fenolik madde, antioksidan aktivitesinin belirlenmesi ve enzim aktivitesi ölçümü için yapılan ekstraksiyonlarda Waring blender; santrifüj işlemleri için “KUBOTA 7780” marka santrifüj (Şekil 3.4) ekipmanlarıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2. Evaporatör



Şekil 3.3. Spektrofotometre



Şekil 3.4. Santrifüj

3.2. Yöntem

Niğde Ulukışla bölgesinde bulunan ticari bir elma bahçesinden temin edilen elmalar 1-MCP uygulaması yapılmak üzere hazırlanmıştır. Örnekler, 300 adet kontrol grubu, 300 adet 1-MCP uygulanmak üzere ayarlanmıştır. Her uygulama, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 elma örneği olacak şekilde yapılmıştır.

3.2.1. Meyvelerin Depolanması ve 1-MCP Uygulaması

Derim yapıldıktan sonra seçilen meyveler iki gruba bölünerek 1. Grup meyveler 1 m³'lük kapalı hava sızdırmaz alanda 625 ppb 1-MCP'ye 20°C'de 24 saat maruz bırakılmıştır (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6). Uygulama yapılmayan, 2. Grup olarak ayrılan kontrol grubu meyveleri de 1 m³'lük kapalı, hava sızdırmaz alanda aynı sıcaklık koşullarında 24 saat bekletilmiştir. Uygulama sonrası her grup periyodik analizler için ayrı kasalara konularak ve kasalar depoya yerleştirilmiştir. Meyveler 0±1°C'de, ortalama % 90-95 oransal nem koşullarında bulunan soğuk hava deposunda 6 ay muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler iki ayda bir periyodik yapılan analizlerle belirlenmiştir. Toplam fenolik madde, antioksidan aktivitesi ve polifenol oksidaz aktivitesi yapılmak üzere alınan örnekler, analizler yapıncaya kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.5. 1-MCP uygulama düzeniği



Şekil 3.6. 1-MCP uygulaması

3.2.2. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.2.1. Ağırlık Kaybı

Elmalar depoya konulmadan önce ağırlık kayıplarının hesaplanabilmesi için numaralandırılarak 0.1 g hassasiyetli dijital terazi ile tek tek tartılıp ağırlıkları kaydedilmiştir. Elmalar periyodik analizler sırasında da tekrar tartılıp başlangıç ağırlığına oranlanmak suretiyle yüzde ağırlık kayıpları hesaplanmıştır.

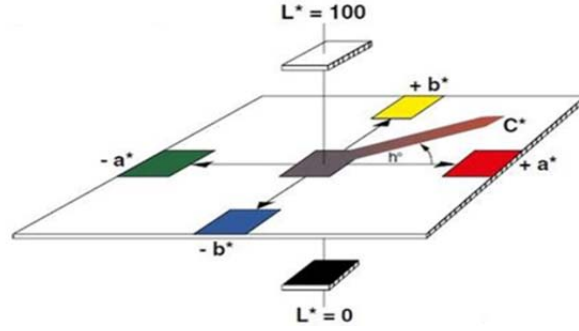
$$\% \text{ Ağırlık Kaybı} = \frac{\text{Başlangıç ağırlığı} - \text{Son ağırlık}}{\text{Başlangıç ağırlığı}} \times 100$$

3.2.2.2. Kabuk Rengi

Minolta CR-400 renk ölçer (Şekil 3.7) ile muhafaza sonunda her elmanın dış ekvatorial bölgesinden iki farklı okuma şeklinde L, a, b, c, h° değerleri saptanarak ve renk tonunda oluşan değişimler açı değeri olan h° (h°=arctan(b/a)) cinsinden ifade edilmiştir (Şekil 3.8) (Abbott, 1999).



Şekil 3.7. Minolta CR-400 Renk ölçer



Şekil 3.8. Renk alanları

3.2.2.3. Solunum Hızı

Uygun çap ve büyüklükte olan elmalar seçilerek ağırlıkları alınıp 2,5 litrelik kaplara yerleştirilmiştir. 20°C bekletilip elmaların tüketmiş oldukları O_2 ve üretmiş oldukları CO_2 miktarını belirlemek amacıyla kapların kapakları 1 saat süreyle kapalı tutulup, kavanoz içerisindeki % O_2 ve % CO_2 konsantrasyonları Isocell marka cihaz (Şekil 3.9) ile ölçülmüştür. Ortamda biriken CO_2 miktarı mL $CO_2.kg^{-1}.s^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Calegario ve ark., 2001).

$$\text{Solunum hızı} = \frac{V_2 - V_1}{T \times M} \times K$$

V2: Kap hacmi (L)

V1: Ürün hacmi (L)

T: Bekletme süresi (sa)

M: Ürün ağırlığı (kg)

K: CO₂ konsantrasyonu (ppm)



Şekil 3.9. Isocell Gaz ölçer

3.2.2.4. Dışsal Etilen Üretimi

Uygun çap ve büyüklükte olan elmalar seçilerek ağırlıkları alınıp 2.5 litrelik kaplara yerleştirilmiştir (Şekil 3.10). 20°C 'de bekletilen elmaların ürettiği etilen miktarını belirlemek amacıyla kapların kapakları 1 saat süreyle kapalı tutulmuştur. Kavanoz içerisindeki etilen konsantrasyonu Bioconservacion marka cihaz (Şekil 3.11) ile ölçülmüştür. Ortamda biriken etilen miktarı $\mu\text{L.kg}^{-1}.\text{s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Etilen salınımı} = \frac{V_2 - V_1}{T \times M} \times E$$

V2: Kap hacmi (L)

V1: Ürün hacmi (L)

T: Bekletme süresi (sa)

M: Ürün ağırlığı (kg)

E: Etilen konsantrasyonu (ppm)



Şekil 3.10. Etilen ölçümü yapılan elmalar



Şekil 3.11. Bioconversion etilen ölçer

3.2.2.5. Kabuk Yanıklığı Oranı

Elmalarda muhafaza süresince meydana gelen kabuk yanıklık oranı, bütün elmada etkilenen dış yüzey alanı hedef alınarak kabuk yanıklığı skalasına (Wang ve Dilley, 2000) göre değerlendirilmiştir. 0= Yanıksız ; 1= < % 25 ; 2= % 25-50 ; 3= > % 50.

3.2.2.6. Meyve Eti Sertliği

Meyve sertlik ölçümleri için elmaların ekvatorial bölgesinin karşılıklı iki yanından 1-1.5 cm²'lik ince bir kabuk, bıçak yardımıyla alınıp penetrometrenin uç kısmı meyve etine batırılarak meyvenin gösterdiği direnç Newton cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Penetrometre

3.2.2.7. Titre Edilebilir Asitlik Miktarı

Her yineleme için katı meyve sıkacağı ile elde edilen elma suyundan 5 mL alınarak 0.1 N'lik NaOH çözeltisi ile pH 8.1'i gösterene dek titre edilip, sonuç g malik asit/100 mL meyve suyu olarak hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\text{Asitlik (g/100 mL)} = \frac{E \times F \times V}{M} \times 100$$

F: 0.1 N NaOH çözelti faktörü

E: 1 mL 0,1 N NaOH'ın eşdeğeri asit miktarı (malik asit sabiti=0,0067)

M: Tartılan örnek miktarı, mL

V: Sarf edilen 0,1 N NaOH miktarı, mL

3.2.2.8. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarı

Her yineleme için katı meyve sıkacağı ile elde edilen elma suyunun ŞÇKM içeriği el refraktometresi (Şekil 3.13) ile % olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.13. El refraktometresi

3.2.2.9. Nişasta Düzeyindeki Değişimler

Bu analiz için I₂KI (iyodin potasyum iyodür) çözeltisi kullanılmıştır. Bu amaçla meyveler muhafaza periyodu boyunca ekvatorial bölgesinden düzgünce ikiye kesildikten sonra I₂KI çözeltisine batırılarak yaklaşık 1 dakika bekletilip ve nişasta skalasına göre değerlendirilmiştir (Şekil 3.14 ve Şekil 3.15).



Şekil 3.14. İyot çözeltisine batırılmış elmalar



Şekil 3.15. Elma nişasta skalası

3.2.2.10. Toplam Fenolik Madde Tayini

20 g elma örneği 40 mL % 90 saflıkta metanol ile blender da 1.5 dk süreyle homojenize edilmiştir. 30°C de 20 dk ultrasonik su banyosunda bekletilip ardından 9000 rpm 4°C de 15 dk santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. Süpernatant ayrımı

yapılıp kalan pellet kısma 20 mL metanol eklenerek aynı işlemler tekrar edilmiştir. Bu işlemler her örnek için toplamda 3 tekrür yapılarak elde edilen süpernatantlar birleştirilmiştir. Örneklerden elde edilen süpernatantlar rotary evaporatörde 40°C de yaklaşık 15 dk süre tutulmuştur. Ardından 15 mL metanol ilavesi yapılarak ekstrakt elde edilmiştir.

100 mL lik balonlara örnek ekstraktlarından 1 mL konulup üzerine 60 mL saf su ilavesi yapılarak karıştırılmıştır ve 5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenip iyice karıştırdıktan sonra % 20 lik sodyum karbonat çözeltisinden 15 mL ilave edilip iyice karıştırıp ardından balon hacim çizgisi saf su ile tamamlanmıştır. Hazırlanan çözeltiler oda sıcaklığında ve karanlık ortamda 2 saat süreyle bekletilmiştir. Kör için 1 mL ekstrakt yerine metanol kullanılmıştır. Süre sonunda 765 nm de spektrofotometre ile absorbans ölçümü yapılmıştır. Standart eğri için örnek ekstraktı yerine fenol stok çözelti konsantrasyonları konulmuştur. Toplam fenolik madde miktarı standart grafikten yararlanılarak g/100 mL olarak galik asit cinsinden hesaplanmıştır (Ough ve Amerine, 1988).

3.2.2.11. Toplam Antioksidan Aktivite Tayini

3.2.2.11.1. FRAP Yöntemi

Bu yöntemde Demir (III) tripiridiltriazin (TPTZ) kompleksinin antioksidanların etkisiyle renkli Demir (II) şelatına indirgenmesinden yararlanmaktadır (Apak, 2005). FRAP metodu ile sadece ferrik iyonları indirgeyebilen maddeler ölçülebilmektedir (Prior ve ark., 2005).

Elma ekstrakt örneklerinden 150 µL alınıp tüplere konularak 2850 µL TPTZ çözeltisi eklenip karanlıkta 30 dakika bekletilmiştir. Daha sonra spektrofotometrede 593 nm'de saf suya karşı ölçüm yapılmıştır. Standart eğri için örnek yerine, Trolox çözeltisinin 800-25 µM arasında hazırlanan konsantrasyonlarından alınmıştır. Antioksidan bileşikleri miktarı standart grafikten yararlanılarak µM/mL biriminde ifade edilmiştir (Thaipong ve ark.,2006).

3.2.2.11.2. DPPH Yöntemi

DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) serbest radikal yakalama yönteminde, kararlı ve sentetik bir radikal olan DPPH kullanılır ve antioksidanın bu serbest radikali yakalama yeteneği ölçülerek antioksidan aktivite tanımlanmıştır. DPPH, koyu mor renkte bir radikaldir. Antioksidandan bir proton alarak renksiz α , α -difenil- β -pikrilhidrazil molekülüne dönüşür. Antioksidan tarafından indirgenmesi sonucu rengi açılır. (Pokorny ve ark., 2001; Huang ve ark., 2005).

Çalışmada elma ekstrakt örneklerinden 150 μ L alınıp tüplere konularak 2850 μ L DPPH çözeltisi eklenip karanlıkta 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra spektrofotometrede 515 nm'de saf suya karşı ölçüm yapılmıştır. Standart eğri için örnek yerine, Trolox çözeltisinin 800-25 μ M arasında hazırlanan konsantrasyonlarından alınmıştır. Antioksidan bileşikleri miktarı standart grafikten yararlanılarak μ M/mL biriminde ifade edilmiştir (Thaipong ve ark., 2006).

3.2.2.12. Polifenol oksidaz (PFO) Enzim Aktivitesi Ölçümü İçin Enzim Ekstraksiyonu

100 gram elma örneği, 10 mM askorbik asit, % 0.1 Polivinilpoliprolidon (PVPP), % 0.5 Triton X-100 ve 1 mM PMSF içeren 200 ml 0.1 M (Ph 6.8) Fosfat tamponunda 40 dk boyunca homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat, magnetik karıştırıcıda 4°C'de 3 saat karıştırılıp daha sonra 4 °C de 10000 devirde 45 dakika santrifüj edilip sıvı faz ayrılmıştır. Süpernatanta % 1 (w/v) PVP eklenerek manyetik karıştırıcıda 4°C'de 30 dk karıştırılıp, ardından 4°C'de 5000 devirde 10 dk santrifüj edilmiştir. Bu işlem süpernatant berrak, renksiz hale gelinceye kadar tekrarlanmıştır. En son elde edilen süpernatant enzim aktivite ölçümlerinde kullanılmıştır (Ünal ve Şener, 2014).

3.2.2.12.1. Polifenol oksidaz (PFO) Enzim Aktivite Ölçümü

Enzim aktivitesi 30°C'de 410 nm'de 40 sn boyunca absorbanstaki artıştan belirlenmiştir. Absorbans-zaman grafiğinin lineer kısmının eğiminden enzim

aktivitesi hesaplanmıştır. Uygun pH'lardaki fosfat tamponunda hazırlanan ve 30°C'ye ısıtılmış 0.9 mL substrat çözeltisi 0.1 mL enzim çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra absorbanstaki artış otomatik olarak kaydedilmiştir. 1 ünite PFO aktivitesi 30°C'de dakikada 0.0001 birimlik absorbans artışına neden olan enzim miktarı olarak tanımlanmaktadır (Ünal ve Şener, 2014).

3.2.3. İstatistiksel Analizler

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 meyve olarak kurulmuştur. Denemeden elde edilen veriler SPSS Statistics 18.0 paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulup, elde edilen farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testine ($P < 0.05$) göre gruplandırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Ağırlık Kaybındaki Değişimler

Amasya elmalarında muhafaza süresi boyunca ağırlık kaybındaki değişim Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Çizelgeden 4.1.'den de görülebileceği gibi, Amasya elmalarında muhafaza süresince ağırlık kaybı tüm uygulamalarda artmış ve bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). En yüksek ağırlık kaybı ortalama olarak % 3.04 ile 1-MCP uygulaması yapılan meyvelerde tespit edilmiştir. Ağırlık kaybının, istatistiksel olarak uygulamalar arasında 4. ve 6. aylarda önemli olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Meyvelerde derim sonrası görülen kalite kayıplarındaki en önemli faktörün ağırlık kaybı olduğu gözlenmiştir. Ağırlık kaybı meyvenin yumuşamasına buruşmasına ve görünüşünün bozulmasına neden olmaktadır.

Çizelge 4.1. Muhafaza süresince saptanan ağırlık kayıpları (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	0.000 ^{Ac} ±0.000	1.527 ^{Ab} ±0.120	2.033 ^{Bb} ±0.535	3.480 ^{Ba} ±0.498
1-MCP	0.000 ^{Ad} ±0.000	1.617 ^{Ac} ±0.071	3.017 ^{Ab} ±0.067	4.490 ^{Aa} ±0.072

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p < 0.05$).

Porat ve ark. (1999), 'Shamouti' cinsi portakallara farklı konsantrasyonlarda uyguladığı 1-MCP'nin meyvede kalite parametreleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. 1-MCP'nin diğer tüm olumlu etkilerinin yanı sıra ağırlık kaybında olumlu bir etki gözlemlenemediği belirtilmiştir.

Calvo ve Sozzi (2004), depolama ömrü kısa olan 'Red Clapp's cinsi armutlara 0.1 ve 0.2 µL/L konsantrasyonlarında 1-MCP uygulamışlardır. Elde

edilen veriler sonucunda 0.2 µL/L konsantrasyonu uygulanan armutlarda ağırlık kaybının arttığını belirtmişlerdir. Bu nedenle 1-MCP uygulamasındaki potansiyel risk, olgunlaşma periyodunun uzaması sebebiyle ağırlık kaybının artabileceği olarak ifade edilmiştir.

4.2. Meyve Kabuk Rengindeki Değişimler

Elmaların renk değerlendirmesi L, a, b, c ve h° değerlerinin ölçümleri ile ifade edilmiştir. L değeri parlaklığı temsil etmektedir. L değeri açısından muhafaza süreleri arasındaki fark önemli bulunmuş(p<0.05), ancak muhafaza süresince elde edilen sonuçlarda dalgalanmalar görülmüştür. Uygulamalar arasında L değeri bakımından istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır(Çizelge 4.2.).

Çizelge 4.2. Muhafaza süresince saptanan L değeri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	43.527 ^{Aa} ±0.667	42.430 ^{Ab} ±1.040	40.260 ^{Ab} ±0.932	43.387 ^{Aa} ±1.756
1-MCP	43.527 ^{Aa} ±0.667	41.350 ^{Ab} ±0.815	40.047 ^{Ac} ±0.834	42.527 ^{Ab} ±0.899

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir (p<0.05).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir (p<0.05).

Pozitif koordinatta a değeri kırmızılığı ifade ederken negatif koordinatta ise yeşil rengi temsil etmektedir. Yapılan çalışmada muhafaza süresinin sonunda başlangıca göre iki uygulamada da a değeri azalma göstermiş ve bu azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05). İstatistiksel bakımdan, a değerindeki değişimin uygulamalar arasında sadece 4. ayda önemli olduğu tespit edilmiştir. 1-MCP uygulaması muhafaza boyunca a değeri üzerinde farklı etkilerde bulunmuştur (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Muhafaza süresince saptanan a değeri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	40.003 ^{Abc} ±0.348	41.763 ^{Aa} ±0.464	41.263 ^{Bab} ±0.150	38.800 ^{Ac} ±1.532
1-MCP	40.003 ^{Ab} ±0.348	42.140 ^{Aa} ±0.872	42.707 ^{Aa} ±0.883	39.437 ^{Ab} ±0.630

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

b değeri pozitif koordinat düzleminde sarı rengi, negatif düzlemde ise mavi rengi temsil etmektedir. Uygulamalar arasındaki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Muhafaza süresince her iki grupta da değişimler dalgalanma göstermiştir (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.4. Muhafaza süresince saptanan b değeri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	16.693 ^{Ab} ±0.194	18.177 ^{Aa} ±0.482	18.203 ^{Aa} ±0.720	17.503 ^{Aab} ±0.286
1-MCP	16.693 ^{Ac} ±0.194	18.430 ^{Ab} ±0.633	19.323 ^{Aa} ±0.371	17.920 ^{Ab} ±0.426

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

C değeri(chroma) renk yoğunluğunu temsil etmektedir. C değerinin artmasıyla renk canlılığı artarken, değer düşmesiyle renk mat olarak yorumlanmaktadır. Yapılan çalışmada 4. ayda uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur($p<0.05$). C değeri açısından muhafaza süresince dalgalanmalar görülmüştür (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Muhafaza süresince saptanan C değeri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	43.347 ^{Ab} ±0.355	45.547 ^{Aa} ±0.364	45.103 ^{Ba} ±0.210	42.570 ^{Ab} ±1.286
1-MCP	43.347 ^{Ab} ±0.355	45.997 ^{Aa} ±0.831	46.877 ^{Aa} ±0.827	43.317 ^{Ab} ±0.402

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Meyvelerde derim sonrası görülen kalite kayıplarında en önemli faktörlerden biri de h° açısıdır. Renk değişimi meyve olgunlaşma derecesi hakkında fikir vermekte ve meyvenin fizyolojik durumu hakkında ilk izlenimi oluşturmaktadır. Renk açısı (Ton açısı), a ve b değerlerinin kesiştiği noktadan geçen doğrunun x eksenine yaptığı açı h° , $\arctan(b/a)$ (b (sarı-mavi eksen değeri) / a (kırmızı-yeşil eksen değeri)) olarak ifade edilir. Muhafaza süresi boyunca iki uygulamada da h° değerinin zamanla arttığı görülmüş ve bu artış istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ayrıca, h° açısı bakımından, uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Muhafaza süresince saptanan h° açısı değeri

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	22.650 ^{Aa} ±0.243	23.520 ^{Aa} ±0.699	23.807 ^{Aa} ±0.896	24.307 ^{Aa} ±1.193
1-MCP	22.650 ^{Ab} ±0.243	23.627 ^{Ab} ±0.850	24.353 ^{Aa} ±0.596	24.440 ^{Aa} ±0.854

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Hershkovitz ve ark. 2005 yılında ‘Ettinger’, ‘Hass’ ve ‘Pinkerton’ cinsi avokadoları 300 nL/L 1-MCP uygulayarak çeşitlerde, muhafaza süresince, kalite niteliklerinde gerçekleşen değişimini gözlemlemiştir. Çalışmada, 3 hafta sonunda 5°C’de depolanan 1-MCP uygulanmış ‘Ettinger’ cinsi avokadoların yeşil renginin kontrol grubuna göre daha iyi korunduğu görüldüğü ifade edilmiştir. Yeşil renkteki kayıp L ve c değerininin yüksek, h° değerininse düşük olmasıyla ifade edilmiştir. ‘Pinkerton’ cinsi avokadolarda ise her iki grupta da L, c ve h° değerlerinde önemli bir farklılık görülmemiştir.

Sabir ve ark. (2012), dört farklı domates türüne uyguladıkları 1000 nL/L 1-MCP’nin kalite parametreleri üzerine etkilerini incelemiştir. Kontrol grubundaki domateslerde hue açısındaki azalmanın 1-MCP uygulanan gruba göre daha hızlı gerçekleştiği ifade edilmiştir. Depolama süresi sonunda hue açısı değeri en yüksek 1-MCP uygulanan grupta olduğu saptanmıştır. Böylelikle yapılan çalışma sonucu 1-MCP uygulamasının yüzey rengini korumada etkili olduğu ifade edilmiştir.

Güneyli ve ark. (2019), Starking delicious cinsi elmalarda hasat sonrası uyguladıkları farklı dozlarda % 3.3’lük 1-MCP uygulamalarının depolama ve raf ömrü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre L değeri muhafaza süresince azalmış olup, a ve b değerlerindeki değişimlerde dalgalanmalar meydana gelmiş, genel olarak artış göstermiştir. C değeri depolama süresince 1-MCP uygulanan elmalarda kontrol grubu elmalara göre daha yüksek görülmüştür. 32-35 arası değerlerde değişmiş olan h° açısı kırmızı- turuncu renk skalasını temsil etmekte olup, kontrol grubu meyvelerde değer artmıştır ve 1-MCP uygulanmış elmalarda ise azalma göstermiştir. Uygulamalar arası h° açısındaki değişkenlik istatistiksel anlamda (p<0.05) önemsiz bulunmuştur.

4.3.Solunum Hızındaki Değişimler

Solunum meyve dokusundaki metabolik aktivitenin en önemli göstergesi olup ürünün potansiyel depolanma süresinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir. Düşük solunum hızı ürünün depolama ömrünü uzatmaktadır. Amasya

cinsi elmalarda solunum hızı bakımından, kontrol ve 1-MCP olmak üzere her iki grupta da muhafaza süresince istatistiksel olarak farkın önemli olduğu belirlenmiş, ancak bu değerler muhafaza boyunca dalgalanma gösterdiği tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin sonunda 1-MCP uygulanan grubun solunum hızının kontrol grubuna göre düşük olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Solunum hızındaki değişimler (mL/kg.s)

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	0.857 ^{Ab} ±0.021	0.370 ^{Ac} ±0.184	1.307 ^{Aa} ±0.095	0.457 ^{Ac} ±0.271
1-MCP	0.857 ^{Ab} ±0.021	0.283 ^{Ac} ±0.021	1.170 ^{Aa} ±0.036	0.207 ^{Bd} ±0.015

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Şimdiki zamana kadar yapılmış olan çalışmalarda genel olarak 1-MCP solunum oranını azaltmış, solunumdaki artışı geciktirmiştir. Erken hasat edilmiş çileklerde etilen kaynaklı solunum artışı 1-MCP etkisiyle inhibe edilmiştir (Tian ve ark., 2000). ‘Fuji’, ‘Granny Smith’ ve ‘Red Delicious’ gibi farklı türde elmalarda yapılmış çalışmalarda solunum oranı yine 1-MCP etkisiyle baskılanmıştır (Fan ve Mattheis, 1999b; Fan ve ark., 1999a,b).

4.4. Dışsal Etilen Üretimindeki Değişimler

Etilen, hasat sonrası depolamada aşırı olgunlaşma, kalite kayıplarında hızlanma, meyve patojenlerine duyarlılıkta artış ve fizyolojik bozukluklar gibi olumsuz etkileri uyarır. Amasya elmalarında başlangıçta etilen konsantrasyonu çok düşük bulunmuş iken muhafaza süresi boyunca her iki grupta da dalgalanma gözlenmiştir. Ayrıca 6. ayda, 0. aya göre etilende artış gözlenmiş ve bu artışlar

İstatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8.). Muhafaza süresi boyunca kontrol grubundaki etilen konsantrasyonunun, 1-MCP uygulanmış elmalara göre her zaman yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Depolama süresinin sonunda % 12.09 ile 1-MCP uygulanan elmalardaki etilen miktarı kontrol örneğine göre düşük bulunmuştur. Böylece 1-MCP uygulamasının etilen salımını engellemede etkili bir sonuç verdiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.8. Dışsal etilen salımındaki değişimler ($\mu\text{L}/\text{kg.s}$)

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	0.987 ^{Ac} ±0.248	26.057 ^{Aab} ±1.227	21.483 ^{Ab} ±1.130	28.137 ^{Aa} ±5.471
1-MCP	0.987 ^{Ad} ±0.248	20.350 ^{Ba} ±1.116	16.327 ^{Bb} ±3.638	12.090 ^{Bc} ±1.634

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Han ve ark. (2015), kudret narı (bitter melon) meyvesine uyguladıkları farklı dozdaki 1-MCP'nin etkilerini araştırmışlardır. Depolamanın ilk 5 günü boyunca kontrol ve 1-MCP uygulamalarının her ikisinde de etilen konsantrasyonu çok düşük olup, depolama süresinin sonlarına doğru kontrol meyvelerinde etilen üretiminin keskin bir artışta olduğu belirtilmiş, depolama sonunda etilen miktarı pik yapmıştır. 1-MCP depolamanın 5. Gününde sonra etileni baskılamış ve 7.gün sonunda kontrol grubuna göre değerini % 39.32 düşürmüştür.

Rupasinghe ve arkadaşlarının 2000 yılında 'McIntosh' ve 'Delicious' cinsi elmalar üzerindeki 1-MCP uygulaması etkilerini araştırmışlardır. 1-MCP uygulaması, bu çalışmadaki gibi İstatistiksel olarak % 5 önem seviyesinde önemli bulunmuştur. En etkin konsantrasyon 1 $\mu\text{L}/\text{L}$ olarak belirlenmiş olup 1-MCP'nin etilenin baskılanmasında etkinliği ortaya konulmuştur.

Murayama ve ark (2018), ‘Gorham’, ‘Grand Champion’, ‘La France’ ve ‘Gold La France’ cinsi armutlarda 1-MCP uygulamasının etilen üretimini etkin bir şekilde baskıladığını belirtmişlerdir.

4.5. Kabuk Yanıklığı Oranındaki Değişimler

Elmalarda kabuk yanıklığı soğuk depolamada meyve dış yüzeyinde görülen kahverengileşme olarak karakterize edilen önemli bir fizyolojik bozulma göstergesidir. Kabuk yanıklığının, terpen sınıfından olan α -farnesenin oksidasyonu sonucu kabuktaki epidermis tabakasının etkilenmesiyle olduğu düşünülmektedir (Çalhan, Ö.,2014). Kabukta bulunan antioksidanlar kabuk yanıklığının oluşumunu kısmen engellemektedir. Kabukta, genellikle önce kahverengi veya bronz, daha sonra da siyah lekeler görülür (Şekil 4.1.). Meyvelerin soğukta depolanmasıyla çürüme ve olgunlaşması geciktirilmekte ancak soğuğa maruz kalma süresi uzayan meyvelerde, hücresel bozulma ve yüzeysel kabuk yanıklığı gibi fizyolojik bozulmaları tetikleyecek stres koşulları oluşmaktadır. 1-MCP, etilen üretimini baskılamasının yanı sıra α -farnesen oluşumunu engelleyici etkisi de bulunmaktadır. Bu çalışmada meyve kabuk yanıklığı depolamanın başlangıçtan itibaren ilk 4 aylık periyodunda görülmeyp sadece 6. ayında gözlemlenmiştir. Çalışmada kabuk yanıklığı bakımından, uygulama ve muhafaza süresi arasında 6.ayda görülen değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.9.). 1-MCP uygulanan elmalarda yanık oranı kontrol grubuna göre daha fazla görülmüştür. Çalışmada uygulanan 1-MCP dozu, elmaları kabuk yanıklığından 4 ay kadar koruyabilmiştir.

Çizelge 4.9.Kabuk yanıklığı oranındaki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	0.000 ^{Ab} ±0.000	0.000 ^{Ab} ±0.000	0.000 ^{Ab} ±0.000	0.667 ^{Ba} ±0.764
1-MCP	0.000 ^{Ab} ±0.000	0.000 ^{Ab} ±0.000	0.000 ^{Ab} ±0.000	1.667 ^{Aa} ±1.041

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).



Şekil 4.1. Amasya elmasında görülen kabuk yanıklığı

Rizzolo ve ark. (2005), 'Conference' cinsi armutlara uyguladıkları 25 ve 50 nL/L 1-MCP'nin meyve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada 1-MCP uygulamasının kabuk yanığı üzerinde azaltıcı bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Oluşan semptomların şiddetini azaltmış olsa da 50 nL/L dozunda 1-MCP uygulanan grupta hafif koyu renkte yanıkların olduğu meyvelerin oranı yüksek görülmüştür.

4.6. Meyve Eti Sertliğindeki Değişimler

Amasya elması tür olarak zamanla yumuşamaya, kepeklemeye elverişli niteliktedir. Ancak yeme kalitesi ve depolanabilirlik açısından düşünüldüğünde

meyve etinin yumuşak olması üründe kalite kaybı yaratmaktadır. Uygulamaların 0. depolama süresi hariç, meyve eti sertliği üzerindeki etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Her iki grupta da muhafaza süresince meyve eti sertliğinin azaldığı ve bu azalmanın önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak, bu azalmanın 1-MCP uygulamasında, kontrol örneğine göre daha yavaş olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.10.'dan da görüldüğü gibi başlangıca göre depolama sonunda kontrol grubundaki meyvelerde sertlik kaybı % 36.6 iken 1-MCP uygulanan grupta kayıp % 23.6'dır. Depolama süresi boyunca 1- MCP uygulanan meyveler kontrol grubundaki meyvelere göre sertliğini daha iyi korumuştur.

Çizelge 4.10. Meyve eti sertliğindeki değişimler (N)

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	92.730 ^{Aa} ±3.514	70.030 ^{Bb} ±0.251	57.130 ^{Bc} ±0.431	58.830 ^{Bc} ±4.751
1-MCP	92.730 ^{Aa} ±3.514	81.713 ^{Ab} ±2.839	70.020 ^{Ac} ±2.318	70.770 ^{Ac} ±4.523

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Yapılan bir çalışmada Deveci cinsi armutlara uyguladığı farklı konsantrasyonlardaki 1-MCP'nin meyvelerin kalite özelliklerine etkisini gözlemlemiş ve depolama süresi uzadıkça meyve eti sertliğinin tüm uygulamalarda giderek azalmaya başladığını ifade etmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında kullanılan 1-MCP konsantrasyonunun artmasıyla meyve eti sertliği muhafaza süresince daha iyi korunmuştur (Sakaldaş, 2014).

Yalav ve Kaynaş (2018), Pink Lady cinsi elma çeşidinde hasat sonrası 1-MCP uygulamaları sonucu depolama süresi boyunca meydana gelen değişimleri araştırmıştır. Meyve eti sertliği muhafaza süresi boyunca azalma gösterdiği belirtilmiş olup tüm uygulamalarda % 5 önem seviyesinde ($p<0.05$) istatistiksel

olarak önemli bulunmuştur. Çalışmadaki veriler başlangıç ile kıyaslandığında kontrol grubu elmalarda meyve etinin sertliğindeki kayıp % 54.98 iken 1-MCP uygulanan elmalarda ise % 29.75 kayıp olmakla beraber, 1-MCP uygulamasının meyve eti sertliğini büyük ölçüde koruduğu görülmüştür.

4.7. Titrasyon Asitliği Miktarındaki Değişimler

Amasya elmalarında muhafaza boyunca tüm uygulamalarda titrasyon asitliği miktarında azalma görülmüş ve bu azalma istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Öte yandan, asitlik miktarı, bakımından uygulamalar arasındaki değişim sadece 6. ayda önemli olmuştur (Çizelge 4.11.). Muhafaza süresi sonunda ortalama olarak asitlik kontrol grubunda % 0.17'ye düşmüş, 1-MCP uygulanan elmalarda ise % 0.15 olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresi uzadıkça TA miktarında azalma, organik asitlerin metabolizmaya katılması sebebiyle beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.11. Titrasyon asitliği miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	0,220 ^{Aa} ±0,100	0,177 ^{Ab} ±0,006	0,157 ^{Ac} ±0,153	0,133 ^{Ad} ±0,006
1-MCP	0,220 ^{Aa} ±0,100	0,163 ^{Ab} ±0,208	0,130 ^{Ac} ±0,010	0,090 ^{Bd} ±0,000

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Kolniak-Ostek ve ark. (2014) farklı elma çeşitlerinde uyguladıkları 1-MCP'nin 6 aylık depolama sürecinde meyvelerde kalite özelliklerindeki değişimi araştırmışlardır. Çalışmada 'Idared' ve 'Champion' cinsi elmalara 625 ppb 1-MCP uygulmuş ve depolama süresince toplam titre edilebilir asitlik miktarının her iki cinsten de azaldığını gözlemlemiştir. Genelde çalışmalarda 1-MCP uygulaması

asitlik miktarındaki azalmayı yavaşlatmışken, 'Idared' cinsi elmada da etki bu şekilde gözlenmiştir. Ancak 'Champion' cinsi elmalarda durum tersi şekilde sonuçlanmış ve depolama sonunda 1-MCP uygulanan elmalarda kontrol grubuna göre daha az asitlik bulunmuştur. Bu durum Amasya elmalarında yapılan çalışmayı da desteklemektedir.

4.8. Suda Çözünabilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) Miktarındaki Değişimler

Amasya elmalarında SÇKM miktarındaki değişim her iki grupta birbirine yakın değerde olup, gruplar arasında sadece 2. aydaki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak, muhafaza süresi ilerledikçe SÇKM miktarında artış gözlenmiştir (Çizelge 4.12.).

Çizelge 4.12. SÇKM miktarındaki değişimler (%)

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	13.267 ^{Aa} ±0.115	13.873 ^{Aa} ±0.127	13.333 ^{Ab} ±0.306	13.600 ^{Aab} ±0.200
1-MCP	13.267 ^{Aa} ±0.115	13.267 ^{Bb} ±0.306	13.867 ^{Aa} ±0.231	13.800 ^{Aa} ±0.200

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Wills ve Ku (2002), yaptıkları bir çalışmada 1-MCP uygulanmış domateslerde suda çözünür kuru madde miktarının kontrol grubuna göre depolama süresi boyunca farklılık göstermediğini belirtmişlerdir.

Başka çalışmalar incelendiğinde, Porat ve ark. (1999)'nın portakallarda, Dong ve ark. (2002)'nin erik ve kayısıda, Hoffman ve ark. (2001)'nin Hint ayvası ve mangoda 1-MCP uygulaması kontrol grubuna göre, suda çözünür kuru madde miktarını etkilememiştir. Elmalarda yapılan diğer çalışmalarda yine suda çözünür

kuru madde miktarlarının istatistiksel anlamda önemli olmadığı bulunmuştur (DeEll ve ark., 2002; Magazin ve ark., 2010).

4.9. Nişasta Düzeyindeki Değişimler

Nişasta, olgunlaşmamış meyvelerde birincil karbonhidrattır. Meyve olgunlaşırken bileşimindeki nişasta parçalanır, şeker içeriği artar, olgun meyvenin tadında tatlılığa sebep olur (Blankenship ve Unrath, 1988). Meyve hasat edildikten sonra, etilen üretiminde ve solunum oranında hızlı bir artışla beraber nişasta içeriğinde kayıp gözlenir.

Amasya elmalarındaki nişasta miktarları her iki grupta da muhafaza süresinin ilk 4 ay boyunca artış göstermiş ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Ancak, 4. ve 6. aylar arasında nişasta miktarında farklılık gözlenmemiştir. Nişasta miktarı elmada iyot testi skalasına göre yorumlanmıştır. Elmalar iyot çözeltisine daldırılıp bekletme sonrası iç yüzeyde oluşan renk yoğunluğu 1-10 arası derecelendirilmiş ve 1'den 10'a doğru gittikçe nişasta düzeyi azalmıştır şeklinde yorumlanmıştır. Depolamanın 2. ayında 1-MCP uygulanan grubun meyvelerindeki nişasta indeksinin kontrol grubundaki meyvelere kıyasla daha düşük olduğu nişasta düzeyinin ise daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ancak, iki uygulamada da 4. aydan itibaren dokuda nişasta tamamıyla parçalanmıştır (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13. Nişasta miktarındaki değişimler

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	5.167 ^{Ac} ±0.153	8.443 ^{Ab} ±0.670	10.000 ^{Aa} ±0.000	10.000 ^{Aa} ±0.000
1-MCP	5.167 ^{Ac} ±0.153	8.057 ^{Ab} ±0.510	10.000 ^{Aa} ±0.000	10.000 ^{Aa} ±0.000

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Golding 2004 yılında proje kapsamında, 'Granny Smith' cinsi elma üzerinde yaptığı çalışmada, 1-MCP uygulamasının ardından muhafaza süresi boyunca elmadaki nişasta düzeyindeki değişimleri gözlemlemek için elmaları potasyum iyodin çözeltisiyle boyamış, nişastalı bölge mavi renkte görülmüş ve elmadaki nişasta düzeyi 'Granny Smith'/'Pink Lady' nişasta tablosu baz alınarak derecelendirilmiştir. Derecelendirme 0'dan 6'ya kadar olmakla birlikte; 0 rakamı, tüm yüzey ya da yüzeyin $\frac{3}{4}$ 'ü maviyse nişasta oranı maksimumu temsil etmiştir, 6 rakamı, tüm yüzey beyaz kalmışsa nişasta olmadığını göstermiştir. 1-MCP uygulaması nişasta düzeyinin düşmesini engelleyememiş sadece yavaşlatmıştır. Kontrol grubu meyvelerde depolamanın 3. haftasında elmalarda nişasta gözlenmezken, 1-MCP uygulanan elmalarda nişasta gözlenmesi devam etmiş olup nişastanın tamamıyla yok olması 6 haftayı bulmuştur.

4.10. Toplam Fenolik Madde Miktarındaki Değişimler

Fenolik maddeler, bitkininin çevresel stres koşullarına (UV radyasyon, patojenler vb) karşı savunma mekanizmasının sonucunda oluşan sekonder metabolitlerdir. Meyveler fenol bileşikleri bakımından zengin kaynaklardır. Fenolik maddelerin kalite açısından önemli olması; meyve ve sebzelerdeki enzimatik esmerleşme olayına substrat olarak katılmalarından, metal iyonları ile tepkimeye girerek renk değişmesine yol açmalarından, gıdalardaki buruk tat algılamasının kaynağı olmalarından, polimerizasyon veya proteinlerle tepkimeye girerek tortu oluşturmalarından kaynaklanmaktadır. Meyvelerdeki fenolik madde miktarları türe, meyvenin yetiştiği yöreye, olgunluk durumuna göre değişiklik göstermektedir (Karadeniz ve Ekşi, 2001).

Bu çalışmada muhafaza süresi boyunca fenolik madde miktarındaki değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Ancak, bu değişimlerde dalgalanmalar olduğu görülmüştür. 2. ay değerlendirmesinde her iki grupta fenolik madde miktarı düşüşe geçmiş, 4. ayda kontrol örneğinde tekrar artmış olup muhafaza süresinin sonunda azalışa geçtiği görülmüştür. Sonuç olarak

başlangıçta 968.4 ± 2.664 mg/L olan toplam fenolik madde miktarı, muhafaza sonunda kontrol grubu elmalarda 945.3 ± 1.333 mg/L, 1-MCP uygulanmış elmalarda ise 713.8 ± 0.000 mg/L'ye düşmüştür. 1-MCP uygulamasındaki elmaların toplam fenol içeriğindeki azalması kontrol grubuna göre daha çok olmuştur (Çizelge 4.14.).

Çizelge 4.14. Toplam fenolik madde miktarındaki değişimler (mg/L)

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	$968.4^{Aa} \pm 2.664$	$703.8^{Bd} \pm 1.332$	$894.5^{Bc} \pm 1.333$	$945.3^{Ab} \pm 1.333$
1-MCP	$968.4^{Aa} \pm 2.664$	$817.6^{Ac} \pm 0.000$	$919.9^{Ab} \pm 2.665$	$713.8^{Bd} \pm 0.000$

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p < 0.05$).

Hoang ve ark. (2011), 'Cripps Pink' cinsi elmalarda yapmış oldukları çalışmada meyve kabuğu ve meyve etinde toplam fenol içeriği miktarını değerlendirmişler ve 1-MCP uygulamasının meyve kabuğundaki fenol miktarında önemli bir etkisi olmazken, meyve etindeki fenol miktarının belirgin anlamda azalmış olduğunu belirtmişlerdir.

4.11. Toplam Antioksidan Aktivitesindeki Değişimler

Amasya elmalarında muhafaza süresi boyunca toplam antioksidan aktivitesindeki değişimler DPPH ve FRAP yöntemleri ile takip edilmiştir.

DPPH metodunda antioksidan aktivite değerleri depolama sonunda her iki grupta da başlangıca göre azalmıştır (Çizelge 4.15.). Başlangıçta 1262.5 ± 5.907 $\mu\text{M}/\text{mL}$ olan antioksidan aktivite değeri depolama sonunda kontrol grubunda 1233.8 ± 6.166 $\mu\text{M}/\text{mL}$ iken. 1-MCP grubunda 1228.8 ± 8.133 $\mu\text{M}/\text{mL}$ olarak tespit

edilmiştir. DPPH değeri bakımından, 1-MCP uygulaması ile kontrol örneği arasındaki farkın önemsiz olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.15. Toplam antioksidan aktivitesindeki değişimler ($\mu\text{M}/\text{mL}$) - DPPH metodu

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	1262.5 ^{Aa} ±5.907	1257.1 ^{Aa} ±8.750	1261.3 ^{Aa} ±3.819	1233.8 ^{Ab} ±6.166
1-MCP	1262.5 ^{Aa} ±5.907	1254.6 ^{Aa} ±5.728	1258.8 ^{Aa} ±7.535	1228.8 ^{Ab} ±8.133

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Muhafaza süresi boyunca elmaların FRAP antioksidan değerleri başlangıçta $3227.0\pm3.039 \mu\text{M}/\text{mL}$ iken depolama sonunda kontrol grubu elmalarda $3305.9\pm3.039 \mu\text{M}/\text{mL}$ olup, 1-MCP uygulanan elmalarda $2949.8\pm8.039 \mu\text{M}/\text{mL}$ olarak belirlenmiş ve bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 1-MCP uygulanan elmalarda antioksidan aktivite değeri kontrol örneğine göre daha düşük bulunmuştur. FRAP antioksidan aktivite değerleri bakımından uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak 2.aydan itibaren önemli bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.16.).

Çizelge 4.16. Toplam antioksidan aktivitesindeki değişimler ($\mu\text{M}/\text{mL}$) - FRAP metodu

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	3227.0 ^{Ab} ±3.039	3144.5 ^{Bd} ±6.077	3209.4 ^{Bc} ±5.263	3305.9 ^{Aa} ±3.039
1-MCP	3227.0 ^{Ab} ±3.039	3183.1 ^{Ac} ±9.116	3248.0 ^{Aa} ±3.039	2949.8 ^{Bd} ±8.039

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p<0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p<0.05$).

Valentines ve ark. (2006) yılında ‘Golden Smoothee’ cinsi elmalara uyguladıkları 625 ppb dozundaki 1-MCP’nin elmalarda antioksidan potansiyeli üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. DPPH metodu sonucu elde edilen verilere göre kontrol ve 1-MCP grubu elmalarda toplam antioksidan aktivitesi anlamında önemli bir farklılık olmamıştır. Her iki grupta da başlangıçta aktivite artmış olsa da depolamanın 4. haftasından sonraki dönemlerinde aktivite hızlı bir şekilde düşüşe geçmiştir. Dolayısıyla 1-MCP’nin antioksidan aktivitesi üzerinde etkinliği görülmemiştir.

Liu ve ark. (2015), yaptıkları çalışmada şeftalilere uyguladıkları 5 µL/L 1-MCP’nin antioksidan aktivitesinin artışını geciktirdiğini gözlemlemiştir. DPPH metodundaki verilere göre depolama sürecinde toplam antioksidan aktivitelerinde dalgalanma görülmüştür. Başlangıçta her iki meyve grubunda da aktivite azalışırken ve 1-MCP şeftalilerindeki görülen aktivite daha yüksekken depolamanın belli döneminde durum tam tersi olmuştur. FRAP metodundaki sonuçlara göre ise durumun yine farksız olduğu belirtilmiştir. Depolama süresince aktivite değişimleri arasında dalgalanma olup, depolama sonunda kontrol grubu meyvelerde toplam antioksidan aktivitesi daha yüksek bulunmuştur. Bu durum Amasya elmalarında yapılan bu çalışmayı da destekler niteliktedir.

4.12. Polifenol Oksidaz (PFO) Enzim Aktivitesindeki Değişimler

Polifenol oksidaz enzimatik esmerleşmede rol oynayan önemli bir enzimdir. Meyve ve sebzelerde enzimatik esmerleşme reaksiyonun gelişmesiyle ciddi kayıplar yaşanmaktadır. Dolayısıyla bu enzimin aktivitesini mümkün olduğunca azaltmak ürünün kalitesini arttıracaktır.

Amasya elmalarında yapılan çalışma sonucu PFO enzim aktivitesi, muhafazanın 2. ayında her iki elma grubu için de azalma göstermiştir. Muhafazanın ilerleyen döneminde aktivitede artış gözlenmiş olup, depolama sonunda kontrol grubu meyvelerde PFO aktivitesi 0. ve 4. aya göre azalma göstermiştir(Şekil 4.2.). 1-MCP uygulanan elmalarda PFO aktivitesinin genellikle

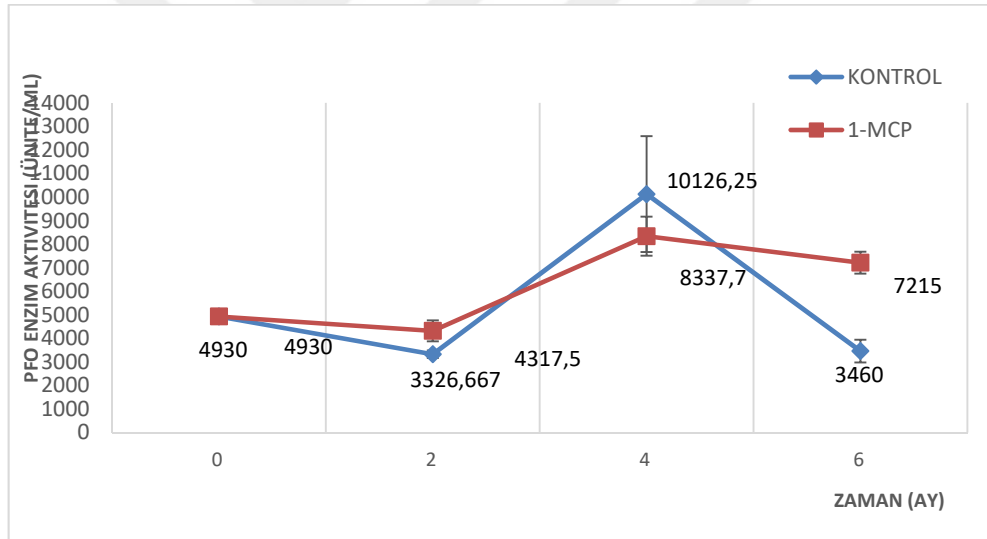
kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiş ve 0. ay hariç, uygulamalar arasındaki farkın önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.17. PFO enzim aktivitesindeki değişimler (ünite/mL)

Uygulama	Muhafaza Süresi (Ay)			
	0	2	4	6
Kontrol	4930.0 ^{Ab} ±255.147	3326.7 ^{Bb} ±159.478	10126.3 ^{Aa} ±2460.522	3460.0 ^{Bb} ±480.000
1-MCP	4930.0 ^{Ac} ±255.147	4317.5 ^{Ac} ±445.075	8337.5 ^{Ba} ±829.272	7215.0 ^{Ab} ±463.713

Aynı satırda farklı küçük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel açıdan önemlidir ($p < 0.05$).

Aynı sütunda farklı büyük harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir ($p < 0.05$).



Şekil 4.2. Muhafaza süresince Polifenol oksidaz aktivitesindeki değişim (ünite/mL)

Massolo ve ark. (2011), 1-MCP uygulamasının soğukta depolanan patlıcanların kalite ve fenol metabolizmaları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, ticari olgunluğa eriştikten sonra hasat edilmiş patlıcanlar 12 saat boyunca 20°C'de 1 µL/L dozunda 1-MCP kimyasalına maruz bırakılmıştır. 1-MCP

uygulanan patlıcanlarda ağırlık kaybı azalmış, Polifenol oksidaz enzim aktivitesi azalmış ve kahverengileşme net bir Şekilde önlenmiştir.

Cai ve ark. (2006), yenedünya meyvesinde uyguladıkları 1-MCP'nin etkisi ile Polifenol oksidaz (PFO) enzim aktivitesi kontrol grubuyla kıyaslandığında daha az olmuştur. BaŐlangıĉ meyvesinde PFO enzim aktivitesi 1.34×10^3 ünite/kg iken, 192 saat sonunda kontrol grubunda 3.64×10^3 ünite/kg ve 1-MCP uygulanan grup meyvelerinde ise 3.36×10^3 ünite/kg olarak ifade edilmiştir.





5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada Amasya cinsi elmalara uygulanan 625 ppb dozunda 1-MCP'nin meyvelerin kalite parametreleri üzerine etkisi araştırılmış ve aynı şartlarda, $0\pm 1^{\circ}\text{C}$ % 90-95 oransal nem koşulunda muhafaza edilen, hiçbir işlem uygulanmamış kontrol grubu elmalarla, 1-MCP uygulanmış elmalarda 6 aylık muhafaza süresi boyunca değerlendirmeler yapılmıştır.

Amasya elmalarında muhafaza süresince ağırlık kaybı tüm uygulamalarda artmıştır. En yüksek ağırlık kaybı muhafaza süresi boyunca 1-MCP uygulaması yapılan meyvelerde kontrol grubuna göre daha fazla bulunmuştur. Meyve kabuk rengini değerlendirmek için L, a, b, c ve hue (h°) açısı değerlerine bakılmış olup, muhafaza süresi boyunca tüm değerlerde dalgalanmalar görülmüştür. L, a, b ve c parametrelerindeki değişimler uygulamalar arasında istatistiksel anlamda ($p < 0.05$) önemli bulunmamıştır. Depolama süresince h° açısı değeri her iki grupta da artış göstermiş olup, farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Dolayısıyla 1-MCP uygulamasının elmalarda dış kabuk rengini korumada olumlu bir etkisi gözlenmemiştir. Solunum hızı değişiminde muhafaza süresi boyunca dalgalanmalar olsa da kontrol grubu elmalara kıyasla 1-MCP'nin olumlu etkisi gözlenmiştir.

Amasya elmalarında 1-MCP uygulanan grubun muhafaza süresince ortalama solunum hızı kontrol grubuna göre daha düşük olup, istatistiksel anlamda depolamanın son ayında uygulamalar arasındaki farklılık % 5 ($p < 0.05$) seviyesinde önemli bulunmuştur. Yapılan çalışma sonucu elde edilen verilere göre 1-MCP uygulamasının etilen salınımını engellemede etkili bir sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Muhafaza periyodu boyunca kontrol grubundaki dışsal etilen üretimi 1-MCP uygulanmış elmalara göre her zaman yüksek olmuştur. Amasya elmalarında başlangıçta etilen konsantrasyonu çok düşükken ikinci ay kontrollerinde her iki grupta da etilende artış gözlenmiştir. Ancak depolama süresi ortalamasına göre 1-MCP uygulanan elmalarda etilen üretimi kontrol grubuna göre

% 35.1 az olmuştur. İstatistiksel anlamda ise % 5 önem seviyesinde tüm uygulamalar önemli bulunmuştur.

Amasya elmalarında kabuk yanıklığı depolamanın ilk 4 ayında görülmesine de 6. ayda 1-MCP uygulanmış elmalarda görülen yüzeysel yanıklar kontrol grubundaki elmalara göre oransal olarak daha fazla olmuştur. Elmalarda meyve eti sertliği, her iki grupta da zamanla azalmıştır. Fakat başlangıca göre depolama sonunda kontrol grubundaki meyvelerde sertlik kaybı %33.9 iken 1-MCP uygulanan grupta kayıp % 21.96'dır. Dolayısıyla 1-MCP uygulaması ile meyve eti sertliği daha iyi korunmuş olup, istatistiksel anlamda uygulamalar arasındaki farklılık % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

1-MCP uygulamasının titrasyon asitliği bakımından olumlu bir etkisi gözlenmemiştir. Hasat sonrası taze elmada % 0.22 olan asitlik 6 ay muhafaza sonunda kontrol grubunda ortalama 0.17 g/100 mL'ye düşmüş, istatistiksel anlamda ($p<0.05$) önemli bulunmuştur. 1-MCP uygulanan elmalarda ise ortalama 0.15 g/100 mL ile asitlik miktarı daha az olmuştur. Amasya elmalarında SÇKM miktarındaki değişim her iki grupta birbirine yakın değerde olup istatistiksel anlamda da ($p<0.05$) önemli fark yoktur. Muhafaza süreleri boyunca nişasta düzeyindeki yapılan değerlendirmelerde her iki grupta da 4. aydan itibaren dokuda nişastanın tamamıyla parçalandığı gözlemlenmiştir. 1-MCP'nin nişasta düzeyini koruma anlamında etkinliği görülmemiştir.

Elmalarında muhafaza süresi boyunca yapılan kontroller sonucu, fenol bileşikleri miktarlarında dalgalanmalar görülmüştür. Başlangıçta 968.4 ± 2.664 mg/L olan toplam fenol miktarı, muhafaza sonunda kontrol grubu elmalarda 945.3 ± 1.333 mg/L, 1-MCP uygulanmış elmalarda ise 713.8 ± 0.000 mg/L'ye düşerek kontrol grubuna göre toplam fenolik madde miktarındaki kayıp daha fazla olmuştur. Uygulama ve muhafaza süresi % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Elmalarda Toplam antioksidan aktivitesindeki değişimler FRAP ve DPPH olmak üzere iki metotla belirlenmiştir. DPPH metodunda antioksidan aktiviteleri başlangıçta 1262.5 ± 5.907 $\mu\text{M}/\text{mL}$ iken, kontrol grubunda 1233.8 ± 6.166 $\mu\text{M}/\text{mL}$,

1-MCP grubunda 1228.8 ± 8.133 $\mu\text{M}/\text{mL}$ olup istatistiksel anlamda farklılıklar önemsiz bulunmuştur. FRAP metodundaki sonuçlara göre başlangıçtaki değer 3227.0 ± 3.039 $\mu\text{M}/\text{mL}$ iken, depolama sonunda kontrol grubu elmalarda 3305.9 ± 3.039 $\mu\text{M}/\text{mL}$ olup, 1-MCP uygulanan elmalarda 2949.8 ± 8.039 $\mu\text{M}/\text{mL}$ 'dir ve istatistiksel olarak uygulama ve muhafaza süresindeki farklılıklar % 5 seviyesinde önemli bulunmuştur. Her iki metotta da 1-MCP'nin antioksidan aktivitesi üzerinde olumlu bir etkisi görülmemiştir.

Elmalarda PFO enzim aktivitesindeki değişimler dalgalanma göstermiştir. İstatistiksel anlamda uygulamalar arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). 1-MCP uygulanmış örneklerde altı aylık depolama sonrası polifenol oksidaz enzim aktivitesi başlangıç seviyesine göre daha yüksek bulunmuştur. Kontrol grubu örneklerde ise başlangıç aktivite değerine çok yakın bulunmuştur.



KAYNAKLAR

- Abbott, J.A.,1999. Quality Measurement of Fruits and Vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 15(3), 207-225.
- Able, A.J., L.S. Wong, A. Prasad and T.J. O'Hare. 2002. 1-MCP is more effective on a floral brassica (*Brassica oleracea* var. *italica*) than a leafy brassica (*Brassica rapa* var. *chinensis*). *Postharvest Biol. Technol.* 26, 147-155.
- Able, A.J., L.S. Wong, A. Prasad and T.J. O'Hare. 2003. The effect of 1-methylcyclopropene on the shelf life of minimally processed leafy Asian vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 27:157-161.
- Alves, R.E., H.A.C. Filgueiras, A.S. Almeida, F.L.C. Machado, M.S.R. Bastos, M.A.C. Lima, D. Terao, E.O. Silva, E.C. Santos, M.E.C. Pereira and M.R.A. Miranda. 2005. Postharvest use of 1-MCP to extend storage life of melon in Brazil - current research status. *Acta Horticulturae* 682, 2233-2237.
- Apak, R., 2005. Gıda maddelerinde toplam antioksidan kapasite tayin yöntemleri arasında Cu (II) indirgeyici antioksidan kapasite CUPRAC. 19. Ulusal Kimya Kongresi, Kuşadası, 30 Eylül-4 Ekim.
- Basel, R.M., Racicot, K., Senecal, A.G. (2002). Long shelf life banana storage using MAP storage coupled with postharvest MCP treatment. In Annual Meeting and Food Expo, Anaheim, California. 15-19 June
- Binder, B.M., A.B. Bleecker, 2003. A Model for Ethylene Receptor Function and 1-Methylcyclopropene Action. *ACTA Horticulturae* 628:177-187.
- Blankenship, S.M. and J.M. Dole. 2003. 1-Methylcyclopropene: A review. *Postharvest Biol. Technol.* 28:1-25.
- Blankenship, S.M., 2003. Discovery and Commercialization of 1-Methylcyclopropene as an Ethylene Inhibitor. XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture (Editor: R.K. Prange), *Acta Horticulturae*, 628, 189-191.

- Blankenship, S. M., & Richard Unrath, C., 1988. Pal and ethylene content during maturation of red and golden delicious apples. *Phytochemistry*, 27(4), 1001–1002.
- Bleecker, A.B, Kende, H. 2000. Ethylene: Gaseous signal molecule in plants. *Ann. Rev. Cell. Biol.* 16, 1-18.
- Bower, J., Mitcham, B., 2001. Application of 1-MCP to Vegetable Crops. *Perishables Handling Quarterly*, 108: 26-27.
- Cai, C., Chen, K., Xu, W., Zhang, W., Li, X. ve Ferguson, I., 2006. Effect of 1-MCP on postharvest quality of Loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology* 40, 155-162.
- Calegario, F.F., Cosso, R.G., Almeida, F.V., Vercesi, A.E. ve Jardim, W.F., 2001. Determination of the respiration rate of tomato fruit using flow analysis. *Postharvest Biology and Technology*, 22(3), 249-256.
- Calvo, G. and Sozzi, G.O., 2004. Improvement of postharvest storage quality of ‘Red Clapp’s’ pears by treatment with 1-Methylcyclopropene at low temperature, *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(6), 930-934.
- Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizleri, Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları, No: 34, s 13-41-102-225.
- Chen B, Wu G, Li L, et al. Effects of 1- methylcyclopropene on the quality attributes of harvested Chinese mushroom (*Volvariella volvacea*) fruiting bodies. *Food Sci Nutr.* 2019; 7:747–754.
- Cheng, YD., Liu, LQ., Feng, YX., Dong, Y. ve Guan, JF., 2019. Effects of 1-MCP on fruit quality and core browning in ‘Yali’ pear during cold storage. *Scientia Horticulturae* (2019) 243,350-356.

- Crouch, I., 2003. 1-Methylcyclopropene (SmartFresh™) as an Alternative to Modified Atmosphere and Controlled Atmosphere Storage of Apples and Pears. Proc. 8th International Controlled Atmosphere Research Conference, (Eds. J. Oosterhaven & H.W. Peppelenbos), Acta Hort, 600, 433-440.
- Çalhan, Ö., 2014. Elmalarda Görülen Bazı Fizyolojik Bozukluklar. Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Isparta, 62, 2-3.
- DeEll, J. R., Murr, D. P., Porteous, M. D., & Vasantha Rupasinghe, H. P. (2002). Influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biology and Technology*, 24(3), 349–353.
- Dong, L., S. Luire and H. Zhou. 2002. Effect of 1-MCP on ripening of ‘Canino’ apricots and ‘Royal Zee’ plum. *Postharvest Biol. Technol.* 24, 135-145.
- EPA, 2019. 1-Methylcyclopropene (MCP) (224459) Fact Sheet. https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-224459_25-Nov-09.pdf.
- Fan, X. S.M. Blankenship and J.P. Mattheis. 1999a. 1-MCP inhibits apple ripening. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 124, 690-695.
- Fan, X., J.P. Mattheis and S.M. Blankenship. 1999b. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush, and greasiness is reduced by MCP. *J. Agric. Food Chem.* 47, 3063-3068.
- Fan, X., L. Argenta and J.P. Mattheis. 2000. Inhibition of ethylene action by 1-MCP prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biol. Technol.* 20, 135-142.
- FAO, 2019. <http://www.fao.org/faostat/en/data/QC> erişim tarihi 09.09.2019.
- Feng, X., A. Apelbaum, E.C. Sisler and R. Goren. 2000. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biol. Technol.* 20, 143-150.

- Golding, J., (2004). Assessment of the ethylene inhibitor 1-MCP on apple quality and superficial scald development during storage, Horticulture Australia Project, Project Number: AP02035 (March, 2004).
- Güneyli, A., Onursal, C.E., Secmen, T., Üzümcü, S.S., 2019. Hasat sonrası 1-MCP Uygulamalarının Starking Delicious elma çeşidinde depolama ve raf ömrü üzerine olan etkisi, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 6(1),15-28.
- Hampson, R. C. and Kemp, H., 2003. Characteristics of important commercial apple cultivars. "In: Apples.(ed) Ferree, D.C., Warrington, I.J., CABI Publishing, Cambridge, USA, 61-89"
- Han, C., Zuo, J., Wang, Q., Xu, L., Wang, Z., Dong, H., & Gao, L. (2015). Effects of 1-MCP on postharvest physiology and quality of bitter melon (*Momordica charantia* L.). *Scientia Horticulturae*, 182, 86–91.
- Harima, S., R. Nakano, S. Yamauchi, Y. Kitano, Y. Yamamoto, A. Inaba and Y. Kubo. 2003. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. *Postharvest Biol. Technol.* 29, 319-324.
- Harris, D.R., J.A. Sebery, R.B.H. Wils, and L.J. Spohr. 2000. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-MCP to delay the ripening of banana. *Postharvest Biol. Technol.* 20, 303-308.
- Hershkovitz, V., S.I. Saguy and E. Pesis. 2005. Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biol. Technol.* 37, 252-264.
- Hoang, N. T. T., Golding, J. B., & Wilkes, M. A. (2011). The effect of postharvest 1-MCP treatment and storage atmosphere on "Cripps Pink" apple phenolics and antioxidant activity. *Food Chemistry*, 127(3), 1249–1256.
- Hofman P. J., Jobin-Decor M., Meiburg G. F., Macnish A. J. Joyce D. C., (2001) Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to 1-methylcyclopropene. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41, 567-572

- Huang, D., Ou, B. and Prior, R.L., 2005. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856.
- Jiang, W., Liu, H., Zhou, L., Wang, B. ve Luo, Y. (2005). The effects of 1-methylcyclopropene on peach fruit (*Prunus persica* L. Cv. Jiubao) ripening and disease resistance. *International Journal of Food Science and Technology* 40, 1-7.
- Jiang, W., Q. Sheng, X. Zhou, M. Zhang and X. Liu. 2002. Regulation of coriander senescence by 1-MCP and ethylene. *Postharvest Biol. Technol.* 26, 339-345.
- Jiang, Y., D.C. Joyce and L.A. Terry. 2001. 1-MCP treatment affects strawberry fruit decay. *Postharvest Biol. Technol.* 23, 277-232.
- Jiang, Y., Joyce, D.C. & Macnish, A.J. 1999. Responses of banana fruit to treatment with 1-methylcyclopropene. *Plant Growth Regulation* 28, 77-82.
- Kaplan, N., Ozcan., M., Çelik M., 2003. Clonal selection in apple (*Malus Domestica* Borkh Cv. Amasya) Pak. *J. Bot.*, 35(4): 571-578.
- Karaçalı, İ. 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması, sekizinci baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, 119-130.
- Karaçalı, İ., 1993. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. E.Ü. Zir. Fak. Yay. No: 494. E.Ü. Matbaası, Bornova. 413 s.
- Karadeniz, F. ve Ekşi, A., 2001. Elma Suyunda Fenolik Madde Dağılımı Üzerine Araştırma, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3),135-141.
- Kluge, R.A. ve A.P. Jacomina. 2002. Shelf life of peaches treated with 1-MCP. *Scientia –Agricola* 59, 69-72.
- Kolniak-Ostek, J., Wojdyło, A., Markowski, J., & Siucińska, K. (2014). 1-Methylcyclopropene postharvest treatment and their effect on apple quality during long-term storage time. *European Food Research and Technology*, 239(4), 603–612.

- Ku, V.V.V. and R.B.H. Wills. 1999. Effect of 1-MCP on the storage life of broccoli. *Postharvest Biol. Technol.* 17, 127-132.
- Kuzucu, F.C. ve Aydın, M.N. (2014). 1-Methylcyclopropane Uygulamalarının ve Farklı Depolama Sıcaklıklarının “Fuji Kiku” Elma Çeşidinin Meyve Kalitesine Etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi (COMU Journal of Agriculture Faculty)*, 2014: 2 (1): 101–108.
- Liu, H., Cao, J., & Jiang, W. (2015). Changes in phenolics and antioxidant property of peach fruit during ripening and responses to 1-methylcyclopropane. *Postharvest Biology and Technology*, 108, 111–118.
- Luo, Z. 2005. Effect of 1-methylcyclopropane on ripening of postharvest persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit. *Food Science and Technology*, 25 pp. 293–300.
- Macnish, A.J., D.H. Simons, D.C. Joyce, J.D. Faragher and P.J. Hofman. 2000. Responses of native Australian cut flowers to treatment with 1-MCP and ethylene. *Hort. Science* 35, 254-255.
- Magazin, N., Gvozdenovic, D., Keserovic, Z., ve Milic, B. (2010). Fruit quality of Granny Smith apples picked at different harvest times and treated with 1-MCP. *Fruits*, 65(3), 191-197.
- Manganaris, G.A., C.H. Crisosto, V. Bremer and D. Holcroft. 2008. Novel 1-methylcyclopropane immersion formulation extends shelf life of advanced maturity ‘Joanna Red’ plums (*Prunus salicina* Lindell). *Postharvest Biol. Technol.* 47, 429-433.
- Massolo, J. F., Concellón, A., Chaves, A. R., & Vicente, A. R. (2011). 1-Methylcyclopropane (1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 59(1), 10–15.

- Mir, N.A., E. Curell, N. Khan, M. Whitaker and R.M. Beaudry. 2001. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 126, 618-624.
- Mullins, E.D., T.G. McCollum and R.E. McDonald. 2000. Consequences on ethylene metabolism of inactivating the ethylene receptor sites in diseased non-climacteric fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 19, 155-164.
- Murayama, H., Itai, A., Matsumoto, D. ve Charochongsuk, N., 2018. Ripening Characteristics and Pigment Changes in Russeted Pear Fruit in Response to Ethylene and 1-MCP, *Horticulturae*, 4, 22.
- Nillson, T. 2005. Effects of ethylene and 1-MCP on ripening and senescence of European seedless cucumbers. *Postharvest Biol. Technol.* 36, 113-125.
- Opiyo, A.M. and T.J. Ying. 2005. The effect 1-methylcyclopropene treatment on the shelf life and quality of cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) fruit. *Int. J. Food Sci. Technol.* 40, 665-673.
- Ough, C.S., Amerine, M.A., 1988. *Methods for Analysis of Musts and Wines*, John Wiley and Sons, New York, 377 s.
- Öz, F., Büyükyılmaz M., Burak M., 1995. *Bodur Meyve Yetiştiriciliği*. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Arş. Ens. Yayın No:73.
- Özbek, S., 1977 *Genel Meyvecilik*. Ç.Ü.Z.F. Yay. 111, A.Ü. Basımevi. Ankara 386s.
- Özdamar, K., 1999. *Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi*, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 535 s.
- Pekmezci, M., 1975. *Bazı Önemli Elma ve Armut Çeşitlerinin Solunum Klimakterikleri ve Soğukta Muhafazaları Üzerine Araştırmalar* (doçentlik tezi) Merkez İkmal. Müd. Basımevi, Ankara.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N. ve Gordon, M. 2001. *Antioxidants in food*, CRC Press, USA.

- Porat, R., B. Weiss, L. Cohen, A. Daus, R. Goren and S. Droby. 1999. Effects of ethylene and 1-MCP on the postharvest qualities of 'Shamouti' oranges. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 155-163.
- Prior, R.L., Wu, X., Scaich, K., 2005. Standardized methods for the determination antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(8), 3110-3113.
- Reid, M.S. 2002. Ethylene in potharvest technology. Pages 149-162, in *Postharvest Technology Of Horticultural Crops*. 3th ed. Ed. A.A Kader, Univ. of California Agric. and Naturel Res. Pub. 3311, California.
- Rizzolo, A., Cambiaghi, P., Grassi, M., & Zerbini, P. E. (2005). Influence of 1-Methylcyclopropene and Storage Atmosphere on Changes in Volatile Compounds and Fruit Quality of Conference Pears. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(25), 9781–9789.
- Rupasinghe, H. P. V., Murr, D. P., Paliyath, G., & Skog, L. (2000). Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in "McIntosh" and "Delicious" apples. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(3), 271–276.
- Sabır, F.K., 2008. Bütün Ve Taze Doğranmış Domateslerde Farklı Derim Sonrası Uygulamaların Muhafaza Süresi Ve Kalite Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Sabir, F.K., Kusvuran, S., Dasgan, H.Y., Agar, I.T., 2012. Effects Of 1-Methylcyclopropene Treatment on Postharvest Life and Quality in Four Tomatoes Cultivars, *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 22(4), 1086-1091.
- Sakaldaş, M., 2014. Çanakkale Yöresinde Yetiřtirilen "Deveci" Armut Çeşidinde Hasat Sonrası 1- Methylcyclopropane Uygulamalarının Depolama Süresince Kaliteye Olan Etkileri, *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1),109-116.

- Salveit, M.E. 2003. Ethylene effects. Pages 65-71, in The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Ed. K.C. Gross, C.Y. Wang and M. Saltveit, Agricultural Handbook Number 66.
- Scariot, V., Paradiso, R., Rogers, H., De Pascale, S. 2014. Ethylene control in cut flowers: Classical and innovative approaches. *Postharvest Biol. Technol.* 97, 83-92.
- Shah, ST., Sajid, M., Khan, NU., Rab, A., Ul Amin, N., Arif, M., Haleema, B. ve Saeed, S. (2019). Peach Antioxidant and Phenolic Activities Influenced by the Application of 1-Methylcyclopropene(1-MCP) at Post-harvest. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 18(2) 2019, 71-85.
- Sisler, E.C., E. Dupille and M. Serek. 1996. Effect of 1-methylcyclopropene and methlenecyclopropene on ethylene binding and ethylene action on cut carnations. *Plant Growth Regul.* 18, 79-86.
- Taye, A.M., Tilahun, S., Seo, M.H., Park, D.S. ve Jeong, C.S. (2019). Effects of 1-MCP on quality and storability of Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Horticulturae* 2019, 5(2), 29.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Byrne, D. H. 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC Assays for Estimating Antioxidant Activity from Guava Fruit Extracts. *Journal of Food Compositions and Analysis* 19, 669-675.
- Tian, M. S., Prakash, S., Elgar, H. J., Young, H., Burmeister, D. M., & Ross, G. S. (2000). Responses of strawberry fruit to 1-Methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene, *Plant Growth Regulation*, 32(1), 83–90.
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE), 2007. Türk Standardı TS100 Elma, ICS 67.080.10. <https://intweb.tse.org.tr/Standard> . Erişim tarihi 21.10.2019.
- Türk, E.F., 2008. Valencia Portakalında 1-Methylcyclopropene (1-Mcp) Uygulamalarının Depolama Sonrası Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- TÜİK, 2019. biruni.tuik.gov.tr / erişim tarihi 09.09.2019.

- Ünal, M.Ü., Şener, A. 2014. Effect of harvest year on biochemical properties of Narince grape (*Vitis vinifera* L. cv. Narince) polyphenol oxidase. *European Food Research and Technology* 238(4), 613–619.
- Valentines, M., Vilaplana, R., Toivonen, P., & Larrigaudière, C. (2006). Antioxidant Potential and Peroxidative State of 'Golden Smoothee' Apples Treated with 1-Methylcyclopropene, *Journal of the American Society for Horticultural Science* 131(1), 104-109. Retrieved Sep 15, 2019.
- Wang, Z., Dilley, D.R. (2000). Initial low oxygen stress controls superficial scald of apples. *Postharvest Biology and Technology*, 18(3), 201-213.
- Watkins, C.B. 2006. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) based technologies for storage and shelf life extension. *Int. J. Postharvest Technology and Innovation*, 1, 62-68.
- Watkins, C.B. and Nock, J.F., 2005. Effects of Delays between Harvest and 1-Methylcyclopropene Treatment, and Temperature during Treatment, on Ripening of Air-stored and Controlled-atmosphere-stored Apples. *HortScience* 40(7), 2096-2101.
- Watkins, C.B., 2006. The Use of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Fruits and Vegetables. *Biotechnology Advances*, 24: 389-409.
- Watkins, C.B., 2008. Overview of 1-Methylcyclopropene Trials and Uses for Edible Horticultural Crops, *HortScience*, 43(1), 86-94.
- Watkins, C.B., J.F. Nock and B.D. Whitaker. 2000. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene under air and controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biol. Technol.* 19, 17-32.
- Wills, R.B.H. and V.V.V. Ku. 2002. Use of 1-MCP to extend the time to ripen of green tomatoes. *Postharvest Biol. Technol.* 26, 85-90.
- Woolf, A.B., C. Requejo-Tapia, K.A. Cox, R.C. Jackman, A. Gunson, M.L. Arpaia and A. White. 2005. 1-MCP reduces physiological storage disorders of 'Hass' avocados. *Postharvest Biol. Technol.* 35, 43-60.

Yalav, F. ve Kaynaş, K., (2018). Pink Lady Elma Çeşidinde Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropene Uygulaması ve Dinamik Atmosferde Depolamanın Uzun Dönem Depolamada Kaliteye Olan Etkileri, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Dergisi, 35(ek sayı), 1-7.





ÖZGEÇMİŞ

1992 yılında Adana'da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Adana'da tamamladı. 2015 yılında Çukurova Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı zamanda 2015 yılında Anadolu Üniversitesi Açıköğretim programı dahilinde İşletme lisans eğitimini tamamladı. Ardından 2016 yılında yüksek lisans eğitimine devam etti. 2016-2018 yılları arası turşu-zeytin üretimi yapan bir firmada Kalite Kontrol mühendisi olarak çalıştı. Son olarak Döhler Gıda San. A.Ş. 'de Ar-ge ve Teknoloji mühendisi olarak görev almaktadır.