

T.C

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AVG VE 1-MCP UYGULAMALARININ FUJİ VE RED DELİCIOUS ELMA
ÇEŞİDİ MEYVELERİNİN KALİTESİ VE MUHAFAZA SÜRESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Faruk YAVAŞ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Erdiç BAL

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Dr.Öğr.Üyesi Erdiñ BAL danışmanlığında, Faruk YAVAŞ tarafından hazırlanan “AVG ve 1- MCP Uygulamalarının Fuji ve Red Delicious Elma Çeşidi Meyvelerinin Kalitesi ve Muhafaza Süresi Üzerine Etkileri” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Doç.Dr. Mehmet Ufuk KASIM

İmza :

Üye : Doç.Dr. Demir KÖK

İmza :

Üye : Dr.Öğr.Üyesi Erdiñ BAL

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç.Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AVG ve 1- MCP Uygulamalarının Fuji ve Red Delicious Elma Çeşidi Meyvelerinin Kalitesi ve Muhafaza Süresi Üzerine Etkileri

Faruk YAVAŞ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Erdiñ BAL

Bu çalışmada Tekirdağ koşullarında üretimi yapılan ‘‘Red Delicious’’ ve ‘‘Fuji’’ elma çeşitlerinde, AVG (aminoetoksi-vinilglisin) ve 1-MCP (1-metilsiklopropen) uygulamaları sonrasında soğukta muhafaza boyunca kalite parametrelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bunun için hasat öncesi ve hasat sonrası olmak üzere AVG uygulaması ve hasat sonrası 1- MCP uygulaması yapılmıştır. Uygulama yapılmış tüm meyveler $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90-95 oransal nemli soğuk hava depolarında 5 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Muhafaza süresince 30 gün aralıklarla alınan örneklerde ağırlık kaybı, suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir asit miktarı, nişasta indeksi, meyve eti sertliği, solunum hızı, toplam fenolik madde miktarı, toplam antosiyanin miktarı, toplam antioksidan miktarı, meyve tat değerleri ve fungal etmenli çürüme değerleri belirlenmiştir.

Çalışmada hasat öncesi ve hasat sonrası AVG uygulamaları ile 1-MCP uygulamalarının ‘‘Red Delicious’’ ve ‘‘Fuji’’ elma çeşitlerinin soğukta muhafaza süresince kalite kriterlerinin korunmasında önemli derecede olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Hasat öncesi AVG ve hasat sonrası AVG uygulamaları bir çok kalite parametresinde olumlu etkiler gözlemlenmekle beraber, daha iyi sonuçların genel olarak 1-MCP ile kombinasyonlarda gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma, AVG, 1-MCP, Soğukta muhafa, Kalite

2019, 64 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

Effects of AVG and 1-MCP Treatments on Fruit Quality and Cold Storage of Apples cv. Fuji and Red Delicious

Faruk YAVAŞ

Tekirdağ Namık Kemal University
Institute of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Erdinç BAL

In this study, changes in quality parameters during cold storage after AVG (aminoethoxy-vinylglycine) and 1-MCP (1-methylcyclopropene) applications in apple varieties (Red Delicious and Fuji) grown in Tekirdağ conditions were investigated.

For this purpose, preharvest and postharvest AVG application and postharvest 1-MCP application was performed. All the fruits were stored at $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ temperature and 90-95% relative humidity conditions for 5 months. During the storage, weight loss, total soluble solid, titratable acidity, starch index, fruit firmness, respiration rate, total anthocyanin, total phenolics, total antioxidant, taste values and decay rate were investigated with 30 days interval.

In the study, it was determined that preharvest and postharvest AVG application and 1-MCP application had significant positive effects on preservation the quality of apples (Red Delicious and Fuji) during cold storage. Although preharvest AVG and postharvest AVG applications had positive effects on many quality parameters, it was found that better results were generally recorded in combination with 1-MCP.

Keywords: Apple, AVG, 1-MCP, Cold Storage, Quality

2019, 64 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ.....	vi
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. 1-MCP ile ilgili çalışmalar	4
2.2.AVG ile ilgili çalışmalar	11
3. MATERYAL ve METOT	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Materyalin alındığı üretim alanı özellikleri	17
3.1.2. Denemede kullanılan elma çeşidinin özelliği.....	18
3.1.3. Denemede kullanılan soğuk hava deposunun özelliği.....	18
3.2. Metot.....	19
3.2.1. Uygulamalar ve denemenin kurulması	19
3.3.Fiziksel ve kimyasal analizler.....	22
3.3.1. Ağırlık kaybı	22
3.3.2. Titre edilebilir asit tayini.....	22
3.3.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı	23
3.3.4. Nişasta indeksi	23
3.3.5. Meyve eti sertliği.....	23
3.3.6. Kabukta toplam antosiyanin miktarı	23
3.3.7. Toplam fenolik bileşikler	24
3.3.8. Toplam antioksidan miktarı.	24
3.3.9. Solunum hızı	25
3.3.10. Meyve tat değerlendirmesi	25
3.3.11. Fungal etmenli çürüme.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	26
4.1. Ağırlık kaybı.....	26
4.1.1. Red delicious ağırlık kaybı.....	26
4.1.2. Fuji ağırlık kaybı.....	27
4.2. Titre edilebilir asit tayini	28
4.2.1. Red delicious titre edilebilir asit tayini	28
4.2.2. Fuji titre edilebilir asit tayini.....	28

4.3. Suda çözünebilir kuru madde miktarı.....	29
4.3.1. Red delicious suda çözünebilir kuru madde miktarı	29
4.3.2. Fuji suda çözünebilir kuru madde miktarı.	30
4.4. Nişasta indeksi	31
4.4.1. Red delicious nişasta indeksi	31
4.4.2. Fuji nişasta indeksi.....	32
4.5. Meyve eti sertliği.....	33
4.5.1. Red delicious meyve eti sertliği.....	33
4.5.2. Fuji meyve eti sertliği.....	34
4.6. Kabukta toplam antosiyanin miktarı	35
4.6.1. Red delicious kabukta toplam antosiyanin miktarı.....	35
4.6.2. Fuji kabukta toplam antosiyanin miktarı	36
4.7. Toplam fenolik bileşikler.....	37
4.7.1. Red delicious toplam fenolik bileşikler	37
4.7.2. Fuji toplam fenolik bileşikler	38
4.8. Toplam antioksidan miktarı.....	39
4.8.1. Red delicious toplam antioksidan miktarı	39
4.8.2. Fuji toplam antioksidan miktarı.....	40
4.9. Solunum hızı.....	41
4.9.1. Red delicious solunum hızı.....	41
4.9.2. Fuji solunum hızı	42
4.10. Meyve tat değerlendirmesi	43
4.10.1. Red delicious meyve tat değerlendirmesi	43
4.10.2. Fuji meyve tat değerlendirmesi.....	44
4.11. Fungal etmenli çürüme	45
4.11.1. Red delicious fungal etmenli çürüme	45
4.11.2. Fuji fungal etmenli çürüme.....	46
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	48
6. KAYNAKLAR.....	55
TEŞEKKÜR.....	63
ÖZGEÇMİŞ	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca ağırlık kayıplarında meydana gelen değişimler	26
Çizelge 4.2. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca ağırlık kayıplarında meydana gelen değişimler	27
Çizelge 4.3. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca TAE oranında meydana gelen değişimler	28
Çizelge 4.4. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca TAE oranında meydana gelen değişimler	29
Çizelge 4.5. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca SÇKM miktarında meydana gelen değişimler	30
Çizelge 4.6. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca SÇKM miktarında meydana gelen değişimler	31
Çizelge 4.7. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca nişasta değerlerinde meydana gelen değişimler	32
Çizelge 4.8. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca nişasta değerlerinde meydana gelen değişimler	33
Çizelge 4.9. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca MES değerlerinde meydana gelen değişimler	34
Çizelge 4.10. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca MES değerlerinde meydana gelen değişimler	35
Çizelge 4.11. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam antosiyanin miktarında meydana gelen değişimler	36
Çizelge 4.12. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam antosiyanin miktarında meydana gelen değişimler	37
Çizelge 4.13. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişimler	38
Çizelge 4.14. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişimler	39
Çizelge 4.15. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam antioksidan miktarında meydana gelen değişimler	40
Çizelge 4.16. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam antioksidan miktarında meydana gelen değişimler	41
Çizelge 4.17. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca solunum hızında meydana gelen değişimler	42
Çizelge 4.18. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca solunum hızında meydana gelen değişimler	43
Çizelge 4.19. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca tat değerlerinde meydana gelen değişimler	44
Çizelge 4.20. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca tat değerlerinde meydana gelen değişimler	45
Çizelge 4.21. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca fungal etmenli çürüme oranında meydana gelen değişimler	46
Çizelge 4.22. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca fungal etmenli çürüme oranında meydana gelen değişimler	47

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Adasta Tarım elma bahçesinin görüntüsü.	17
Şekil 3.2. Adasta Tarım Soğuk Hava Deposu	18
Şekil 3.3 Red Delicious elmaların depolama öncesi durumu.....	19
Şekil 3.4. Bahçede HÖ AVG uygulaması	19
Şekil 3.5 HS AVG uygulaması.....	20
Şekil 3.6. 1- MCP uygulaması.....	20
Şekil 3.7 Muhafaza yapılan depodan bir görünüm.....	21
Şekil 3.8. Ağırlık ölçümlerinden bir görünüm	22
Şekil 3.9 Titre edilebilir asit miktarı analizi.....	22
Şekil 3.10. Suda çözünebilir kuru madde miktarı analizi.....	23
Şekil 3.11 Kimyasal analizlerden bir görünüm.	24
Şekil 3.12 ‘Red Delicious’ elmalarda solunum hızı ölçümü.....	25

SİMGELER DİZİNİ

O ₂	: Oksijen
°C	: Santigrat derece
mg	: Miligram
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde
MA	: Modifiye atmosfer
%	: Yüzde
CO ₂	: Karbondioksit
g	: Gram
kg	: Kilogram
L	: Litre
mL	: Mililitre
µL	: Mikrolitre
µmol	: Mikromol
NaOH	: Sodyum Hidroksit
ppm	: Milyonda bir kısım
LSD	: En küçük önemli fark
KA	: Kontrollü atmosfer
NA	: Normal atmosfer
NAA	: Naftelen asetik asit
N	: Newton
AVG	: Aminoetoksi-vinilglisin
1-MCP	: 1-metilsiklopropan
FAO	: Gıda ve Tarım Birliği
TEA	: Titre edilebilir asitlik
MES	: Meyve eti sertliği
ppb	: Milyarda bir kısım
mm	: milimetre
nm	: nanometre
TE	: Trolox eşdeğeri
DPPH	: 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
µ	: mikron
µmol g ⁻¹	: mikromol gram
GA	: Gallik asit
lb	: Libre
ph	: Hidrojen iyonu konsantrasyonu
NaHCO ₃	: Sodyum bikarbonat

1.GİRİŞ

Elma (*Malus communis* L.), Türkiye’de ve dünyada uzun yıllardır yetiştiriciliği devam eden, miktar ve üretim alanı bakımından diğer ılıman iklim meyvelerinin başında gelen bir meyve türüdür. Bu meyve türü ülkemizde geniş bir çeşit zenginliğine sahiptir. Ancak bunlardan az miktarı yeme kalitesi ve soğuk depolamaya uygunluk göstermektedir (Küden ve ark. 1997).

Hemen her bölgede yetiştiriciliği yapılabilen elma, üretim miktarı bakımından yumuşak çekirdekli meyve türleri içinde ilk sırada yer almaktadır. Kültür elması yetiştiriciliği Türkiye’nin hemen her bölgesinde yapılmaktadır, fakat en uygun kültür merkezleri yabanisinin yayılma alanlarına paralel olarak Kuzey Anadolu’da bulunmaktadır. Kuzey Anadolu, Karadeniz Kıyı Bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasında ki geçit bölgeleri ve son yıllarda Güneyde Göller Bölgesi elmanın önemli yetiştiricilik alanlarını oluşturmaktadır (Anonim 2001).

Dünya’da gıda üretimi bakımından kendine yetebilen ülkelerden olan Türkiye, meyve ve sebze üretiminde de dünyanın önde gelen ülkelerinden birisidir. Son yıllarda 83.139.326 tona ulaşan dünya elma üretiminde, Türkiye 3.032.164 ton ile 3. sırada bulunmaktadır (FAO 2017). Ülkemizde hemen hemen tüm bölgelerde yetiştirilmekle birlikte, üretiminin büyük bölümü Isparta, Niğde, Denizli, Antalya, Karaman, Kayseri, Çanakkale, Mersin, Konya ve Kahramanmaraş illerinde gerçekleşmektedir.

Üretimi her sene önemli derecede artış gösteren meyve ve sebzelerin ithalat ve ihracatını daha uygun şartlarda yapabilmek ve pazarlanma sürecindeki kayıpları en aza indirebilmek için uygun koşullarda belli bir süre muhafaza edilmesi önemlidir. Bunun için de hasat sonrası kayıpları azaltacak ve yaşamsal faaliyetleri en aza indirecek koşullar ve uygulamalar önem taşımaktadır.

Elma meyvesi soğuk hava deposu koşullarında 0°C’de 6 aya kadar depolanabilen bir meyvedir. Modern depolama tekniklerine rağmen hasat sonrası elma meyvelerinde %5-25 arasında kayıp gerçekleşmektedir (Bondoux 1992).

Klimakterik meyve grubunda olan elma, hasat sonrası olgunlaşma yeteneğine sahiptir. Dünyada uzun yıllardan beri elmada hasat sonrası kalite kayıplarını en aza indirmek için uygun depolama ve pazarlama koşullarının belirlenip geliştirilmesi konusunda çalışmalar yürütülmektedir. Hasatta yeterince özen gösterilmemesi durumunda oluşan zararlar, hastalık etmenlerini etkin hale getirmekle beraber kalitede kayıplara da neden olmaktadır. Bu türe ait

meyvelerin soğukta muhafazası sırasında oluşan diğer kayıplar ağırlık kaybı, meyve kabuk yanıklığı, aşırı olgunlaşma nedeniyle yumuşama ve çürümeler olarak sıralanabilir.

Meyvedeki nişasta miktarı elmanın muhafaza ömrünü etkileyen ana etmenlerden birisidir. Olgunlaşan elmada nişasta şekere dönüşür. Şekerler, yeme kalitesi için önemli olup, meyve suyundaki en büyük etmen suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) dir. SÇKM'ler, şeker oranının tahmininde kullanılır ancak organik asitler, aminoasitler, fenolik bileşikler ve çözünür pektinler gibi diğer bileşikler de SÇKM içeriğine katkıda bulunmaktadır.

Muhafaza süresince elmalarda olgunluğu ve yumuşamayı hızlandırması nedeniyle özellikle etilen önemlidir. Depodaki düşük sıcaklık olgunlaşma işlemini yavaşlatır, fakat meyvede bu yöndeki değişimleri önlemez. Geçen zaman içinde etilenin meyvedeki işlevini düzenlemek amacıyla birçok teknik geliştirilmiştir. Örneğin; kontrollü atmosfer, elmada etilen üretimini engelleyebilme ve olgun meyve kalitesini düzenleyebilme yeteneğine sahiptir. Yine modifiye atmosfer koşullarında çeşitli ürünleri taze olarak uzun süre muhafaza edebilmek mümkün olmaktadır (James ve Kollman 2003).

Etilenin meyve olgunlaşmasındaki rolünün bilinmesi, olgunluk sürecinin ve hasat önü dökümün kontrol edilmesinde, etilen engelleyici maddelerin kullanımını gündeme getirmiştir. Bugün bu amaç için meyvecilik sektörünün geliştiği ülkelerde, bitkilere dışarıdan uygulandığı zaman, etilen sentezini engelleyen bileşikler gerek hasat önü dökümünü kontrol etmek amacıyla hasat öncesi ağaç üzerinde, gerekse depo ömrünü uzatmak için hasattan sonra kullanılmaktadır (Singh ve Khan 2010).

Son yıllarda bir etilen engelleyici olan 1-metilsiklopropan (1-MCP), meyve, sebze ve süs bitkilerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. 1-MCP'nin bulunuşundan beri etki mekanizması, uygulanması ve etilenin etkilerinin engellenmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. 1-MCP'nin hücrede etilen reseptörlerine bağlanarak etilenin bağlanmasını engellediği ve böylece etkisinin ortaya çıktığı düşünülmektedir (Şen ve Türk 2008).

1-MCP uygulaması türler hatta çeşitler arasında bile farklılıklar göstermekte, uygulama sıcaklığı, konsantrasyonu, uygulama süresi, metodu gibi birçok konudaki belirsizlikler hala sürmektedir. Buna rağmen birçok ülkede, bazı ürünlerde ticari olarak kullanılmakta olup, ülkemizde de elmadaki kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Şen ve Türk 2008). 1-MCP kullanılması, tüketici için kalitenin korunması bakımından elma depolama teknolojilerinde bir atılım olarak görülmektedir. 1-MCP nispeten kısa sürelerle (2-24 saat) gaz halinde uygulanır, çok düşük konsantrasyonlarda bile çok etkilidir, toksin değildir ve neredeyse hiç kalıntı bırakmaz (Huber ve ark. 2003).

Meyvelerde hasat öncesi uygulayarak etilen üretimini engellemede kullanılan bir diğer kimyasal ise AVG (aminoetoksi-vinilglisin)' dir. AVG farklı ticari isimlerde sıvı ve toz olarak satılmakta olup, hasat öncesi ağaç üzerindeki meyvelere uygulandığında, hasat önü dökümünün engellenmesinde ve hasat sonrası meyve eti sertliği (MES)'nin korunmasında etkili olduğu ileri sürülen bir aminoasittir (Jobling ve ark. 2003, Greene ve Schupp 2004, Rath ve Prentice 2004, Silverman ve ark. 2004). Etilen üretimini dolaylı olarak engelleyen AVG bitki büyüme düzenleyicisi, hasattan önce meyvelere uygulandığı zaman olgunluğu geciktirmektedir (Sing ve ark. 2003, Kim ve ark. 2004, Rath ve Prentice 2004). AVG uygulaması elma, şeftali, nektarin ve diğer klimakterik ürünlerde hasattan önce uygulandığında etilen üzerine geciktirici etki yaparak hem meyve gelişme-olgunlaşma safhasını hem de klimakteriyumu geciktirmektedir (Kim ve ark. 2004, Rath ve Prentice 2004).

Bu tez çalışmasında, “Red Delicious” ve “Fuji” elma çeşitlerinde AVG (retain) ve 1-MCP (smartfresh) uygulamalarının $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 5 ay süre ile depolanmasının meyve kalite kriterleri üzerine etkileri incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. 1-MCP ile İlgili Çalışmalar

Etilenin meyve olgunlaşmasındaki rolünün bilinmesi, olgunluk sürecinin kontrol edilmesinde, etilen engelleyici maddelerin kullanımını gündeme getirmiştir. Günümüzde meyvecilik sektörünün geliştiği ülkelerde, bitkilere dışarıdan uygulandığı zaman, etilen sentezini engelleyen bileşikler meyve kalitesini korumak ve geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Etilen engelleyici olarak bilinen 1-MCP meyve, sebze ve süs bitkilerinde olgunlaşma ve yaşlanmayı etkileyebilmektedir. 1-MCP'nin bulunuşundan bu yana 1-MCP'nin etki mekanizması, uygulanması ve etilenin etkilerinin kısmen veya büyük ölçüde ortadan kalkmasına yönelik çok sayıda çalışma yapılmış ve yapılmaktadır (Sakar ve ark. 2014).

1-MCP standart sıcaklık ve basınçta, molekül ağırlığı 54, formülü C_4H_6 olan bir gazdır. 1-MCP, bitkiye uygulandığında, etilen alıcılarına bağlanarak, etilenin bu bölgeye bağlanmasını engellemekte ve bu nedenle etilenle ilişkili biyokimyasal tepkimelerin hızını yavaşlatmaktadır (Sisler ve Serek 1997, Watkins 2006). Ayrıca 1-MCP'nin reseptörler ile uyuşmasının, etilenden yaklaşık 10 kat daha fazla olduğu ve etilen ile kıyaslandığında çok daha düşük konsantrasyonlarda bile aktif olabildiği, ayrıca birçok türde etilen biyosentezini etkilediği belirtilmiştir (Sisler ve Serek 1997, Blankenship ve Dole 2003).

1-MCP'nin etkin konsantrasyonları uygulanan tür ve çeşide bağlı olarak değişmektedir (Kasım ve Kasım 2007). Bunun yanı sıra uygulanacak konsantrasyon uygulama süresine, sıcaklığa ve uygulanacak metoda göre değişiklik göstermektedir. 1-MCP uygulamasından tam bir etkinin elde edilebilmesi için yeterli bir uygulama süresine gerek duyulmaktadır. Bu süre genellikle 12 ile 24 saat arasında değişmektedir (Şen ve Türk 2008).

“McIntosh” elma çeşidinde yapılmış olan çalışmada 1-MCP için gerekli olan konsantrasyonun diğer elma çeşitlerine kıyasla daha yüksek konsantrasyona ihtiyaç duyduğu belirlenmiştir. Bu durumda da meyvelerin çeşitlere göre farklı oranlarda etilen üretimi gösterdiği ile bağdaştırılabilir (Watkins ve ark. 2000).

1-MCP, etilenin etkisini engelleyen bir bileşik olduğu için, etkisi öncelikle yoğun etilen üreten elma, armut, avokado ve muz gibi meyve türlerinde araştırılmış, sebzelerdeki etkisine yönelik çalışmalar ise, etilen üretimi orta düzeyde olmasına karşılık, etilene duyarlılığı yüksek olan domateslerle başlamış ve daha sonra brokkoli, hıyar, kavun ve yapraklı sebzeler gibi etilene karşı duyarlılığı yüksek olan türlerle devam etmiştir (Kasım ve Kasım 2007).

Üretilen elma çeşitlerinin büyük bir oranı (%30-40) henüz tüketiciye ulaşmadan çeşitli aşamalarda kayba uğramaktadır. Bu bakımdan ürünlerin taze olarak uzun süre muhafaza edilmesi kısmı oldukça büyük bir önem arz etmektedir. Muhafaza kısmında etkili metotlardan en önemlisi de 1-MCP uygulamasıdır.

1-MCP'nin, meyve, sebze ve süs bitkilerinde olgunlaşma ve yaşlanmanın yanı sıra etilen üretimi, solunum şiddeti, renk değişimi ve yumuşamayı geciktirdiği bilinmektedir (Watkins ve Miller 2005).

Genel olarak 1-MCP uygulaması solunum hızını "Fuji", "Granny Smith" ve "Red Delicious" çeşitlerinde azaltmış, solunum hızındaki artışları geciktirmiştir (Fan ve ark. 2000, Tian ve ark. 2000).

Kayseri koşullarında 1-MCP uygulamaları ile elmalarda derim sonrası etilen üretimini büyük oranda engellendiği belirlenmiştir. Yapılan analizler ile özellikle meyve eti sertliği (MES)'in uzun süre korunması bakımından oldukça etkili bir metot olduğu belirlenmiştir (Eren ve ark. 2012).

2004-2005 yıllarında Uludağ Üniversitesinde yapılmış olan bir çalışmada hasat sonrası 1-MCP uygulamasının hasat sonrası "Granny Smith" elma çeşidinde kalite faktörlerindeki değişimleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Hasat olgunluğunda hasadı gerçekleştirilen ürünlerin bir kısmına sızdırmazlığı sağlanmış bidonlarda +3°C sıcaklıkta 24 saat süreyle 625 ppb 1-MCP uygulanmıştır. Bir kısım ürüne de modifiye atmosfer (MA) oluşturmak amacıyla delikli polietilen örtü materyalleri ile ambalajlama yapılmıştır. Daha sonra MA, 1-MCP ve kontrol ürünleri 180 gün normal atmosfer (NA) ve MA koşullarında 0±0,5°C ve %90-95 nispi nem koşullarında muhafaza edilmiştir. Muhafaza sonrası her grup ürün 20±2°C sıcaklık ve %60±5 nispi nemde 7 gün süreyle raf ömrü için bekletilmiştir. Muhafaza ve raf ömrü periyotlarında alınan örneklerde (0., 90. ve 180. günler ile 90+7 ve 180+7. günler) ağırlık kaybı, solunum hızı, SÇKM, titre edilebilir asitlik (TEA), pH, MES, içsel etilen konsantrasyonu, yüzeysel yanıklık oranı, yüzeysel yanıklık şiddeti, diğer hastalık ve bozulmaların oranı, genel görünüm ve tat, meyve kabuk rengi gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Çalışma sonucunda; 1-MCP uygulamasının başta içsel etilen konsantrasyonunun baskı altına alınması ve yüzeysel yanıklık oranlarındaki artışın engellenmesinin yanında, ağırlık kaybının engellenmesi, TEA ve MES değerlerinin korunması gibi olumlu etkilere sahip olduğu belirlenmiştir (Sır 2006).

2003, 2004, 2005 yıllarında "Red Delicious", "Fuji" ve "Golden Delicious" çeşitlerinde hasat sonrası elma hastalıkları üzerine yapılan survey çalışmasında toplam çürümelerin %31,7' si *P. expansum*, %28,1' i *B. cinerea* ve %16,9' u *Sphaeropsis* çürüklüğü

olduğu tespit edilmiştir. Sphaeropsis çürüklüğü 3 yıl içinde “Red Delicious” çeşidinde toplam çürüklüğün %20’sinden fazla olduğu görülmüştür. Mavi küfün 2003 ve 2004 yıllarında “Red Delicious” çeşidinde ve 2005 yılında “Fuji” çeşidinde en yaygın hastalık olduğu tespit edilmiştir. Gri küf 2004 yılında “Fuji” çeşidinde ve 2005 yılında “Red Delicious” çeşidinde en çok görülen hastalık olmuştur (Kim ve Xiao 2008).

Kuzucu ve Aydın (2014), “Fuji Kiku” elma çeşidinde hasat sonrası depolama periyodunda ticari anlamda yüksek oranda kullanılan 1-MCP (625 ppb ve 1250 ppb) uygulamasının meyve kalite özellikleri üzerine etkilerini incelemiştir. Sonuç olarak, 1-MCP uygulamasının meyve eti kararması, fungal etmenli çürüme oranı, TEA, MES kayıplarının azaltılması ve etilen üretim miktarını baskı altında tutulması üzerine etkili olduğu bildirilmiştir. 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması yapılan meyvelerin toplam fenolik bileşik miktarı değerleri yüksek, aynı depolama sıcaklığında, 1250 ppb dozunda 1-MCP uygulaması yapılmış meyvelerde ise en düşük değerler elde edilmiştir.

“Pink Lady” elma çeşidine 625 ppb dozunda uygulanan 1-MCP neticesinde fenolik bileşiklerin meyve et dokusundaki konsantrasyonları artmış veya sabit kalmıştır. 160 günlük soğuk depolanma sırasında fenoliklerin konsantrasyonu ve bileşimi üzerindeki etkileri de oldukça küçük kalmıştır. Antioksidan aktivitesi ise muhafaza süresince artış göstermiş fakat 1-MCP meyve kabuğunda antioksidan aktivitesini azaltmıştır (Hoang ve ark. 2011).

Araştırmacılar, “Empire” elma çeşidine 1,0 $\mu\text{L L}^{-1}$ 1-MCP uygulandıktan sonra meyveleri normal atmosfer ve kontrollü atmosfer şartlarında 5 ay süreyle depolamışlardır. Çalışmada, 1-MCP’nin toplam flavonoid ve toplam antosiyanin miktarlarına bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte meyvelerin antioksidan aktivitesinin ve toplam fenol miktarının 1-MCP uygulanan meyvelerde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Fawbush ve ark. 2009).

Zhang ve ark. (2008) “Starking” elma çeşidinin depolama süresi boyunca 0,5 ppb dozunda 1-MCP’ nin toplam fenolik madde ve toplam flavanoid miktarlarının korunmasında 0,2 ppb dozunda 1-MCP’ den daha etkili olduğunu belirtmiştir.

2002 yılında yapılmış olan bir çalışmada “Cortland ve Empire” elma çeşitlerinde 0,6 $\mu\text{L L}^{-1}$ konsantrasyonunda 3 saat süreyle 1-MCP uygulaması yapılmış. 0-1°C sıcaklık koşullarında 4 ay süreyle muhafazası gerçekleştirilen ürünlerde muhafaza sonrası meyve kabuk yanıklığı probleminin önemli düzeyde azaldığı görülmüştür. Bunun yanında 1-MCP uygulaması yapılan ürünlerin uygulama yapılmayan ürünlere göre MES’de daha başarılı oldukları da belirlenmiştir (DeEil ve ark. 2002).

DeEll ve ark. (2005) yaptıkları çalışmada hasat sonrasında 1-MCP uygulaması ile muhafaza boyunca birçok kalite kriterinde gelişimler oluşabileceği saptanmıştır. Örneğin, 1-MCP uygulaması yapılan ürünler hasattaki olgunluklarına, muhafaza koşullarına ve hasat ile uygulama arasındaki zamana göre, uygulama yapılmayan elmalardan 1-5 libre daha yüksek sertlik gösterdiği belirlenmiştir. Yine “Cortland”da yüzeysel yanıklık oranı uygulama yapılmayan ürünlerde %100 iken, uygulama yapılan ürünlerde %10'lara kadar gerilemiştir. 1-MCP uygulanmayan Delicious elmaları (%2,5 O₂ + %2,5 CO₂) standart kontrollü atmosferde 0°C sıcaklıkta 240 gün muhafaza edildiğinde %93 yüzeysel yanıklık oluştuğu gözlemlenirken, uygulama yapılan ürünlerde bu oran %4 olmuştur. 0-1°C koşullarında 180 gün boyunca depolanan “Crispin” elma çeşidinde 1-MCP ile olgunlaşma oranının düştüğü görülmüştür. Yine “Janagold” elma çeşidinde kabuk yanığı gelişiminin azaldığı belirlenmiş ve “McInstosh” ve “Delicious” elmalarında muhafaza süresi boyunca yüksek antioksidan seviyesinin korunduğu belirlenmiştir.

“Delicious” elma çeşidine hasat sonrası 1-MCP uygulamasının meyve etilen üretimi, içsel etilen konsantrasyonu, MES, TEA oranı ve SÇKM miktarı üzerindeki etkileri 0°C muhafazası süresince incelenmiştir. Sonuç olarak 300 ppb oranında 1-MCP uygulamasının etilen üretimini önemli derece azalttığı, etilen artışını engellediği ve MES ile TEA miktarındaki azalmalar geciktirilmiştir. Bunun yanında SÇKM de uygulama ile herhangi bir değişiklik saptanmamıştır (Dongfang ve ark. 2003).

Yapılan bir diğer çalışmada “Gala, Delicious, Spigold ve Ginger Gold” elma çeşitleri, 1-MCP uygulaması yapıldıktan sonra 0°C de çeşitlere göre farklı süreler depolanmıştır. MES ve içsel etilen konsantrasyonu belirlenmiştir. MES’ in korunduğu ve içsel etilenin azaldığı görülmüştür. “Delicious” çeşidinde 1-MCP’ nin depolama süresi ve sonrasında ağırlığı azalttığı belirlenmiştir (Weis ve Bramlage 2002).

“Fuji Kiku” elma çeşidinde 1-MCP uygulamasının kalite özellikleri üzerindeki etkisi belirlenmek üzere meyvelere 2 farklı dozda 1-MCP uygulanmış ve meyvelerin bir kısmı 0°C, bir kısmı da 2°C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında muhafazaya alınarak 60, 120 ve 180 gün süre periyotlarında örnekler alınmıştır. Her periyot sonrasında ürünler 7 gün süreyle 18-22°C sıcaklıkta raf ömrüne alınmıştır. Meyvelerde, MES, SÇKM, TEA, meyve eti parlaklığı, etilen üretimi miktarı, meyve suyu pH değeri, toplam fenolik madde miktarı, meyve eti kararması, fungal etmenli çürüme oranı ve meyve tat değerlendirmesi gibi kalite kriterleri belirlenmiştir. 1-MCP uygulaması her iki muhafaza sıcaklığında da meyve kalite kriterleri üzerinde olumlu ve başarılı sonuçlar oluşturmuştur. Bunun yanında yüksek

muhafaza derecesinde kalite kaybı olmadığı gözlemlenmiş olup, bu bakımdan da 1-MCP' nin ülke ekonomisinde de olumlu sonuçlar oluşturacağı gözlemlenmiştir (Aydın 2013).

2000 yılında yapılmış olan bir çalışmada 1-MCP'nin farklı hasat zamanına sahip çeşitlerde inceleme yapılmış ve erken hasat edilen ürünlerde 1-MCP'nin olumlu etkisi daha az görülürken, özellikle geç hasat edilen ürünlerde kalite kriterleri incelemesi sonucunda 1-MCP'nin daha etkili olduğu belirlenmiştir (Mattheis ve ark. 2000).

4 farklı elma çeşidinde farklı dozlarda 1-MCP uygulaması ile NA ve KA (kontrollü atmosfer) koşullarında muhafaza sonrası kalite özellikleri incelenmiştir. Buna göre her çeşit için olgunluğun geciktirildiği veya önlendiği ve kalitenin korunduğu ancak etkili dozun çeşide göre değiştiği belirlenmiştir. "Law Rome" çeşidinde 1-MCP yüzeysel yanıklığın görülmesini ve şiddetini azalttığı bildirilmiştir. Muhafaza sonrası 20°C'de 1 ve 7 gün raf ömrü değerleri alınmış ve buna göre 1-MCP'nin etkisi KA'de NA'e göre tüm çeşitlerde daha etkili olduğu kalite özelliklerinde yapılan ölçümlere göre belirlenmiştir. 1-MCP "McIntosh" ve "LawRome" çeşitlerinde içsel etilen konsantrasyonu ve MES muhafaza edilmiş, "Delicious" ve "Empire" çeşitlerinde olgunlaşma 1-MCP uygulama konsantrasyonuna göre önlenmiştir. 1-MCP muhafaza süresince NA koşullarında yüzeysel yanıklık oranını, α -fernesene ve bileşik birikimini azaltmıştır. Sonuç olarak 1-MCP uygulamasında etkinin genel olarak çeşide ve muhafaza koşullarına göre değişiklik gösterdiği belirlenmiştir (Watkins ve Whitaker 2000).

Yapılan çalışmada "Fuji" ve "Braeburn" elma çeşidinde 1-MCP uygulamasının NA ve KA'de 180 gün süre ile -0,5°C'de muhafaza sonrasında çeşitlerin kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Ürünlerin kalite özellikleri hasatta ve 180 gün sonrasında 7 gün raf ömrüne tabi tutulduktan sonra belirlenmiştir. Buna göre 1-MCP'nin NA ve KA muhafazasında meyvelerde etilen üretimini azalttığı gibi asitliği koruduğu görülmüştür. 1-MCP uygulanmış ve NA de muhafaza edilmiş ürünlerde, KA de depolanmış ancak 1-MCP uygulanmamış ürünlere göre içsel etilen miktarı daha az, MES ve TEA oranı daha yüksek olarak belirlenmiştir. Yine 1-MCP ile içsel kahverengileşmeye hassasiyet gösteren ürünlerde hasattan sonraki dönemin uzatılabileceği belirlenmiştir. Sonuç olarak 1-MCP'nin "Fuji" ve "Braeburn" elma çeşitlerinde muhafaza sonrası MES, asitliğin korunmasında ve etilen üretiminin azaltılmasında KA depolaması kadar ya da daha etkili olduğu gözlemlenmiş ve içsel kahverengileşmenin azalmasında etkili olduğu belirlenmiştir (Argenta ve ark. 2001).

8 farklı elma çeşidinde 1-MCP uygulamasının etkileri incelenmiş ve hasadın ileri aşamalarında, KA şartlarında depolama amacıyla ayrıca hasat yapılmıştır. Bütün ürünlerde KA ve 1-MCP uygulamalarından MES bakımından iyi sonuçlar alınmıştır. Bununla beraber

1-MCP'nin bir başka olumlu etkisi de yüzeysel yanıklık oranının azalması, meyve asitliğinin daha iyi korunması ve içsel etilen üretimini azaltmasıdır. Bazı çeşitlerde ise içsel kahverengileşmede artışlar olduğu da inceleme sonrasında belirlenmiştir (Reed 2001).

1-MCP uygulaması meyve kalitesinin korunmasının yanında meyvede dış görünüme dair bozulmaları da geciktirebilir ya da önleyebilir. "Gala" ve "Delicious" elma çeşitlerinde kırmızı rengin parlaklığının korunmasında da faydalı olmuştur. "Granny Smith" için istenilen ancak "Golden Delicious" için istenmeyen bir durum olan meyve kabuğunda klorofil ve yeşil aksamın korunmasını da sağlar. Etkinin en iyi olması hasat ile uygulama arasındaki zamanının en kısa sürede gerçekleşmesiyle mümkündür. Buna örnek olarak "Granny Smith" elmasında hasattan sonraki gün uygulama ile 180 gün NA' de depolama yapıldığında yüzeysel yanıklık gerçekleşmemiş, hasattan 2 hafta sonra uygulama yapıldığında ve 180 gün muhafaza edildiğinde %10, hasattan 4 hafta sonra uygulandığında ve yine 180 gün depolandığında %100 yüzeysel yanıklık gerçekleşmiştir. En uygun sonuçlar, hasattan hemen sonra uygulama yapılması ve KA şartlarında muhafaza ile alınacaktır. Muhafaza süresi uzadığında sonuç, yalnız 1-MCP ve yalnız KA muhafazasına göre birlikte uygulamanın daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir (Mattheis ve ark. 2001).

Sakaldaş ve Kaynaş (2011), "Pink Lady" elma çeşidinde 1-MCP'nin depolama süresince toplam fenolik bileşik miktarındaki değişimi üzerine etkisini incelemişlerdir. Uygulama sonucunda en yüksek değerlerin 625 ppb dozunda 1-MCP uygulamasına tabi tutulan meyvelerde görüldüğünü ve 1250 ppb dozunda 1-MCP uygulamalarının bu parametredeki artışı daha düşük seviyede tuttuğunu belirlemişlerdir.

Çalışmada 1-MCP üç farklı dozda "Jonagold" elma çeşidine uygulanmış ve normal koşullar altında bekletilerek kalite özellikleri bakımından ölçümler yapılmıştır. İncelemede 1-MCP solunumu ve yaşlanmayı uygulama yapılmayan ürünlere göre engellemiş, meyve asit kaybı oranını düşürmüştür, MES uygulama yapılmayan ürünlere göre daha uzun süre muhafaza etmiş, meyve kabuğu klorofil oranını daha iyi muhafaza ederek çekirdek evi sulanmasını da yine uygulama yapılmayan ürünlere göre daha azaltmıştır (Sun ve ark. 2003).

2001 yılında 1-MCP nin "Redchief" elma çeşidinde birden fazla uygulanmasının meyve kalite kriterleri bakımından etkileri incelenmiş ve bu çeşide birden fazla 1-MCP uygulamasının kalite özellikleri bakımından olumlu sonuçlar oluşturduğu belirlenmiştir (Mir ve ark. 2001).

Meyvelerde aroma gelişimi etilen ile bağlantılı bir değişkendir. Bu durum göz önüne alındığında "Anna" elma çeşidinde yapılan bir çalışmada, hasattan hemen sonra meyveler fazla miktarda aromatik kokuya sahip olduğunda 1-MCP uygulaması yapılmış ve olgunlaşma

ile birlikte aromatik koku azalmıştır. Kontrol gruplarında ise hasat göz önüne alındığında, olgunlaşma ile birlikte aromatik koku artışı daha fazla gelişim göstermiştir (Lurie ve ark. 2002).

“Fuji” elma çeşidinde yapılan bir incelemede 1-MCP uygulaması ile çekirdek kızarması arasındaki ilişki, kontrol grubu ürünlerine göre uygulama yapılan ürünlerde daha az olarak belirlenmiştir. Bunun yanında özellikle yüksek sıcaklıklarda 1-MCP, meyvelerdeki çürümeyi engelleyememiş ancak kontrol gruplarına kıyasla daha az olacak şekilde etki göstermiştir (Fan ve ark. 1999).

Ülkemizde yeni üretilmeye başlanan “Fuji Zhen Aztec” elma çeşidinde 1-MCP uygulamasının bir başka formu olan “Protabs” uygulaması ile depolama boyunca kalite kriterleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla Çanakkale Kepez yöresinde hasat edilen ürünlerde 312,5 ppb, 625 ppb ve 1250 ppb dozlarında uygulama yapılarak 0°C ve 1°C arası sıcaklıkta, %90-95 oransal nem şartlarında 60-120 ve 180 gün dilimlerinde muhafaza edilmiştir. Ürünler her muhafaza süresi sonunda 7 gün ve 20-22°C koşullarında raf ömrüne bırakılmış ve kalite kriterlerindeki değişim ölçülmüştür. MES, SÇKM, malik asit toplamı, toplam fenolik bileşik miktarı ve etilen üretimi miktarı ölçülerek muhafaza süresinin uzamasıyla tüm kalite kriterlerinin olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bununla beraber 625 ve 1250 ppb dozu uygulaması ile bu kalite kriterlerindeki kayıpların daha az olduğu belirlenmiştir (Kaynaş ve ark. 2012).

Çanakkale yöresinde yapılan bir çalışmada depo yanıklığına hassasiyeti olan “Granny Smith” elma çeşidinde 1-MCP uygulaması ile hasat sonrası depo yanıklığında etkili olan α -fernasen miktarı ile, depo yanıklığı miktarı ve şiddeti ile etilen miktarı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla 312,5 ppb, 625 ppb ve 1250 ppb dozlarında 1-MCP uygulaması yapılarak 0,5°C ile 1,5°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 6 ay depolanmıştır. Sonuç olarak, 625 ve 1250 ppb dozlarında 1-MCP uygulaması yapılan ürünlerin depo yanıklığı oran ve şiddetinde azalma meydana geldiği, ayrıca α -fernasen oksidasyonunun engellenmesinde en olumlu sonuçların alındığı belirlenmiştir. 625 ve 1250 ppb dozundaki uygulamaların etilen üretimini azalttığı ve olumlu etkilerde buldukları gözlemlenmiştir (Ekinci ve ark. 2012).

Ankara koşullarında, ticari hasat döneminde hasat edildikten sonra oda sıcaklığında 24 saat süreyle 625 ppb ve 1250 ppb dozlarında 1-MCP uygulaması yapıldıktan sonra 0°C ve %85-90 oransal nem koşullarında 5 ay süreyle depolaması yapılan “Cooper 900” ve “Gloster” elma çeşitlerinde, kalite parametreleri değişimleri aylık olarak ölçülmüştür. Çalışma sonunda, 625 ppb uygulamasının her iki çeşitte de MES korunması ve yüzeysel yanıklık oranı ve şiddetinin azalması bakımından olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Genel olarak tüm 1-MCP uygulamaları, etilen üretimi ve ağırlık kaybının azaltılması, TEA kaybını yavaşlatması ve meyve kabuk rengi, tat ve görünümün korunumunda etkili olmuştur. Bu bulgular ışığında özellikle 625 ppb 1-MCP uygulamasının Ankara koşullarında yetiştirilen ‘‘Cooper 900’’ ve ‘‘Gloster’’ çeşitleri meyvelerinin daha uzun süre muhafaza edilebilmesi amacıyla pratikte kullanılabilceğini söylemek olasıdır (Özüpek ve ark. 2012).

Yapılan bir başka çalışmada, ‘‘Golden Delicious’’ elma çeşidinde hasat sonrası ürünler depoya alınmadan önce 0°C ve %90 oransal nem koşullarında 24 saat süreyle 500 ppb 1-MCP uygulaması yapılmış ve meyveler aynı koşullarda 4 ay depolanmıştır. Her ayın sonunda raf ömrü için alınan meyve örneklerinde ağırlık kaybı, SÇKM, TEA, MES, meyve kabuk rengi ve solunum gibi fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Sonuç olarak 1-MCP uygulanan ürünlerin MES ve TEA oranı, uygulama yapılmayanlara kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Diğer taraftan, uygulamanın SÇKM miktarı ve ağırlık kayıpları üzerinde belirgin bir etki göstermediği belirlenmiştir. Uygulamanın yapıldığı meyvelerde yeşil rengin daha belirgin korunduğu belirlenmiş ve solunum oranları daha düşük ölçülmüştür. Araştırma bulgularından elde edilen sonuca göre, 1-MCP ‘‘Golden Delicious’’ çeşidinde kalite kriterlerinin korunması bakımından oldukça olumlu bir uygulamadır (Yıldırım ve ark. 2012).

2.2. Aminoethoksivinilglisin Hidroklorid’in (AVG) ile İlgili Çalışmalar

Etilen inhibitörleri olgunlaşma sürecinde karşılaşılan etilen salımını geciktirir, meyve yumuşamasını yavaşlatır ve soğuk depolama döneminde meyve kalitesini korur (Greene 2006, Öztürk ve ark. 2014). Meyve ağaç üzerindeyken uygulanan etilen engelleyicilerin başında AVG gelmektedir (Jobling ve ark. 2003).

AVG uygulamaları ağaç üzerinde veya hasat sonrası daldırma yöntemi ile yapılabilmektedir. AVG' nin etkileri uygulama süresi, doz, hacim ve meyve türlerine göre değişiklik gösterir (Greene ve Schupp 2004). Son yıllarda yapılan birçok çalışmada, AVG'nin MES'in korunmasında etkili olduğu, nişasta parçalanmasını geciktirdiği ve hasat önu dökümün azaltılmasında da başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Jobling ve ark. 2003, Greene ve Schupp 2004, Greene 2006, Karaman ve ark. 2013, Küçüker ve ark. 2015).

Hasat sonrası AVG daldırma uygulaması, domates (Candir ve ark. 2017), elma (Fadhil ve Al-Bamarny 2010), armut (Tarabih 2014) ve kayısı meyvelerinde (Valdes ve ark. 2009) depolama veya raf ömrü boyunca etilen üretimini ve meyve yumuşama oranını düşürmüştür. Benzer şekilde, Andreotti ve ark. (2004), AVG ile 125 mg L⁻¹de hasat öncesi uygulamasının, ‘‘Abbe Fetel’’ armut çeşidinin olgunlaşmasını ve et yumuşamasını 5 ila 15 gün geciktirdiğini,

hasat sonrası AVG uygulamasının ise "Bartlett" armutlarında kısmen geciktirdiğini bulmuşlardır.

AVG uygulaması ile hasattan önce meyve olgunlaşmasının geciktirilmesi, MES 'in korunması konusunda farklı elma çeşitlerinde yapılan çalışmalar erkenci elma çeşitlerine göre geççi elma çeşitlerinde AVG'nin daha etkili olduğunu ortaya koymuştur (Autio ve Bramlage 1982).

AVG uygulamasının rüzgârsız ve yağışsız bir havada, ağaçta yaprak ve meyveyi yani tamamında ıslaklık meydana getirecek şekilde uygulanması gerektiği belirtilmektedir. Bunun yanında yayıcı yapıştırıcı ile uygulanmasının etkinliği arttırdığı belirtilmiştir (Greene 2006).

Tokat yöresinde yürütülen bir çalışmada "Jonagold" elma çeşidinde hasattan 2, 4 ve 8 hafta önce 5 farklı dozda AVG uygulaması yapılmıştır. Çalışma sonunda, hasat önu dökümünü engellemede başarılı sonuçlar vermesinin yanında, meyvenin etilen sentezini belirgin şekilde engellediği, meyvenin olgunluk dönemini erteleyerek MES ve nişastanın şekere dönüşüm oranını uzattığı belirlenmiştir. Bunun yanında meyvelerin daldan kopma direncinin de farklı uygulamalara göre daha başarılı olduğu da yapılan çalışmalarca belirlenmiştir (Öztürk 2012).

Chu (1998), "McIntosh", "Northern Spy", "Emperie", "Mutsu" ve "Idared" elma çeşitlerinde, AVG'nin nişastanın şekere dönüşümünü ve MES' de meydana gelen kaybı geciktirdiğini bildirmiştir.

Hasattan 7, 21 ve 30 gün önce 100, 125 ve 150 ppm dozlarında AVG uygulamasının "Jersey Mac" elma çeşidinde kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Buna göre uygulama ile hasat zamanında 6 gün gecikme sağlanmış, tüm uygulamaların hasat önu meyve dökümünü azalttığı belirlenmiştir. Özellikle hasattan 7 gün önce 150 ppm dozundaki uygulamada meyve dökümü engellemede daha başarılı sonuçlar alınmıştır. Tüm AVG uygulamalarında meyve boyutu üzerine olumlu sonuçlar elde edilmiş olup kontrol meyvelerine göre MES'i arttırdığı, etilen üretimini ve solunum hızını yavaşlattığı, olgunlaşmanın gecikmesi ile beraber kırmızı renk oluşumunun da geciktiği belirlenmiştir (Butar 2012).

Karakaya (2016), "Piraziz" elmasının soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince ağırlık kaybı, renk özellikleri, MES, SÇKM, TEA, nişasta parçalanması, C vitamini, toplam fenolik bileşikler, toplam antioksidan kapasitesi ve duyusal analizler üzerine hasat öncesi AVG ve hasat sonrası Aloe vera jel uygulamalarının etkisini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, AVG uygulanmış meyvelerde ağırlık kaybı ve meyve eti yumuşaması önemli derecede

geciktirilmiştir. MES, toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik içeriği ve C vitamini içeriği tüm uygulamalarda soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince azalmıştır.

Öztürk ve ark. (2017) hasat öncesi AVG uygulamalarının “Jonagold” elma çeşidinin $2\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ve $\%90\pm 5$ oransal nemde, 180 gün boyunca 60 günlük aralıklarla, soğukta muhafazası süresince ağırlık kaybı, MES, SÇKM içeriği, nişasta parçalanması ve TEA içeriği üzerine etkilerini araştırmıştır. AVG'nin 225 mg L^{-1} dozunu tahmini hasattan 8 ve 4 hafta önce tek uygulama olacak şekilde ağaçlara püskürtme şeklinde uygulanmıştır. AVG uygulamalarının ağırlık kaybını azaltmada, meyve eti yumuşaması ve nişasta parçalanma hızının geciktirilmesinde etkili olduğu bildirilmiştir.

Hasat önü meyve dökümündeki etkisini olgunluğu geciktirici etkisiyle elde ettiği belirlenen AVG'nin bu etkisi ile bazı meyve kalite parametrelerine de etkide bulunmaktadır. Hasattan önce uygulanan AVG'nin farklı elma çeşitleri üzerinde nişasta parçalanmasını ertelediği, MES'i daha uzun süre koruduğu ve meyvedeki renk gelişimini de azalttığı yapılan çalışmalarca belirtilmiştir (Greene ve Schupp 2004).

Avustralya ekolojisinde yapılan çalışmada “Gala” ve “Pink Lady” elma çeşitlerinde hasattan 3 ve 4 hafta önce AVG uygulamasıyla meyve kalite özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Buna göre “Gala” çeşidinde AVG' nin olgunlaşma, nişasta parçalanması ve renklenmeyi 9-12 gün geciktirdiği ve meyve yumuşamasını da 5 gün ertelediği belirlenmiştir. Bunun yanında “Pink Lady” elma çeşidinde ise uygulamanın olgunlaşmayı 5 gün, meyve yumuşamasını da 7 gün geciktirdiği belirlenmiştir (Phan-Thien ve ark. 2004).

Öztürk ve ark. (2018) “Piraziz” elma çeşidinde meyve kalite özelliklerini korumak için hasat sonrası AVG ve Aloe vera jel ($\%20$) kullanılmış ve 2°C ve $\%90\pm 5$ oransal nem koşullarında depolama ve 20°C 'de raf ömrü ile 60 gün süre ile deneme yapılmıştır. Depolama süresince AVG uygulaması ile ağırlık kaybındaki azalış önemli derecede geciktirilmiştir. Depolama ve raf ömrü süresince tüm uygulamalarda MES önemli derecede azalmıştır. TEA değerleri tüm uygulamalarda depolama ve raf ömrü süresince azalmıştır. Soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince, nişasta parçalanması tüm uygulamalarda meydana gelmiş ve AVG uygulaması nişasta parçalanmasını geciktirmiştir. Sonuç olarak, AVG'nin meyve kalitesini daha uzun süre muhafaza etmek için kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Brezilya koşullarında yapılan bir çalışmada “Gala” elma çeşidinde AVG uygulaması yapılan ürünlerde meyve içi etilen konsantrasyonunun ve MES'in azaldığı, bunun yanında meyve renklenmesinin, meyve nişasta parçalanma oranının ve olgunlaşma zamanının geciktiği yapılan çalışma bulgularına göre belirlenmiştir (Argenta ve ark. 2001).

2004 yılında yapılan bir çalışmada hasattan 2 ve 4 hafta önce 125 mg/L dozda AVG uygulamasıyla “Redchief Delicious” elma çeşidinde iç etilen oranı, antosiyanin içeriği, karbonhidratlar, organik asitler ve meyve kabuğu rengindeki değişim incelenmiştir. Buna göre hasattan 2 hafta önce AVG uygulamasının etilen üretiminin, kontrol ürünü etilen üretimine kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında AVG uygulaması yapılan ürünlerde nişasta parçalanması ve amilaz aktivitesinin azaldığı, diğer parametrelerde kontrol ürünleriyle değişiklik göstermediği belirlenmiştir (Silverman ve ark. 2004).

“Ak Sakı” elma çeşidinin depolama performansı üzerine hasat öncesi dönemde farklı dozlarda uygulanan AVG (150, 225 ve 300 mg L⁻¹) ve naftalen asetik asit (NAA, 20 mg L⁻¹) uygulamalarının etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, AVG uygulamaları nişasta parçalanmasını geciktirmiştir. Depolama süresince en düşük ağırlık kaybı 300 mg L⁻¹ AVG uygulaması yapılan meyvelerde elde edilmiştir. Depolama süresince MES en iyi şekilde 225 ve 300 mg L⁻¹ AVG uygulamaları yapılan meyvelerde korunduğu ve SÇKM miktarı kontrol meyvelerinde en yüksek, 300 mg L⁻¹ AVG uygulaması yapılan meyvelerde ise en düşük bulunmuştur. Tüm analiz dönemlerinde en yüksek TEA, 225 ve 300 mg L⁻¹ AVG uygulanmış meyvelerden elde edilmiştir (Öztürk ve ark. 2013).

Öztürk ve ark. (2015) hasat öncesi uygulanan naftalen asetik asit (NAA) ve AVG uygulamalarının, Braeburn elmasının meyve kalitesi ve hasat önü dökümü üzerine etkilerini incelemiştir. Deneme ağaçları, tahmini hasattan 4 hafta önce 20 mg L⁻¹ NAA ve 150, 225 ve 300 mg L⁻¹ olmak üzere 3 farklı miktarda AVG konsantrasyonu ile muamele edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre AVG uygulamaları MES’in korunmasında daha etkili olmuştur. AVG uygulamaları nişasta parçalanmasını önemli derecede geciktirmiş ve SÇKM miktarını azaltmıştır.

Yapılan bir çalışmada “McIntosh” elma çeşidinde AVG ve 1-MCP uygulamalarının depolama sonrasında meyve kalite özellikleri incelenmiştir. Buna göre; AVG ve 1-MCP birlikte uygulanmış elmaların MES bakımından en başarılı meyveler olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında yine bu kombinasyona dâhil ürünlerde kontrole benzer ve kısmen daha az meyve iç kararması görüldüğü bildirilmiştir (Robinson ve ark. 2006).

WookJae ve ark. (2006), “Tsugaru” elmaları ile yaptıkları çalışmada, hasattan önce 75 ve 125 mg L⁻¹ dozlarında AVG uygulaması yapılmıştır. Buna göre uygulama yapılan ürünlerde hasadın 2 hafta geciktiği ve bu meyvelerde MES’in daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kontrol ürünlerine göre uygulama ile meyve rengi indeksi ve etilen üretimi azalmış, asitlik miktarının ise yükselmiş olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında 125 mg L⁻¹

AVG uygulaması ile hasat önu dökümü olmadan hasadın 10 gün geciktirildiği de yapılan çalışma ile ortaya koyulmuş sonuçlardandır.

2002-2004 yıllarında “Scarletspur Delicious” ve “Gala” elma çeşitlerinde yapılan bir çalışmada, hasat ve muhafaza sonrası dönemde NA ve KA koşullarında AVG, etefon, ve 1-MCP ürünlerinin kalite parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Buna göre; AVG, “Gala” çeşidinde nişasta parçalanmasını ve etilen üretimini azaltmış, MES korumuş ve meyvelerde çatlamayı azaltmıştır. Bunun yanında meyve ve meyve suyundaki duyuşal uygunluğun azalmış olduğu belirlenmiştir. Etefonun meyve üzerine etkileri olumsuz yönde olurken, AVG ve Etefon uygulamasının birlikte uygulandığı ürünlerde nişasta parçalanması, etilen üretimi ve meyve çatlamasının azaldığı, MES’in de korunduğu belirlenmiştir. Bu birliktelik ile meyvede duyuşal uygunluğa olmasa da meyve suyundaki duyuşal önceliğini azalttığını belirlemişlerdir (Drake ve ark. 2006).

Petri ve ark. (2007) “Imperial Gala” çeşidinde hasattan önce 4 farklı dozda AVG, 4 farklı dönemde uygulanmış ve 2 yıl denemeler yapılmıştır. Buna göre; uygulama yapılan ürünlerde nişasta parçalanma oranı azalmış, MES artmış, SÇKM artmış ve renklenme kontrol ürünlerine göre daha az olmuştur. AVG uygulamasıyla hasat 7-16 gün geciktirilmiş ve meyve dökümü 30 gün civarında geriletmiştir. Hasat zamanına en yakın uygulama (7 gün) ile AVG’nin daha etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

“Golden Delicious” elma çeşidinde AVG ve 1-MCP uygulamalarının ve bu uygulamaların KA şartlarında muhafazası ile meyve kalite parametreleri üzerinde inceleme yapılmıştır. Buna göre; Hasat tarihinden tahmini 4 hafta önce 125 ppm dozunda AVG uygulanmış ürünlere hasat sonrası 625 ppm dozunda 1-MCP uygulaması yapılmıştır. 3 farklı zamanda hasadı yapılan ürünlerde AVG uygulamasının hasat tarihini 7 güne kadar geciktirmesi ve KA şartlarındaki muhafazada olgunluğu kontrol ürünlerine göre geciktirdiği belirlenmiştir (Lafer 2006).

AVG uygulaması elma dışında başka meyvelerde de çalışılmıştır. Özellikle şeftali meyvesinde yapılan AVG uygulaması çalışmalarında çok olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bazı araştırmacılar, şeftali meyvelerine hem seyreltme yapılarak hem de yapılmadan uygulanan AVG’nin meyve kalitesine etkisinin oldukça önemli olduğunu vurgulamışlardır. AVG dünyada %15 etken madde içerikli olarak “ReTain” ticari ismiyle, 2001 yılında Avusturya’da elma, şeftali ve nektarinde tescillenmiş, insan ve çevreye zararsız organik ticari bir ürün olarak satılmaktadır (Rath ve Prentice 2004).

Kim ve ark. (2004), yaptıkları çalışmada AVG’nin değişik konsantrasyonlarını (100, 150, 200 mg L⁻¹) tahmini hasattan 3 ve 4 hafta önce şeftali ağaçlarının meyvelerine ve

yapraklarına uygulamışlardır. AVG uygulamasına tabi tutulmuş meyveler kontrol meyvelerine göre iriliklerinin arttığını, sertlik ve asit miktarının azaldığını ve SÇKM miktarlarında ise bir artışın olduğunu bildirmişlerdir. Ortaya çıkan bu sonucun, AVG'nin solunum hızı ve etileni baskı altına aldığını ve kontrole oranla daha geç olgunluk sağladığını ortaya koymuşlardır.

Çetinbaş ve ark. (2012), "0900-Ziraat" kiraz çeşidinin kalite özellikleri üzerine 50, 100, 150 mg L⁻¹ AVG dozlarının etkisini belirlemek amacıyla tahmini hasattan 25 gün önce uygulamalar yapılmıştır. Hasat edilen meyvelerde, meyve eni, boyu, ağırlığı, çekirdek ağırlığı, meyve sap uzunluğu, SÇKM, TEA değeri, pH değeri, MES ve meyvedeki renk değerleri belirlenmiştir. Çalışmada, AVG uygulamalarının önemli kalite parametreleri olan meyve çapı, ağırlığı, MES ve meyve rengi üzerine olumlu etkileri belirlenmiştir. 50 mg L⁻¹ dozu ise, hem kalite hem de hasat zamanını geciktirme bakımından en iyi uygulama olmuştur.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Bu çalışma 2015-2016 yılları arasında Adasta Tarımsal Ürünleri Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş. bahçesinden normal ticari olgunluk aşamasında hasat edilen ‘‘Red Delicious’’ ve ‘‘Fuji’’ elmaları, yine aynı firma soğuk hava deposunda depolanmış ve Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Laboratuvarına getirilerek meyve kalite kriterleri üzerinde analizler yapılmıştır.

3.1.1. Materyalin alındığı üretim alanı özellikleri

Meyve materyallerinin alındığı arazi Adasta Tarımsal Ürünleri Gıda San. ve Tic. A.Ş.’ye ait, Tekirdağ merkeze 18 km. uzaklıkta 41.068° kuzey enlem, 27.537° doğu boylam koordinatlarında, 115 metre rakıma sahip Tekirdağ Banarlı mahallesinde 330 da alana kurulmuştur. Elma üretimi için 2008 yılında tam bodur olarak ‘‘Gala’’ (12.300 adet), ‘‘Red Delicious’’ (16.000 adet), ‘‘Granny Smith’’ (35.000 adet), ‘‘Fuji’’ (16.000 adet) ve ‘‘Rosy’’ Glow (17.000 adet) çeşitleri kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. Adasta Tarım elma bahçesinin görüntüsü

3.1.2. Denemede kullanılan elma çeşidinin özelliği

Fuji: Muhafazaya uygun özellikte olup toplama ve taşıma işlemlerine dayanıklıdır. Orta-iri boyda ve değişmeyen uzunlamasına konik gövde şeklinedirler. Meyve eti krem beyazı olup, daha ziyade sert yapıdadır. Çok sulu değildir, hafif mayhoş, aromatik ve şekerli gibi tadı vardır. Erkenci bölgelerde ekimin birinci ve ikinci on günlük döneminde, yüksek bölgelerde ise ikinci ve üçüncü on günlük döneminde hasat edilmektedir.

Red Delicious: Meyveleri orta-iri boyda, koyu kırmızı renktedir. Meyve eti sert ve gevrek, tatlıdır, ekşiliği az ve lezzetlidir. Eylül ayının ikinci yarısında hasat edilir.

3.1.3. Denemede kullanılan soğuk hava deposunun özelliği

Deneme Adasta Tarımsal Ürünleri Gıda San. ve Tic. A.Ş.'ye ait, Marmaraeğlisi/Y.Çiftlik/Tekirdağ' da bulunan, 1600 ton kapasiteli, normal atmosferli soğuk hava deposunda, diğer aynı tür ürünler ile birlikte, kademeli soğutma uygulanarak $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ve %90-95 oransal nem kontrolünde depolanmıştır.



Şekil 3.2. Adasta Tarım Soğuk Hava Deposu

3.2. Metod

3.2.1. Uygulamalar ve denemenin kurulması

Kontrol: Kontrol ürünleri herhangi bir işlem yapılmaksızın, hasadı yapılarak depoya alınmıştır.



Şekil 3.3. Elmaların depolama öncesi durumu

Hasat öncesi (HÖ) AVG (ReTain) uygulaması: “Fuji” ve “Red Delicious” elmalarında; hasat öncesi ağaçlara 200 ppm dozunda AVG sırt pompası yardımıyla hasattan yaklaşık 3 hafta önce her bir çeşitte 15 ağaca (3 tekerrürlü, her tekerrürde 5 ağaç) olmak üzere uygulanmış, hasadı yapıldıktan sonra kontrol grubu ile depolamaya alınmıştır.



Şekil 3.4. Bahçede hasat öncesi AVG uygulaması

Hasat sonrası (HS) AVG uygulaması: “Fuji” ve “Red Delicious” elmalarında; hasadı yapıldıktan sonra 200 ppm dozunda AVG solüsyonuna 3 dakika süreyle daldırmak suretiyle uygulama yapılmış ve fan desteği ile kurutarak depolamaya alınmıştır.



Şekil 3.5. Hasat sonrası AVG uygulaması

1-MCP (smartfresh) uygulaması: Hasatı yapılan “Fuji” ve “Red Delicious” elmalarına 625 ppb.(ticari doz) dozunda 1-MCP uygulaması, kademeli soğutma başlangıcında +4°C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 24 saat süreyle uygulanmış ve ardından havalandırma yapılarak depolamaya alınmıştır.



Şekil 3.6. 1- MCP uygulaması

Hasat öncesi AVG + 1- MCP uygulaması: Hasattan 3 hafta önce ağaç üzerinde 200 ppm dozunda AVG uygulaması yapılan ağaçlardan toplanan ‘‘Fuji’’ ve ‘‘Red Delicious’’ elmaları, hasat sonrasında 24 saat süre ile 1-MCP uygulaması sonrasında depolamaya alınmıştır.



Şekil 3.7. Muhafaza yapılan depodan bir görünüm

Hasat sonrası AVG + 1-MCP uygulaması: hasat sonrasında 200 ppm dozunda AVG uygulaması yapılan ‘‘Fuji’’ ve ‘‘Red Delicious’’ elmaları kurutma işleminden sonra 24 saat süre ile 1-MCP uygulamasına tabi tutulmuştur.

Uygulamalar yapıldıktan sonra ön soğutma sonrasında tüm ürünler $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %90-95 oransal nemli soğuk hava deposunda 5 ay süre ile muhafaza altına alınmış ve her 30 günde bir analizleri yapılmıştır.

Her uygulama tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde ve her tekerrürde 5 kg elma olacak şekilde 360 kg ürün üzerinden yürütülerek fiziksel ve kimyasal analizleri saptanmıştır.

3.3. Fiziksel ve kimyasal analizler

3.3.1. Ağırlık kaybı (%)

Meyvelerde meydana gelen ağırlık kaybı, ‘‘Radvag’’ marka 0,01 g duyarlılıktaki hassas terazi ile her ay yapılan tartımlar sonucu başlangıç meyve ağırlık değerlerine göre aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır.

$$AK = (A - B) \times 100 / A$$

AK: Ağırlık kaybı (%)

A: Başlangıç meyve ağırlığı (g)

B: Analiz dönemindeki meyve ağırlığı (g)



Şekil 3.8. Ağırlık ölçümlerinden bir görünüm

3.3.2. Titre edilebilir asit tayini (%)

Titre edilebilir asit miktarı SÇKM’ nin ölçüldüğü meyve suyundan 5 ml alınarak bir pH metre yardımıyla pH 8,1’e gelinceye kadar 0,1 N NaOH titre edilerek belirlenmiş ve hakim asit olan malik asit cinsinden % olarak ifade edilmiştir (Karaçalı 2006).



Şekil 3.9. Titre edilebilir asit miktarı analizi

3.3.3. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (%)

SÇKM ‘‘Milaukee’’ marka MA871 dijital refraktometre kullanılarak doğrudan (%) değer olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.10. Suda çözünebilir kuru madde miktarı analizi

3.3.4. Nişasta İndeksi

Yöntemin esası, kesilen meyve yüzeylerindeki beyaz renkli nişasta moleküllerinin iyotla bağlanması sonucu renklerinin siyaha dönüşümüne dayanmaktadır. 1 g süblime iyot ve 4 g potasyum iyodürün damıtık su içinde çözülüp 1 litreye tamamlanmasıyla elde edilen % 1’lik iyotlu potasyum iyodür çözeltisine meyvelerin kesilen yüzeylerine spreyle olarak sıkılarak 10-15 saniye beklendikten sonra değerlendirmeye geçilmiştir. Yöntemin değerlendirilmesinde Streif (1984) tarafından geliştirilen bir skala kullanılmıştır. Bu skalada nişasta parçalanması arttıkça verilen numara değeri de 1’den 10’a kadar yükselmektedir.

3.3.5. Meyve Eti Sertliği (N)

MES değerleri, ‘‘Effegi’’ marka penetrometre ile 11,1 mm çapında silindirik uç kullanılarak, her meyvenin ekvatorial bölgesinin iki farklı yerinden ölçülerek Newton cinsinden ifade edilmiştir.

3.3.6. Kabukta toplam antosiyanin miktarı (mg 100 g⁻¹)

Elma kabuğundaki toplam antosiyanin miktarı ekstraksiyon (Hitachi U-500) kullanılarak (Giusti ve Wrolstad 2001) pH diferansiyel metoduna göre belirlenmiştir. Ekstraktlar pH 1 ve 4,5 tamponlarıyla hazırlanıp 520 ve 700 nm dalga boylarında spektrofotometrede absorpsanları ölçülmüştür. Toplam antosiyanin miktarı absorpsanlarından $[(\text{pH } 1 \text{ A}_{520} - \text{A}_{700}) - (\text{pH } 4,5 \text{ A}_{520} - \text{A}_{700})]$ mg 100 g⁻¹ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.11. Kimyasal analizlerden bir görünüm

3.3.7. Toplam Fenolik Bilesikler (mg GA 100g⁻¹)

Örneklerin depolama süresince toplam fenolik bileşikler içeriğindeki değişimler belirlenmesinde Slinkard ve Singleton (1977) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Örnekler çekirdekleri çıkarıldıktan sonra parçalayıcıdan geçirilmiş ve meyve püresinden 5 g meyve alınarak üzerine 25 ml %80 metanol ilave edilmiştir. Homojenat filtre kağıdıyla süzülükten sonra santrifüj edilmiştir. Metanol ekstraktının berrak kısmı alınıp toplam fenolik madde ölçümü için deney tüpüne 0,5 ml örnek, 2,5 ml %10'luk folin çözeltisi ve 2 ml NaHCO₃ solüsyonu ilave edilerek karıştırılmıştır. 50°C sıcaklıktaki su banyosunda 5 dakika, sonra soğuk suda 5 dakika bekletildikten sonra 765 nm'de spektrofotometrede gallik asit (GA) cinsinden okuma yapılmıştır. Örnekteki toplam fenolik bileşik miktarı mg GA 100g⁻¹ cinsinden ifade edilmiştir.

3.3.8. Toplam antioksidant miktarı (µmol g⁻¹)

Meyvelerde serbest radikal süpürme aktivitesi, 1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radikali kullanılarak tespit edilmiştir (Brand-Williams ve ark. 1995). Hazırlanan ekstraktardan 200 µl alınıp, üzerine 2800 µl 100Mm'luk DPPH çözeltisinden eklenmiştir. Daha sonra tüpler

oda sıcaklığında, karanlıkta 20 dakika bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin absorbanası 517 nm dalga boyunda kullanılan etanole karşı spektrofotometrede okunmuştur. Elde edilen absorbanans değerleri, Trolox standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak, $\mu\text{mol trolox eşdeğeri (TE) g}^{-1}$ taze meyve eti olarak ifade edilmiştir.

3.3.9. Solunum Hızı ($\text{ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$)

Meyvelerin solunum hızı kapalı atmosfer yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla 20°C 'lik ortamda 1 saat süresince kapalı kaplar içerisinde bekletilen meyvelerin dışarı verdikleri CO_2 miktarı dijital karbondioksit analizatörü (Systech Gaspacer) ile dijital olarak okunmuş, meyvelerin ağırlık ve hacim değerlerinden de yararlanarak solunum hızı $\text{ml CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır (Zhou ve ark. 2000).



Şekil 3.12. “Red Delicious” elmalarda solunum hızı ölçümü

3.3.10. Meyve Tat Değerlendirilmesi

5 kişiden oluşan tadım jürisi tarafından hasat sonrasında ve her depolama sonrasında tekerrür bazında puanlama yapılmıştır. Puanlamaya göre meyveler (1: çok kötü; 2: kötü; 3: yenilebilir; 4: iyi; 5: çok iyi) olarak değerlendirilmiştir.

3.3.11. Fungal Etmenli Çürüme (%)

Tekerrür bazında mantari veya bakteriyel etmenlerden ileri gelen çürümelere görüldüğü meyvelerin oranı tekerrür başına meyve sayısına oranlanmıştır.

İstatistiksel Analizler

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüş ve her tekerrürde 5 kg elma kullanılmıştır. Elde edilen veriler; “Minitab 15” istatistik paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutularak LSD çoklu karşılaştırma testiyle $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Ağırlık Kaybı

4.1.1. “Red Delicious” elma çeşidinde ağırlık kayıpları

“Red Delicious” çeşidi elmaları ağırlık kayıpları incelendiğinde; 5 aylık muhafaza süresince, ağırlık kayıplarının düzenli olarak arttığı belirlenmiştir. Araştırmada istatistiksel olarak ağırlık kaybı üzerine “uygulamalar”, “muhafaza süresi”, “uygulamalar x muhafaza süresi” interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Muhafazanın son ayındaki ağırlık kayıpları göz önüne alındığında; Kontrol meyvelerinde %2,69, hasat öncesi AVG uygulanan ürünlerde %3,07, HS AVG uygulanan ürünlerde %2,96, 1-MCP uygulanan ürünlerde %1,96, HÖ AVG ve 1-MCP uygulanan ürünlerde %2,49, HS AVG ve 1- MCP uygulanan ürünlerde % 1,7 ‘lik ağırlık kaybına uğradığı tespit edilmiştir. Depolama sonunda uygulama ortalama değerleri içerisinde en fazla ağırlık kaybı kontrol grubu ürünlerde %2,15 meydana gelirken, en az ağırlık kaybının ise HS AVG + 1- MCP uygulanan %1,07 ürünlerde meydana geldiği belirlenmiştir. Zaman ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer depolamanın 1. ayında %0,51 iken, en yüksek ortalama değer depolamanın 5. ayında %2,48 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.1. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca ağırlık kayıplarında meydana gelen değişimler (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)					Uygulama ort.
	1	2	3	4	5	
Kontrol	1,26 jkl	2,05 def	2,26 cde	2,49 bcd	2,69 abc	2,15 A
HÖ AVG	0,60 mn	1,16 kl	1,36 ijk	2,20 cde	3,07 a	1,68 B
HS AVG	0,35 mn	0,67 mn	1,25 jkl	1,84 efg	2,96 ab	1,41 C
1-MCP	0,27 n	0,52 mn	1,31 jkl	1,49 ghı	1,96 efg	1,11 C
HÖ AVG+1-MCP	0,30 n	0,82 lm	1,40 hij	1,88 efg	2,49 bcd	1,38 D
HS AVG+1-MCP	0,31 n	0,52 mn	1,26 jkl	1,58 fgh	1,70 fgh	1,07 D
Zaman ort.	0,51 E	0,96 D	1,47 C	1,91 B	2,48 A	

LSD_{%5} uygulama x zaman: 0,492, LSD_{%5} uygulama: 0,219, LSD_{%5} Zaman: 0,200

4.1.2. “Fuji” elma çeşidinde ağırlık kayıpları

Araştırmada “Fuji” çeşidinde istatistiksel olarak ağırlık kaybı üzerine “uygulamalar”, “muhafaza süresi”, “uygulamalar x muhafaza süresi” interaksyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Muhafazanın son ayındaki ağırlık kayıpları incelendiğinde; kontrol ürünlerinde %2,26, HÖ AVG uygulanan ürünlerde %2,05, HS AVG uygulanan ürünlerde %1,86, 1-MCP uygulanan ürünlerde %1,68, HÖ AVG ve 1-MCP uygulanan ürünlerde %1,42, HS AVG ve 1-MCP uygulanan ürünlerde %1,15’lik ağırlık kaybına uğradığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Depolama boyunca ağırlık kayıpları değişimleri genel olarak benzerlik göstermiştir. Depolama sonunda en fazla ağırlık kaybı kontrol grubu ürünlerde olurken, en az ağırlık kaybının ise HS AVG ve 1-MCP’nin birlikte uygulandığı ürünlerde olduğu tespit edilmiştir. Zaman ortalamaları dikkate alındığında, en düşük ortalama değer depolamanın 1. ayında %0,37 iken en yüksek ortalama değer depolamanın 5. ayında % 1,74 olarak ölçülmüştür. Yine uygulama ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer HS AVG + 1-MCP uygulamasında %0,68 olarak ölçülürken, en yüksek ortalama değer kontrol grubu meyvelerinde %1,24 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.2. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca ağırlık kayıplarında meydana gelen değişmeler (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)					Uygulama ort.
	1	2	3	4	5	
Kontrol	0,42 lmn	0,71 jkl	1,30 hij	1,79 bcd	2,26 a	1,24 A
HÖ AVG	0,40 lmn	0,74 jkl	1,04 hij	1,46 def	2,05 ab	1,14 AB
HS AVG	0,42 lmn	0,74 jkl	1,09 ghi	1,53 cde	1,86 bc	1,13 AB
1-MCP	0,37 mn	0,64 klm	1,11 ghi	1,36 efg	1,68 cde	1,03 B
HÖ AVG+1-MCP	0,38 mn	0,44 lmn	0,59 klm	0,89 ijk	1,42 efg	0,74 C
HS AVG+1-MCP	0,24 n	0,49 lmn	0,65 klm	0,88 ijk	1,15 fgh	0,68 C
Zaman ort.	0,37 E	0,63 D	0,92 C	1,31 B	1,74 A	

LSD_{%5} uygulama x zaman: 0,346, LSD_{%5} uygulama.: 0,155, LSD_{%5} Zaman: 0,141

4.2. Titre Edilebilir Asit Miktarı

4.2.1. “Red Delicious” elma çeşidinde titre edilebilir miktarı

AVG ve 1-MCP uygulaması yapılan “Red Delicious” elmalarında, muhafaza süresince meyve suyunun TEA değişimleri Çizelge 4.3. de belirtilmiştir. Araştırmada “Red Delicious” çeşidinde istatistiksel olarak TEA miktarı üzerine “uygulamalar”, “muhafaza süresi”, “uygulamalar x muhafaza süresi” interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genel olarak azalış söz konusu olsa da 5 aylık depolama sonunda en yüksek değer HÖ AVG + 1-MCP ve HÖ AVG uygulamalarında gözlemlenmiştir. Zaman ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer depolamanın 2. ayında %0,33 iken en yüksek ortalama değer depolamanın başlangıcında % 0,42 olarak ölçülmüştür. Yine uygulama ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer HS AVG uygulamasında %0,32 olarak ölçülürken, en yüksek ortalama değer HÖ AVG ve HÖ AVG + 1-MCP uygulamalarında %0,39 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.3. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca TEA oranında meydana gelen değişimler (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	0,33 hij	0,4 cde	0,3 j	0,33 hij	0,33 hij	0,33 hij	0,33 B
HÖ AVG	0,46 ab	0,36 fgh	0,36 fgh	0,38 efg	0,39 def	0,38 efg	0,39 A
HS AVG	0,45 abc	0,20 k	0,3 j	0,35 ghı	0,33 hij	0,33 hij	0,32 B
1-MCP	0,41 cde	0,36 fgh	0,32 ij	0,48 a	0,33 hij	0,36 fgh	0,38 A
HÖ AVG+1-MCP	0,44 abc	0,32 ij	0,39 def	0,42 bcd	0,4 cde	0,39 def	0,39 A
HS AVG+1-MCP	0,42 bcd	0,43 abc	0,33 hij	0,4 cde	0,4 cde	0,33 hij	0,38 A
Zaman ort.	0,42 A	0,35 C	0,33 D	0,39 B	0,36 C	0,35 C	

LSD_{%5} uygulama x zaman: 5,147, LSD_{%5} uygulama: 0,021, LSD_{%5} Zaman: 0,021

4.2.2. “Fuji” elma çeşidinde titre edilebilir asit miktarı

“Fuji” elmalarında, muhafaza süresince meyve suyunun TEA değişimleri Çizelge 4.4. de belirtilmiştir. Araştırmada “Fuji” çeşidinde istatistiksel olarak meyve suyu TEA miktarı üzerine “uygulamalar x muhafaza süresi” interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunmazken, “uygulamalar” ve “muhafaza süresi” ’nin meyve suyu TEA miktarı üzerine

etkileri %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genel olarak, azalış söz konusu olsa da 5 aylık depolama sonunda değerlerin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Uygulama ortalama değerleri içerisinde en yüksek TEA değeri %0,45 ile HÖ AVG + 1-MCP uygulanmış meyvelerde görülürken, en düşük TEA değeri ise %0,34 ile kontrol grubunda gözlemlenmiştir. Zaman ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer depolamanın 5. ayında %0,33 iken en yüksek ortalama değer depolamanın başlangıcında % 0,48 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.4. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘Fuji’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca TAE oranında meydana gelen değişimler (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	0,41	0,38	0,36	0,32	0,31	0,29	0,34 D
HÖ AVG	0,52	0,45	0,42	0,4	0,34	0,32	0,41 B
HS AVG	0,47	0,43	0,4	0,38	0,35	0,33	0,39 C
1-MCP	0,45	0,44	0,4	0,39	0,35	0,33	0,39 C
HÖ AVG+1-MCP	0,52	0,49	0,46	0,43	0,4	0,38	0,45 A
HS AVG+1-MCP	0,51	0,46	0,43	0,4	0,37	0,34	0,42 B
Zaman ort.	0,48 A	0,44 B	0,41 C	0,39 D	0,35 E	0,33 F	

LSD_{%5} uygulama x zaman: ö.değil, LSD_{%5} uygulama: ö.değil, LSD_{%5} Zaman: 0,021

4.3. Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı

4.3.1. “Red Delicious” elma çeşidinde suda çözünür kuru madde miktarı

“Red Delicious” elmalarında, 1-MCP ve AVG uygulamalarının 5 aylık depolama sonrası SÇKM miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.5. de gösterilmiştir. Araştırmada “Red Delicious” çeşidinde istatistiksel olarak SÇKM üzerine “uygulamalar” ve “muhafaza süresi” nin etkileri %5 düzeyinde önemli bulunurken, “uygulamalar x muhafaza süresi” interaksyonu %5 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Genel olarak tüm uygulamalarda hasat değerine göre, muhafaza süresi sonunda artışlar meydana gelmiştir. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer HÖ AVG + 1-MCP uygulamasında %13,12 olarak ölçülürken, en yüksek ortalama değer kontrol grubu meyvelerinde %14,24 olarak ölçülmüştür. Zaman ortalamaları dikkate alındığında ise en düşük ortalama değer

depolamanın başlangıcında %12,47 olarak ölçülürken en yüksek ortalama değer depolamanın 5. ayında %14,87 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.5. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca SÇKM miktarında meydana gelen değişimler (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	13	13,63	13,96	14,4	14,9	15,56	14,24 A
HÖ AVG	12,33	12,7	13,3	13,66	14,1	14,7	13,46 C
HS AVG	12,43	12,76	13,4	14,36	14,56	15,03	13,76 B
1-MCP	12,26	13	13,4	13,96	14,66	15,26	13,76 B
HÖ AVG+1-MCP	12,16	12,43	12,8	13,33	13,8	14,23	13,12 D
HS AVG+1-MCP	12,63	12,83	13,23	13,63	13,83	14,43	13,43 C
Zaman ort.	12,47 F	12,89 E	13,35 D	13,89 C	14,31 B	14,87 A	

LSD%5 uygulama x zaman: ö.değil, LSD%5 uygulama.: 0,233, LSD%5 Zaman: 0,233

4.3.2. “Fuji” elma çeşidinde suda çözünür kuru madde miktarı

“Fuji” elmalarında, 1-MCP ve AVG uygulamalarının 5 aylık depolama sonrası SÇKM miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.6.’ da gösterilmiştir. Araştırmada “Fuji” çeşidinde istatistiksel olarak SÇKM üzerine “uygulamalar”, “muhafaza süresi” ve “uygulamalar x muhafaza süresi” interaksiyonu %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Muhafaza öncesi SÇKM değerleri kontrol grubunda %13,3, HÖ AVG uygulamasında %13,23, HS AVG uygulamasında %13,16, 1-MCP uygulamasında %13,43 HÖ AVG + 1- MCP uygulamasında %13,50, HS AVG + 1-MCP uygulamasında %12,96 olarak belirlenmiştir. Aynı gruplar 5 aylık depolama sonrasında sırasıyla %16,06, 15,2, 15,23, 14,93, 15,36, 15,20 olarak ölçülmüştür. 5 aylık depolama sonrasında en yüksek SÇKM değeri kontrol grubunda ölçülürken, en düşük değer 1-MCP uygulanmış ürünlerinde tespit edilmiştir. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer 1-MCP uygulamasında %14,16 olarak ölçülürken, en yüksek ortalama değer kontrol grubu meyvelerinde %14,67 olarak ölçülmüştür. Zaman ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer depolamanın başlangıcında %13,26 olarak ölçülürken, en yüksek ortalama değer depolamanın 5. ayında %15,33 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.6. AVG ve 1-MCP uygulanan “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca SÇKM miktarında meydana gelen değişimler (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	13,30qrs	13,93klm	14,43 fgh	14,93bcd	15,40 b	16,06 a	14,67 A
HÖ AVG	13,23 qrs	13,63 nop	14,20 ijk	14,80 cde	14,93bcd	15,20bcd	14,33 B
HS AVG	13,16 rs	13,60 nop	13,93klm	14,40 fgh	14,83cde	15,23 bc	14,19 C
1-MCP	13,43 pqr	13,66mno	14,03 jkl	14,30 hij	14,63efg	14,93bcd	14,16 B
HÖAVG+1-MCP	13,50 opq	13,60 nop	13,86 lmn	14,33 ghı	14,70 efg	15,36 b	14,22 B
HS AVG+1-MCP	12,96 s	13,60 nop	14,13 jkl	14,50 efg	14,73 def	15,20 bcd	14,18 B
Zaman ort.	13,26 F	13,67 E	14,1 D	14,54 C	14,87 B	15,33 A	

LSD%5 uygulama x zaman: 0,485, LSD%5 uygulama: 0,198, LSD%5 Zaman: 0,198

4.4. Nişasta İndeksi

4.4.1. “Red Delicious” elma çeşidinde nişasta indeksi

“Red Delicious” elma çeşidinde AVG ve 1-MCP uygulamalarının 5 aylık muhafaza süresince meyve nişasta değerleri üzerine etkileri incelenmiştir (Çizelge 4.7). Araştırmada “Red Delicious” çeşidinde istatistiksel olarak nişasta değişimi üzerine “uygulamalar” ve “muhafaza süresi” etkileri %5 düzeyinde önemli bulunurken, “uygulamalar x muhafaza süresi” interaksiyonunun nişasta değişimi üzerine etkileri %5 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Hasat döneminde nişasta değerleri kontrol grubunda 6, HÖ AVG uygulanan ürünlerde 5,5, HS AVG uygulanan ürünlerde 5,83, 1-MCP uygulanan ürünlerde 5,83, HÖ AVG + 1-MCP uygulanan ürünlerde 5,66, HS AVG + 1-MCP uygulanan ürünlerde 5,83 puan olarak ölçülmüştür. Muhafaza süresinin ilerlemesiye beklenildiği gibi nişasta parçalanması da tüm uygulamalarda artış göstermiştir. 5. ayda ölçülen nişasta düzeyleri göz önüne alındığında en yüksek değer kontrol grubu ürünlerinde 9,66 olarak ölçülürken, en düşük değer 8,33 ile HÖ AVG + 1-MCP uygulamasında gözlemlenmiştir. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek değer 7,61 ile kontrol grubunda görülürken, en düşük değer 7 ile HÖ AVG + 1-MCP uygulanan ürünlerde görülmüştür. Zaman ortalamaları incelendiğinde ise en düşük değer 5,77 ile hasat döneminde görülürken, en yüksek değer 8,91 ile muhafazanın 5. ayında görülmüştür.

Çizelge 4.7. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca nişasta değerlerinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	6	6,5	7,66	7,83	8	9,66	7,61 A
HÖ AVG	5,5	7	7	7,5	7,33	8,83	7,19 B
HS AVG	5,83	7	7,16	7,33	7,16	9	7,25 B
1-MCP	5,83	7	7,16	7	7	8,66	7,11 B
HÖ AVG+1-MCP	5,66	7	7	7	7	8,33	7 B
HS AVG+1-MCP	5,83	7	7,16	7,66	7,5	9	7,36 B
Zaman ort.	5,77 D	6,91 C	7,19 B	7,38 B	7,33 B	8,91 A	

LSD%5 uygulama x zaman: ö.değil, LSD%5 uygulama: 0,393, LSD%5 Zaman: 0,393

4.4.2. ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde nişasta indeksi

‘‘Fuji’’ elma çeşidinde AVG ve 1-MCP uygulamalarının 5 aylık muhafaza süresince meyve nişasta değerleri üzerine etkileri incelenmiştir (Çizelge 4.8). Araştırmada ‘‘Fuji’’ çeşidinde istatistiksel olarak nişasta değişimi üzerine ‘‘uygulamalar’’ ve ‘‘muhafaza süresi’’ etkileri %5 düzeyinde önemli bulunurken, ‘‘uygulamalar x muhafaza süresi’’ interaksiyonunun nişasta değişimi üzerine etkileri %5 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Hasat döneminde nişasta değerleri kontrol grubunda 6, HÖ AVG uygulamasında 5,66, HS AVG uygulamasında 5,83, 1-MCP uygulamasında 5,83, HÖ AVG + 1-MCP uygulamasında 5,66, HS AVG + 1-MCP uygulamasında 5,83 olarak ölçülmüştür. 5 aylık depolama sonrasında ölçülen nişasta düzeyleri göz önüne alındığında en yüksek değer kontrol grubu ürünlerinde 9,5 olarak ölçülürken, en düşük değer 8,33 olarak HÖ AVG + 1-MCP uygulanan ürünlerde gözlemlenmiştir. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek değer 7,66 ile kontrol grubunda görülürken, en düşük değer 7,13 ile HÖ AVG + 1-MCP uygulanan ürünlerde görülmüştür. Zaman ortalamaları incelendiğinde ise en düşük değer 5,8 ile hasat döneminde görülürken, en yüksek değer ise 8,83 ile muhafazanın 5. ayında belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca nişasta değerlerinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	6	6,66	7,66	7,83	8,33	9,5	7,66 A
HÖ AVG	5,66	7	7	7,5	7,83	8,66	7,27 B
HS AVG	5,83	7	7,16	7,33	7,83	9	7,36 B
1-MCP	5,83	7	7,16	7,16	7,66	8,66	7,25 B
HÖ AVG+1-MCP	5,66	7	7	7,33	7,5	8,33	7,13 B
HS AVG+1-MCP	5,83	7	7	7,5	7,83	8,83	7,33 B
Zaman ort.	5,8 E	6,94 D	7,16 C	7,44 C	7,83 B	8,83 A	

LSD%5 uygulama x zaman: ö.değil, LSD%5 uygulama: 0,314, LSD%5 Zaman: 0,314

4.5. Meyve Eti Sertliği

4.5.1. ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde meyve eti sertliği

Denemede muhafaza başlangıcına göre MES depolama süresince düzenli olmasa da azalış göstermiştir. Araştırmada ‘‘Red Delicious’’ çeşidinde istatistiksel olarak MES üzerine ‘‘uygulamalar’’ ve ‘‘muhafaza süresi’’ etkileri %5 düzetinde önemli bulunurken, ‘‘uygulamalar x muhafaza süresi’’ interaksyonunun etkileri %5 düzetinde önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.9). Başlangıçta MES değerlerinin kontrol, HÖ AVG, HS AVG, 1-MCP, HÖ AVG + 1-MCP ve HS AVG + 1-MCP uygulamalı örneklerde sırasıyla 59,36, 71,8, 63,96, 65,2, 73,53 ve 65,43 N iken, depolama sonunda yine aynı sırayla 49,16, 59,26, 58,8, 58,5, 63,63 ve 60,63 N’a düştüğü belirlenmiştir. Depolama boyunca MES’ de en az kayıp HS AVG +1-MCP uygulanmış meyvelerde görülürken, en fazla kayıp HÖ AVG ve kontrol grubu meyvelerde görülmektedir. HÖ AVG + 1-MCP uygulanan elmaların hasat dönemindeki sertlik değerleri diğer gruplardan daha yüksek olması dikkat çekmektedir. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek ortalama değer 67,73 N ile HÖ AVG + 1-MCP uygulanan ürünlerde görülürken, en düşük ortalama değer 55,02 N ile kontrol grubu ürünlerinde görülmüştür. Zaman ortalamaları incelendiğinde ise en düşük değer muhafazanın 4. ayında görülürken (56 N), en yüksek değer ise hasat döneminde (66,55 N) belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca MES değerlerinde meydana gelen değişimler (N)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	59,36	54,23	57,7	57,7	51,96	49,16	55,02 D
HÖ AVG	71,8	67,00	63,2	63,2	56,33	59,26	63,46 B
HS AVG	63,96	59,96	57,2	57,2	59,96	58,8	59,51 C
1-MCP	65,2	55,53	60,1	60,1	56	58,5	59,23 C
HÖ AVG+1-MCP	73,53	66,16	72,06	72,06	58,96	63,63	67,73 A
HS AVG+1-MCP	65,43	59	60,96	60,96	52,73	60,63	59,96 C
Zaman ort.	66,55 A	60,31 B	61,87 B	61,87 B	56 C	58,33 C	

LSD%5 uygulama x zaman: ö.değil, LSD%5 uygulama: 4,172, LSD%5 Zaman: 4,172

4.5.2. “Fuji” elma çeşidinde meyve eti sertliği

“Fuji” çeşidi üzerine uygulamalar sonucunda MES incelendiği deneme sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir. Araştırmada “Fuji” çeşidinde istatistiksel olarak MES üzerine “uygulamalar”, “muhafaza süresi” ve “uygulamalar ve muhafaza süresi” interaksyonları %5 düzetinde önemli bulunmuştur. Başlangıçta MES değerlerinin kontrol, HÖ AVG, HS AVG, 1-MCP, HÖ AVG + 1-MCP ve HS AVG + 1-MCP uygulanmış meyvelerde sırasıyla 70,23, 80,73, 77,1, 80,9, 80,03 ve 78,76 N iken, depolama sonunda yine aynı sırayla 67,46, 70,03, 70,6, 77,46, 74,66 ve 76,13 N’ a düştüğü belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek ortalama değer 77,86 N ile 1-MCP uygulanan ürünlerde görülürken, en düşük ortalama değer 72,07 N ile kontrol grubu ürünlerinde görülmüştür. Zaman ortalamaları incelendiğinde ise, en düşük değer 72,62 N ile muhafazanın 4. ayında görülürken, en yüksek değer 78,46 N ile başlangıç döneminde görülmüştür.

Çizelge 4.10. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca MES değerlerinde meydana gelen değişimler (N)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	70,23 cde	73,36 abc	73,53 abc	77,26 abc	70,56 cde	67,46 g	72,07 E
HÖ AVG	80,73 a	73,7 abc	76,3 abc	71,9 bcd	67,8 fg	70,03 cde	73,41 D
HS AVG	77,1 abc	81,2 a	81,2 a	75 abc	72,7 abc	70,6 cde	76,3 AB
1-MCP	80,9 a	80,9 a	75,5 abc	77,9 abc	74,53 abc	77,46 abc	77,86 A
HÖ AVG+1-MCP	80,03 ab	73,03 abc	78,06 abc	75,76 abc	71,73 bcd	74,66 abc	75,55 AB
HS AVG+1-MCP	78,76 abc	69,76 def	68,30 efg	75,96 abc	78,43 abc	76,13 abc	74,56 C
Zaman ort.	78,46 A	75,32 AB	75,13 AB	75,63 AB	72,62 B	72,72 B	

LSD_{%5} uygulama x zaman: 8,820, LSD_{%5} uygulama: 3,595, LSD_{%5} Zaman: 3,595

4.6. Kabukta Toplam Antosiyanin Miktarı

4.6.1. ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde toplam antosiyanin miktarı

AVG ve 1-MCP uygulamalarının ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinin toplam antosiyanin miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.11’de verilmiştir. Araştırmada ‘‘Red Delicious’’ çeşidinde istatistiksel olarak toplam antosiyanin miktarı üzerine ‘‘uygulamalar’’, ‘‘muhafaza süresi’’ ve ‘‘uygulamalar ve muhafaza süresi’’ interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulamalara bağlı olmakla birlikte antosiyanin miktarında artış azalış şeklinde dalgalanmalar gerçekleşmiştir. Depolamanın 5. ayında toplam antosiyanin miktarı bakımından değerler incelendiğinde sırasıyla HS AVG uygulamasında 35,1 mg 100 g⁻¹, HÖ AVG uygulamasında 33,16 mg 100 g⁻¹, kontrol grubunda 32,93 mg 100 g⁻¹, HS + 1-MCP uygulamasında 32,4 mg 100 g⁻¹, 1-MCP uygulamasında 31,33 mg 100 g⁻¹, HÖ + 1-MCP uygulamasında 29,76 mg 100 g⁻¹ olarak ölçülmüştür. Tüm aylar incelendiğinde en yüksek değer muhafazanın 5. ayında HS AVG uygulamasında 35,1 mg 100 g⁻¹ olarak ölçülürken, en düşük değer depolamanın başlangıcında HÖ AVG+1-MCP uygulamasında 27,6 mg 100 g⁻¹ olarak ölçülmüştür. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek ortalama değer 32,71 mg 100 g⁻¹ ile HÖ AVG uygulanan ürünlerde görülürken, en düşük ortalama değer 30,21 mg 100 g⁻¹ ile HÖ AVG + 1-MCP uygulanan ürünlerinde belirlenmiştir. Zaman ortalamaları incelendiğinde ise en düşük değer 30,37 mg 100 g⁻¹ ile muhafazanın 1. ayında görülürken, en yüksek değer 32,48 mg 100 g⁻¹ ile muhafazanın 4. ayında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.11. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam antosiyanin miktarında meydana gelen değişimler (mg 100 g⁻¹)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	30,66 cde	28,36 hi	30,43 cde	31,9 bcd	32,36 abc	32,93 abc	31,11 B
HÖ AVG	28,9 ghi	30,26 def	30,7 cde	31,43 bcd	31,6 bcd	33,16 abc	31,01 B
HS AVG	31,33 bcd	32,1 abc	30,1 efg	33,33 abc	34,3 ab	35,1 a	32,71 A
1-MCP	32,2 abc	30,33 def	31,33 bcd	32,53 abc	32,46 abc	31,33 bcd	31,7 BC
HÖ AVG+1-MCP	27,6 i	29,40 fgh	32,23 abc	31,5 bcd	30,76 cde	29,76 fgh	30,21 C
HS AVG+1-MCP	32,06 abc	31,76 bcd	33,53 abc	31,3 bcd	33,4 abc	32,4 abc	32,41 A
Zaman ort.	30,46 C	30,37 C	31,38 B	32AB	32,48 A	32,45 A	

LSD%5 uygulama x zaman: 3,162, LSD%5 uygulama: 1,289, LSD%5 Zaman: 1,289

4.6.2. “Fuji” elma çeşidinde toplam antosiyanin miktarı

AVG ve 1-MCP uygulamalarının “Fuji” elma çeşidinin toplam antosiyanin miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.12’de verilmiştir. Araştırmada “Fuji” çeşidinde istatistiksel olarak toplam antosiyanin miktarı üzerine “uygulamalar”, “muhafaza süresi” ve “uygulamalar ve muhafaza süresi” interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. “Red Delicious” elma çeşidinde olduğu gibi depolama süresince antosiyanin miktarında dalgalanmalar gözlemlenmiştir. Depolamanın 5. ayında toplam antosiyanin miktarı bakımından değerler incelendiğinde sırasıyla HS AVG + 1-MCP uygulamasında 17,3 mg 100 g⁻¹, HS AVG uygulamasında 17,26 mg 100 g⁻¹, kontrol grubunda 17,03 mg 100 g⁻¹, 1-MCP uygulamasında 16,53 mg 100 g⁻¹, HÖ AVG + 1-MCP uygulamasında 16,46 mg 100 g⁻¹, HÖ AVG uygulamasında 15,43 mg 100 g⁻¹ olarak ölçülmüştür. Tüm aylar incelendiğinde, en yüksek değer muhafazanın 4. ayında kontrol grubunda 18,03 mg 100 g⁻¹ olarak ölçülürken, en düşük değer depolamanın 2. ayında HÖ AVG + 1-MCP uygulamasında 14,63 mg 100 g⁻¹ olarak ölçülmüştür. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek ortalama değer 17,21 mg 100 g⁻¹ ile kontrol ürünlerinde görülürken, en düşük ortalama değer 16,06 mg 100 g⁻¹ ile HÖ AVG uygulanan ürünlerinde görülmüştür. Zaman ortalamaları incelendiğinde ise, en düşük değer 16,32 mg 100 g⁻¹ ile muhafazanın 1. ayında görülürken, en yüksek değer 17,08 mg 100 g⁻¹ ile muhafazanın 4. ayında görülmüştür.

Çizelge 4.12. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam antosiyanin miktarında meydana gelen değişimler (mg 100 g⁻¹)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	17,53 abc	17,83 ab	16,93 abc	15,93 fgh	18,03 a	17,03 abc	17,21 A
HÖ AVG	16,36 def	15,56 hij	15,96 fgh	16,36 def	16,7 bcd	15,43 jk	16,06 D
HS AVG	16,1 efg	16,73 bcd	16,93 abc	17,66 abc	17,03 abc	17,26 abc	16,96 B
1-MCP	17,06 abc	17,26 abc	16,3 def	15,7 ghı	16,43 cde	16,53 cde	16,55 C
HÖ AVG+1-MCP	15,46 ijk	14,63 k	16,63 bcd	16,36 def	16,9 abc	16,46 cde	16,78 BC
HS AVG+1-MCP	16,86 abc	15,9 fgh	17,33 abc	16,4 def	17,43 abc	17,3 abc	16,87 B
Zaman ort.	16,57 B	16,32 C	16,68 B	16,4 C	17,08 A	16,67 B	

LSD_{%5} uygulama x zaman: 1,238, LSD_{%5} uygulama: 0,505, LSD_{%5} Zaman: 0,505

4.7. Toplam Fenolik Madde Miktarı

4.7.1. ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde toplam fenolik madde miktarı

Denemede uygulamaların 5 aylık muhafaza süresi sonunda toplam fenolik bileşik değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Araştırmada ‘‘Red Delicious’’ çeşidinde istatistiksel olarak toplam fenolik madde miktarı üzerine ‘‘uygulamalar’’, ‘‘muhafaza süresi’’ ve ‘‘uygulamalar ve muhafaza süresi’’ interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. AVG uygulamasının hasattan sonra yapıldığında etkili sonuç vermesinin yanı sıra, 1-MCP ile birlikte daha iyi sonuç verdiği yapılan incelemeler sonucunda belirlenmiştir. Denemede uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek ortalama değer 111,96 mg 100 g⁻¹ ile 1-MCP uygulanan ürünlerde görülürken, en düşük ortalama değer 105,25 mg 100 g⁻¹ ile kontrol grubu meyvelerinde görülmüştür. Zaman ortalamaları dikkate alındığında ise en yüksek değer denemenin 3. ayında görülürken (114,49 mg 100 g⁻¹), en düşük değer ise denemenin ilk ölçümlerinde görülmüştür (102,02 mg 100 g⁻¹).

Çizelge 4.13. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişmeler (mg 100 g⁻¹)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulam a. ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	104,76 efg	106,9 def	97,3 jkl	114,86 abc	110,83 cde	96,83 105,25 jkl	105,25 C
HÖ AVG	96,66 jkl	106,43 def	101,26 hij	108,8 cde	106,56 def	112,13 bcd	105,31 C
HS AVG	103,03 ghi	95,6 klm	114,43 abc	123,1 ab	111,5 bcd	100,66 hij	108,05 B
1-MCP	111,56 bcd	118,16 abc	103,83 fgh	107,6 def	125,73 a	104,9 efg	111,96 A
HÖ AVG+1-MCP	90,83 m	99,26 ijk	94,83 lm	110,1 cde	116 abc	120,16 abc	105,29 C
HS AVG+1-MCP	105,26 efg	116,76 abc	104,6 efg	122,5 ab	114,16 abc	104,83 efg	111,35 A
Zaman ort.	102,02 C	107,18 B	102,71 C	114,49 A	114,13 A	106,58 B	

LSD_{%5} uygulama x zaman: 12,349, LSD_{%5} uygulama: 5,033, LSD_{%5} Zaman: 5,033

4.7.2. ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde toplam fenolik madde miktarı

Denemede uygulamaların 5 aylık muhafaza süresi sonunda fenolik bileşik değerleri Çizelge 4.14’de verilmiştir. Araştırmada ‘‘Fuji’’ çeşidinde istatistiksel olarak toplam fenolik madde miktarı üzerine ‘‘uygulamalar’’, ‘‘muhafaza süresi’’ ve ‘‘uygulamalar ve muhafaza süresi’’ interaksyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Meyveye aroma ve koku gibi özellikler katan fenolik bileşiklerin depolama süresince korunması ve muhafaza edilmesi oldukça önemlidir. Çalışmada 1-MCP uygulamasının fenolik bileşikleri koruduğu belirlenmiştir. AVG uygulamasının hasattan sonra yapıldığında 1-MCP den daha etkili olduğu yapılan incelemeler sonucunda belirlenmiştir. Denemede uygulama ortalamaları dikkate alındığında en yüksek ortalama değer HS AVG uygulanan ürünlerde görülürken (146,76 mg 100 g⁻¹), en düşük ortalama değer HÖ AVG uygulanan meyvelerde görülmüştür (136,39 mg 100 g⁻¹). Zaman ortalamaları dikkate alındığında ise, en yüksek değer denemenin 4. ayında görülürken (148,3 mg 100 g⁻¹), en düşük değer ise denemenin 1. ayında görülmüştür (135,7 mg 100 g⁻¹).

Çizelge 4.14. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam fenolik madde miktarında meydana gelen değişimler (mg 100 g⁻¹)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulam a ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	138,83 fgh	127,13 k	139,03 efg	146,26 bcd	153,36 ab	141,66 cde	141,05 C
HÖ AVG	126,16 k	137,6 fgh	130,3 ijk	142,13 cde	136,83 fgh	142,5 cde	136,39 D
HS AVG	142,33 cde	141,2 cde	134,9 ghi	150,86 abc	159,23 a	152,03 abc	146,76 A
1-MCP	136,16 fgh	143,6 bcd	148,9 abc	138,56 efg	144,53 bcd	151,23 abc	143,83 BC
HÖ AVG+1- MCP	129,16 jk	129,5 jk	137,1 fgh	140,5 def	144,06 bcd	140,76 def	136,85 D
HS AVG+1- MCP	141,36 cde	135,16 ghi	144,73 bcd	133,66 hij	151,76 abc	137,26 fgh	140,66 C
Zaman ort.	135,78 E	135,7 E	139,16 D	142 C	148,3 A	144,24 B	

LSD_{%5} uygulama x zaman: 10,865, LSD_{%5} uygulama: 4,428, LSD_{%5} Zaman: 4,428

4.8. Toplam Antioksidan Miktarı

4.8.1. ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde toplam antioksidan miktarı

AVG ve 1-MCP uygulamalarının ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde toplam antioksidan miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.15'de sunulmuştur. Araştırmada ‘‘Red Delicious’’ çeşidinde istatistiksel olarak toplam antioksidan miktarı üzerine ‘‘uygulamalar’’, ‘‘muhafaza süresi’’ ve ‘‘uygulamalar ve muhafaza süresi’’ interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hasatta en düşük değer HÖ AVG + 1-MCP uygulamasında iken en yüksek değer kontrol grubu meyvelerinde bulunmuştur. Depolamanın 5. ayında ise en düşük değer HS AVG + 1-MCP uygulamasında bulunurken, en yüksek değer kontrol grubu meyvelerinde görülmüştür. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer 0,73 µmol g⁻¹ ile HÖ AVG + 1-MCP uygulamasında görülürken, en yüksek ortalama değer 0,85 µmol g⁻¹ ile kontrol grubu meyvelerinde görülmüştür. Zaman ortalamaları dikkate alındığında en düşük ortalama değer (0,72 µmol g⁻¹) depolamanın başında ve 1. ayında görülürken, en yüksek ortalama değer (0,87 µmol g⁻¹) depolamanın 5. ayında görülmüştür.

Çizelge 4.15. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam antioksidan miktarında meydana gelen değişimler ($\mu\text{mol g}^{-1}$)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	0,83 bcd	0,77 efg	0,80 def	0,85 bcd	0,90 ab	0,94 a	0,85 A
HÖ AVG	0,66 ij	0,69 hij	0,76 fgh	0,77 efg	0,82 bcd	0,82 bcd	0,75 C
HS AVG	0,76 fgh	0,81 cde	0,77 efg	0,88 abc	0,95 a	0,90 ab	0,84 A
1-MCP	0,77 efg	0,70 hij	0,84 bcd	0,81 cde	0,87 abc	0,85 bcd	0,80 B
HÖ AVG+1-MCP	0,62 j	0,63 j	0,73 ghi	0,69 hij	0,81 cde	0,89 abc	0,73 C
HS AVG+1-MCP	0,70 hij	0,76 fgh	0,83 bcd	0,80 def	0,85 bcd	0,81 cde	0,79 B
Zaman ort.	0,72 C	0,72 C	0,79 B	0,80 B	0,86 A	0,87 A	

LSD%5 uygulama x zaman: 8,915, LSD%5 uygulama: 0,035, LSD%5 Zaman: 0,035

4.8.2. “Fuji” elma çeşidinde toplam antioksidan miktarı

AVG ve 1-MCP uygulamalarının “Fuji” elma çeşidinde toplam antioksidan miktarı üzerine etkisi Çizelge 4.16’da sunulmuştur. Araştırmada “Fuji” çeşidinde istatistiksel olarak toplam antioksidan miktarı üzerine “uygulamalar”, “muhafaza süresi” ve “uygulamalar ve muhafaza süresi” interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Hasatta en düşük değer $0,51 \mu\text{mol g}^{-1}$ ile HÖ AVG uygulamasında iken en yüksek değer $0,62 \mu\text{mol g}^{-1}$ ile HS AVG uygulamasında bulunmuştur. Depolamanın 5. ayında ise en düşük değer $0,49 \mu\text{mol g}^{-1}$ ile HÖ AVG uygulamasında bulunurken, en yüksek değer $0,71 \mu\text{mol g}^{-1}$ ile HS AVG + 1-MCP uygulamasında bulunmuştur. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en düşük ortalama değer $0,54 \mu\text{mol g}^{-1}$ ile HÖ AVG uygulamasında görülürken, en yüksek ortalama değer $0,65 \mu\text{mol g}^{-1}$ ile HÖ AVG + 1-MCP meyvelerinde görülmüştür. Zaman ortalamaları dikkate alındığında, en düşük ortalama değer ($0,56 \mu\text{mol g}^{-1}$) depolamanın başında ve 1. ayında görülürken, en yüksek ortalama değer ($0,65 \mu\text{mol g}^{-1}$) depolamanın 4. ayında görülmüştür.

Çizelge 4.16. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca toplam antioksidan miktarında meydana gelen değişimler ($\mu\text{mol g}^{-1}$)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	0,52 <i>ijk</i>	0,59 <i>def</i>	0,52 <i>hij</i>	0,61 <i>cde</i>	0,6 <i>cde</i>	0,53 <i>ghı</i>	0,56 C
HÖ AVG	0,51 <i>jkl</i>	0,5 <i>jkl</i>	0,57 <i>efg</i>	0,59 <i>def</i>	0,61 <i>cde</i>	0,49 <i>kl</i>	0,54 C
HS AVG	0,62 <i>bcd</i>	0,61 <i>cde</i>	0,57 <i>efg</i>	0,62 <i>bcd</i>	0,67 <i>abc</i>	0,56 <i>fgh</i>	0,61 B
1-MCP	0,55 <i>fgh</i>	0,51 <i>jkl</i>	0,62 <i>bcd</i>	0,6 <i>cde</i>	0,66 <i>abc</i>	0,67 <i>abc</i>	0,6 B
HÖ AVG+1-MCP	0,61 <i>cde</i>	0,69 <i>abc</i>	0,61 <i>cde</i>	0,68 <i>abc</i>	0,71 <i>a</i>	0,63 <i>abc</i>	0,65 A
HS AVG+1-MCP	0,58 <i>efg</i>	0,48 <i>l</i>	0,55 <i>fgh</i>	0,63 <i>abc</i>	0,68 <i>abc</i>	0,71 <i>ab</i>	0,6 B
Zaman ort.	0,56 C	0,56 C	0,57 C	0,62 AB	0,65 A	0,6 BC	

LSD_{5%} uygulama x zaman: 8,915, LSD_{5%} uygulama: 0,037, LSD_{5%} Zaman: 0,037

4.9. Solunum hızı

4.9.1. ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde solunum hızı

AVG ve 1- MCP uygulamalarının ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde solunum hızı üzerine etkisi Çizelge 4.17’de sunulmuştur. Buna göre araştırmada ‘‘Red Delicious’’ çeşidinde istatistiksel olarak solunum hızı üzerine ‘‘uygulama’’ ve ‘‘muhafaza süresi’’ etkileri %5 düzeyinde önemli bulunurken, ‘‘uygulamalar x muhafaza süresi’’ interaksyonu %5 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en düşük ortalama değer 34,6 ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹ ile HS AVG + 1- MCP uygulamalarında görülürken, en yüksek ortalama değer 43,1 ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹ ile HÖ AVG uygulamasında görülmektedir. Zaman ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek ortalama değer 45,7 ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹ ile depolamanın 5. ayında, en düşük ortalama değer 28,5 ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹ ile depolamanın 1. ayında görülmektedir.

Çizelge 4.17. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca solunum hızında meydana gelen değişimler (ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)					Uygulama ort.
	1	2	3	4	5	
Kontrol	30	36	40,3	47,3	47,6	40,2 B
HÖ AVG	33,3	38,6	43	49,6	51	43,1 C
HS AVG	30,6	35,6	44,3	46,3	49,3	41,2 B
1-MCP	27,3	30,6	35,3	40,3	42,3	35,2 A
HÖ AVG+1-MCP	26,3	31,3	38	42	43,3	36,2 A
HS AVG+1-MCP	23,6	31,6	36,6	40	41	34,6 A
Zaman ort.	28,5 A	34 B	39,6 C	44,2 D	45,7 E	

LSD_{%5} uygulama x zaman: ö.değil, LSD_{%5} uygulama: 3,341, LSD_{%5} Zaman: 3,050

4.9.2. “Fuji” elma çeşidinde solunum hızı

AVG ve 1- MCP uygulamalarının “Fuji” elma çeşidinde solunum hızı üzerine etkisi Çizelge 4.18'de sunulmuştur. Buna göre araştırmada “Fuji” çeşidinde istatistiksel olarak solunum hızı üzerine “uygulama” ve “muhafaza süresi” etkileri %5 düzeyinde önemli bulunurken, “uygulamalar x muhafaza süresi” interaksyonu %5 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Uygulama ortalamaları dikkate alındığında, en düşük ortalama değer 39,2 ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹ ile HÖ AVG + 1- MCP ve 1-MCP uygulamalarında görülürken, en yüksek ortalama değer 49,6 ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹ ile kontrol grubu meyvelerinde görülmektedir. Zaman ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek ortalama değer 54,4 ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹ ile depolamanın 5. ayında, en düşük ortalama değer 37,2 ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹ ile depolamanın 1. ayında görülmektedir.

Çizelge 4.18. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca solunum hızında meydana gelen değişimler (ml CO₂ kg⁻¹s⁻¹)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)					Uygulama ort.
	1	2	3	4	5	
Kontrol	42,6	39,6	49,3	55	61,3	49,6 C
HÖ AVG	40,6	44,6	46,3	54,6	59,6	49,2 C
HS AVG	38	39,3	41	47,3	55	44,1 B
1-MCP	34	38,6	36	40	47,6	39,2 A
HÖ AVG+1-MCP	32,3	31,3	38,3	41,6	52,3	39,2 A
HS AVG+1-MCP	35,6	34	39,6	44	50,6	40,8 A
Zaman ort.	37,2 A	37,9 A	41,7 B	47,1 C	54,4 D	

LSD%5 uygulama x zaman: ö.değil, LSD%5 uygulama: 3,125, LSD%5 Zaman: 2,853

4.10. Meyve Tat Değerleri

4.10.1. ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde tat değerleri

5 kişiden oluşan tadım jürisi ile meyvelerin dış görünüşleri, aroma ve tadının değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu amaçla her meyvede 1-5 değerlendirmesi göz önüne alınarak puanlamaya gidilmiştir (1: çok kötü, 2: kötü, 3: yenilebilir, 4: iyi, 5: çok iyi). Araştırmada ‘‘Red Delicious’’ çeşidinde istatistiksel olarak meyve tat değerleri üzerine ‘‘muhafaza süresi’’ ve ‘‘uygulamalar ve muhafaza süresi’’ interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunurken, ‘‘uygulamalar’’ etkisi %5 düzeyinde önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.19). Tespit edilen ölçümler incelendiğinde; muhafazanın 2 ve 3. ayı itibariyle uygulamalar en üst tat performansını göstermiştir. 4. Ay sonrasında kontrol grubu tat değerlerinde bozulma başlamış ve takiben 5. ayda 3,83 puan değerine düşerek şeker miktarı ve tat bileşenlerinde önemli azalmalar meydana gelmiştir. 5 aylık depolama sonrası tat değerlendirmesinde en başarılı sonuçları HS AVG + 1-MCP uygulaması vermiştir. Uygulama ortalamaları içerisinde en düşük tat ortalama değer kontrol meyvelerinde (4,52 puan) görülürken, en yüksek ortalama tat değeri ise HS AVG + 1-MCP (4,86 puan) uygulanmış meyvelerde tespit edilmiştir. Zaman ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek ortalama tat puanı depolamanın 3. ayında, en düşük ortalama tat puanı depolamanın başlangıcında belirlenmiştir.

Çizelge 4.19. AVG ve 1-MCP uygulanan “Red Delicious” elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca tat değerlerinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	4,5 bc	4,5 bc	4,83 ab	5a	4,5 bc	3,83 e	4,52 C
HÖ AVG	4,33 cd	4,66 abc	4,66 abc	4,83 ab	5a	4,83 ab	4,72 BC
HS AVG	4,33 cd	4,66 abc	4,83 ab	5a	5a	4,66 abc	4,75 B
1-MCP	4,33 cd	4,66 abc	4,83 ab	4,83 ab	5a	4,83 ab	4,75 B
HÖ AVG+1-MCP	4 de	4,66 abc	4,83 ab	5a	5a	5a	4,75 B
HS AVG+1-MCP	4,5 bc	4,66 abc	4,83 ab	5a	5a	4,83 ab	4,86 A
Zaman ort.	4,33 C	4,63 B	4,80 AB	4,94 A	4,91 A	4,66 B	

LSD%5 uygulama x zaman:0,488 , LSD%5 uygulama: ö.değil, LSD%5 Zaman: 0,199

4.10.2. “Fuji” elma çeşidinde tat değerleri

Araştırmada “Fuji” çeşidinde istatistiksel olarak meyve tat değerleri üzerine “muhafaza süresi” ve “uygulamalar ve muhafaza süresi” interaksyonları %5 düzeyinde önemli bulunurken, “uygulamalar” etkisi %5 düzeyinde önemsiz bulunmuştur. Başlangıç döneminde tüm uygulamalar 4-4,5 arasında puanlanmış ve muhafaza süresi sonunda hiçbir uygulama 4 puanın altına düşmemiştir (Çizelge 4.20). 5. ayda en yüksek puanı 5 puan ile 1-MCP, HÖ AVG + 1-MCP ve HS AVG + 1-MCP uygulamalarında tespit edilirken, en düşük puan ise 4 puan ile kontrol grubunda belirlenmiştir. Zaman ortalamaları dikkate alındığında, en yüksek ortalama depolamanın 4. ayında, en düşük ortalama depolamanın başında görülmüştür.

Çizelge 4.20. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘Fuji’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca tat değerlerinde meydana gelen değişimler

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)						Uygulama ort.
	0	1	2	3	4	5	
Kontrol	4,5 abc	4,5 abc	4,83 ab	5 a	4,66 ab	4 c	4,58 B
HÖ AVG	4,33 bc	4,66 ab	4,66 ab	4,83 ab	5 a	4,83 ab	4,72 AB
HS AVG	4,33 bc	4,66 ab	4,66 ab	4,83 ab	5 a	4,66 ab	4,69 AB
1-MCP	4,33 bc	4,66 ab	4,66 ab	5 a	5 a	5 a	4,77 A
HÖ AVG+1-MCP	4 c	4,66 ab	4,66 ab	4,83 ab	5 a	5 a	4,69 AB
HS AVG+1-MCP	4,5 abc	4,66 ab	4,66ab	4,83ab	5 a	5 a	4,77 A
Zaman ort.	4,33 BC	4,63 AB	4,69 AB	4,88 AB	4,94 A	4,75 AB	

LSD%5 uygulama x zaman: 0,506, LSD%5 uygulama.: ö.değil, LSD%5 Zaman: 0,207

4.11. Fungal Etmenli Çürüme Oranı

4.11.1. ‘Red Delicious’ elma çeşidinde fungal etmenli çürüme oranı

AVG ve 1-MCP uygulaması yapılan ‘Red Delicious’ ürünlerinde 5 aylık depolama sonrasında çürüklük sayımları yapılmıştır. Araştırmada ‘Red Delicious’ çeşidinde fungal etmenli çürüme üzerine ‘uygulamalar’ ve ‘muhafaza süresi’ etkileri %5 düzeyinde önemli bulunurken, ‘uygulamalar x muhafaza süresi’ interaksyonu fungal etmenli çürüme üzerine %5 düzeyinde önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.21). Sayımlar sonrasında elde edilen sonuçlar ışığında depolamanın 2. ayına kadar çürüme saptanmamış, 3,4 ve 5. aylarda özellikle kontrol grubu meyvelerinde çürüme artarak devam etmiştir. Kontrol grubunda 5 ay sonunda %13,33 değerine ulaşmış ve en yüksek çürüme oranı meydana gelmiştir. Bunu %6,7 ile HS AVG uygulaması izlemiştir. Diğer uygulamalarda da çok az çürüme olmasına karşın, HÖ AVG + 1-MCP uygulamasında fungal etmenli çürüme ve bozulmalara rastlanmamıştır.

Çizelge 4.21. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Red Delicious’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca fungal etmenli çürüme oranında meydana gelen değişimler (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)					Uygulama ort.
	1	2	3	4	5	
Kontrol	0	0	5,03	10,3	13,33	5,72 D
HÖ AVG	0	0	0	0	3,4	0,76 B
HS AVG	0	0	0	3,4	6,7	2,08 B
1-MCP	0	0	0	0	3,4	0,76 C
HÖ AVG+1-MCP	0	0	0	0	0	0 A
HS AVG+1-MCP	0	0	0	0	3,4	0,76 C
Zaman ort.	0 A	0 A	0,92 B	2,30 C	5 D	

LSD%5 uygulama x zaman: ö.değil, LSD%5 uygulama.: 2,279, LSD%5 Zaman: 2,081

4.11.2. ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde fungal etmenli çürüme oranı

AVG ve 1-MCP uygulaması yapılan ‘‘Fuji’’ ürünlerinde 5 aylık depolama sonrasında çürüklük sayımları yapılmıştır. Araştırmada ‘‘Fuji’’ çeşidinde istatistiksel olarak fungal etmenli çürüme üzerine ‘‘uygulamalar’’, ‘‘muhafaza süresi’’ ve ‘‘uygulamalar ve muhafaza süresi’’ interaksiyonları %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.22). Sayımlar sonrasında elde edilen sonuçlar ışığında depolamanın 3. ayına kadar çürüme saptanmamış, 4 ve 5. aylarda özellikle kontrol grubu meyvelerinde çürüme artarak devam etmiştir. Kontrol grubunda 5 ay sonunda %16,66 değerine ulaşmış ve en yüksek çürüme oranı meydana gelmiştir. Bunu %3,4 ile HÖ AVG + 1-MCP uygulaması hariç diğer uygulamalar izlemiştir. Diğer uygulamalarda da çok az çürüme olmasına karşın, HÖ AVG + 1-MCP uygulamasında fungal etmenli çürüme ve bozulmalara rastlanmamıştır.

Çizelge 4.22. AVG ve 1-MCP uygulanan ‘‘Fuji’’ elma çeşidinde muhafaza süresi boyunca fungal etmenli çürüme oranında meydana gelen değişmeler (%)

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Ay)					Uygulama ort.
	1	2	3	4	5	
Kontrol	0 a	0 a	0 a	6,70 b	16,66 d	4,73 C
HÖ AVG	0 a	0 a	0 a	0 a	3,40 bc	0,76 B
HS AVG	0 a	0 a	0 a	0 a	3,40 bc	0,76 B
1-MCP	0 a	0 a	0 a	0 a	3,40 bc	0,76 B
HÖ AVG+1-MCP	0 a	0 a	0 a	0 a	0 a	0 A
HS AVG+1-MCP	0 a	0 a	0 a	0 a	3,40 bc	0,76 B
Zaman ort.	0 A	0 A	0 A	1,20 B	5,06 C	

LSD%5 uygulama x zaman: 5,136, LSD%5 uygulama.: 2,285, LSD%5 Zaman: 2,086

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Adasta Tarımsal Ürünleri Gıda San. ve Tic. A.Ş. ve Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde yürütülen bu çalışmada “Red Delicious” ve “Fuji” çeşitlerinin 5 ay süresince soğukta depolama periyodunda bazı meyve kalite özelliklerinde oluşan değişimleri en aza indirmek için AVG ve 1-MCP uygulamalarının etkileri belirlenmiştir.

Ürünlerin muhafaza süresini kısıtlayan en önemli faktörlerden biri olan ağırlık kaybı her iki elma çeşidinde de depolama süresine paralel olarak bütün uygulamalarda artmıştır. Ancak ürünlerin hasat sonrasında başarılı şekilde muhafaza edilmesinde sınır değer olarak kabul edilen % 5' lik ağırlık kaybı değeri (Karaçalı ve ark. 1997), kontrol uygulaması da dahil olmak üzere aşılmadığı için, bütün örneklerin bu açıdan başarılı bir şekilde muhafaza edildiği söylenebilmektedir. Araştırmada 1-MCP uygulanmış elmalarda ağırlık kaybı nispeten daha az olmuştur. Benzer şekilde, Watkins (2006) 1-MCP uygulaması yapılmış meyvelerde daha az ağırlık kaybı meydana geldiğini bildirmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda 1-MCP uygulamasının elmalarda muhafaza süresince ağırlık kayıplarının azaltılması üzerine etkili olduğunu doğrulamıştır (Weis ve Bramlage 2002). Ancak Calvo ve Sozzi (2004) 1-MCP uygulamalarının “Red Clapp” armutlarında ağırlık kaybı değerlerinin azaltılmasında sınırlı düzeyde etkili olduğunu, Özkaya ve ark. (2012) ise 1-MCP uygulamasının meyve ağırlık kaybı üzerine etkilerinin pratikte önem arz edecek düzeyde olmadığını bildirmiştir. Candır ve ark. (2017)' da domateslerde çeşitli vakum basınçları altında AVG uygulamalarının ağırlık kaybı açısından önemli bir fark oluşturmadığını bildirmiştir. Daha önceki çalışmalarda, AVG uygulamalarının ağırlık kaybı üzerindeki etkileri türlere ve çeşitlere göre değiştiği ve hasat öncesi AVG uygulamalarının, raf ömrü boyunca "Camusina di Bonarcado" ve "Camusina di Genova" armut meyvesinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirilmiştir (D'Aquino ve ark. 2010).

Yaş meyve ve sebzelerin soğukta muhafazası süresince TEA miktarında meydana gelen değişimler solunum metabolizmasıyla ilişkilidir. Hasat sonrası devam eden solunum sonucu organik asitler tüketilmekte ve buna bağlı olarak TEA miktarı azalmaktadır. Araştırmada da her iki çeşitte depolama süresince olgunlaşmanın bir sonucu olarak TEA miktarında azalmalar söz konusu olmuştur. Muhafaza süresi sonunda uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte TEA miktarındaki azalma “Red Delicious” elma çeşidinde “Fuji” elma çeşidine göre daha fazla gerçekleşmiştir. Her iki çeşitte uygulama ortalama değerlerine göre HÖ AVG + 1-MCP uygulanmış elmalarda asit kaybı daha sınırlı kalmıştır. HÖ AVG +

1-MCP uygulanmış meyvelerdeki nispeten yüksek asitlik seviyeleri, bu kombinasyon uygulamasının daha etkin olgunlaşmayı geciktirici etkisinden kaynaklanabilir. Öztürk ve ark. (2014) “Breaburn” elmasında, Drake ve ark. (2006) “Delicious” elmasında AVG ile, Lu ve ark. (2012) “Fuji” elmasında 1-MCP uygulaması ile yaptıkları araştırmada TEA değerinin azaldığını ve en yüksek değerlerin AVG ve 1-MCP uygulamalarında olduğunu bildirmişlerdir. Farklı elma çeşitleri ile yürütülen çalışmalarda da, 1-MCP ve AVG uygulamalarının meyvelerin TEA içeriklerini koruduğu veya daha üst seviyelerde kaldığı belirlenmiştir (Watkins ve ark. 2000, Dongfang ve ark. 2003, Sır 2006, WookJae ve ark. 2006, Öztürk ve ark. 2013, Kuzucu ve Aydın 2014).

SÇKM miktarı meyvedeki şekerin bir göstergesi olup meyvelerin olgunluk seviyelerine göre farklılık göstermektedir. Olgunlaşan meyveler ham meyvelere kıyasla daha yüksek SÇKM miktarına sahiptirler (Sing ve Khan 2010). Elmada nişastanın şekere dönüşmesi sonucu SÇKM miktarı da artmaktadır (Stover ve ark. 2003). Araştırmada her iki çeşitte de olgunlaşmanın bir neticesi olarak SÇKM miktarında artış meydana gelmiş ve uygulama ortalama değerlerine göre en yüksek SÇKM değerleri kontrol grubunda belirlenmiştir. Bu artış her iki çeşit içinde AVG ile 1-MCP uygulamaları ve kombinasyonları sayesinde kontrol meyvelerine göre daha çok baskı altında tutulmuştur. 1-MCP ve AVG uygulanmış meyvelerde SÇKM miktarlarının korunumunun daha iyi olduğu tespit edilmiş olup bu konuda yapılan değişik çalışmalar da bu bulguyu desteklemektedir (Chu 1998, Kaynaş ve ark. 2012, Aydın 2013, Öztürk ve ark. 2017). Uygulamalar içerisinde ise “Red Delicious” elma çeşidinde HÖ AVG+1-MCP uygulaması, “Fuji” elma çeşidinde ise 1-MCP uygulaması daha etkili bulunmuştur. AVG uygulamasının SÇKM üzerine etkileri Öztürk ve ark. (2013)’nin çalışmasına benzer şekilde özellikle “Red Delicious” elmalarında paralellik göstermiştir. Çalışmada 1-MCP önemli derecede olumlu etki gösterse de bu konuda karşıt fikirler de vardır. Bu konuda daha önce yapılan bazı çalışmalarda araştırmacılar 1-MCP’nin SÇKM miktarı üzerine önemli bir etkisinin bulunmadığını bildirmişlerdir (Watkins ve ark. 2000, Dongfang ve ark. 2003, Lu ve ark. 2012).

Hasat zamanının belirlenmesinde en etkili metod olarak çeşitlere göre değişmekle beraber, nişasta skalaları kullanılmaktadır. Meyve şeker içeriği olgunluk göstergesi olduğu kadar muhafaza ömrü ve başarısı bakımından da ciddi bilgiler vermektedir. Muhafazanın ilerleyen aylarında nişasta değerleri iki çeşitte de artış göstermiştir. Uygulamalar göz önüne alındığında nişasta değerlerinin korunmasında en etkili yöntem iki çeşitte de HÖ AVG ve 1-MCP kombinasyonu olmuştur. 1-MCP uygulamasının nişasta seviyesini korumada etkili olduğu Beaudry ve Watkins (2001) ve Sakaldaş ve Kaynaş (2011)’in çalışmalarıyla benzerlik

göstermektedir. AVG uygulamasının da bu konuda etkili olduğunu bu konuda yapılan çalışmalar göstermektedir (Silverman ve ark. 2004, Phan-Thien ve ark. 2004, Petri 2007, Öztürk ve ark. 2018). Öztürk ve ark. (2014) “Breaburn” elma çeşidinde, Öztürk ve ark. (2013)'da “Ak Sakı” elma çeşidinde AVG ile yaptıkları çalışmada, muhafaza süresince nişasta parçalanmasının arttığını ve AVG uygulanmış meyvelerde kontrol meyvelerine göre nişasta parçalanmasının daha yavaş gerçekleştiğini saptamışlardır. Araştırmada da nişasta indeksi değerlerimiz araştırmacıların sonuçları ile uyum göstermektedir.

MES ürünlerin hem pazarlama değeri hem de depolanabilme yeteneğini ortaya koyan bir kalite parametresidir. Elma için en önemli hasat olumu parametrelerinden olan nişasta dağılımında görülen değişimler, MES benzer sonuçlar vermiştir. Her iki çeşit içinde AVG ile 1-MCP uygulamaları ve kombinasyonlarında meyve eti yumuşaması kontrol meyvelerine göre daha yavaş gerçekleşmiştir. Kontrol meyvelerindeki yumuşama “Red Delicious” elma çeşidinde daha net olarak görülmüştür. Araştırmada “Red Delicious” elma çeşidinde MES’ in en iyi korunduğu uygulama HÖ AVG uygulaması ile 1-MCP uygulamasının birlikte yapıldığı uygulama olurken, “Fuji” elma çeşidinde MES’in korunmasında en etkili uygulama 1-MCP uygulaması olmuştur. Araştırmalar MES’ in korunmasında çalışmamız ile paralel olarak 1- MCP uygulamasının etkili olduğunda birleşirken (Argenta ve ark. 2001, DeEll ve ark. 2002, Weis ve Bramlage 2002, DeEll ve ark. 2005, Watkins ve Miller 2005, Eren ve ark. 2012, Kuzucu ve Aydın 2014), AVG uygulaması için de meyve eti yumuşamasını engellemede etkili olduğunu savunan birçok araştırma mevcuttur (Andreotti ve ark. 2004, Greene ve Schupp 2004, Robinson ve ark. 2006, Fadhil ve Al-Bamarny 2010, Karakaya 2016, Öztürk ve ark. 2017, Candir ve ark. 2017).

Elmalarda renklenme, meyve kalitesinin temel unsurlarından biri olup öncelikle çeşide özgü bir özelliktir. Elma çeşitleri arasında renklenme açısından büyük farklılıklar söz konusudur. Kabuğun kırmızı üst rengi, antosiyanin seviyesinin bir göstergesidir (Atay ve ark. 2012). Etilen de elmalarda olgunlaşmayı hızlandırarak renk oluşumunu teşvik etmektedir (Stover ve ark. 2003). Etilen biyosentezi ve olgunlaşmayı geciktirici etkisi 1-MCP ile AVG'nin kırmızı renkli elma çeşitlerinde renk pigmentlerinin gelişimini engelleyerek renklenmeyi geciktirdiği bilinmektedir (Fallahi 2007, Rath ve Prentice 2004, Wang ve Diley 2001). Ancak araştırmada her iki elma çeşidinde depolama süresince genellikle kabuk antosiyanin değişimlerinde uygulamalar arasında anlamlı ve çok fazla bir farklılık yakalanmamıştır. Kadivec ve ark. (2013)'da antosiyaninlerin kararsız bileşikler olarak bilindiğini ve işleme, depolama sırasında maruz kaldıkları çok sayıda kimyasal ve enzimatik reaksiyonlar, antosiyanin kaybına veya kimyasal yapılarının değişmesine yol açabildiği

bildirmiştir. Kabuk rengini oluşturan antosiyaninden ileri gelen dalgalanmaların hasat dönemindeki olgunluk farklılıklardan ve hasat edilen her iki çeşidin kırmızı renk indeksi açısından geniş bir dağılıma sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çeşit dışında, renk ve meyve kalitesini etkileyen bütün diğer faktörler ikinci dereceden etkili faktörlerin etkili olduğu ve bu faktörlerden iklim, temel meyve kalite faktörü olarak bilinmektedir.

Elma; vitaminler, organik asitler, fenolik maddeler ve antioksidanlar gibi bioaktif bileşiklerce oldukça zengin bir meyvedir (Mditshwa ve ark. 2018). Meyvelerde koku ve aroma gibi özelliklerin gelişimini sağlayan, her meyvede çeşide özgü buruk tadın ve rengin oluşmasında etkili olan fenolik bileşiklerin muhafaza süresince korunması depolama başarısı için önemlidir. Yapılan çalışma sonucunda her iki çeşitte muhafaza süresince toplam fenolik içeriğinin tüm uygulamalarda artış ve azalmalar gösterdiği ve bu anlamda toplam antosiyanin değerlerindeki dalgalanmalara paralel olarak uygulamalar içerisinde tutarlı değişimler tespit edilememiştir. Benzer şekilde Gago ve ark. (2016)'da 1-MCP'nin fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitesi üzerinde tutarsız-değişken etki gösterdiğini ifade etmiştir. Hasat öncesi AVG uygulamalarının ise, erik meyvesinin depolama sırasında toplam fenolik ve antioksidan aktivitesini azalttığı (Öztürk ve ark. 2012; Karaman ve ark. 2013) veya etkisiz kaldığı bildirilmiştir (Kucuker ve ark. 2015). Daha önce yapılan farklı çalışmalarda elmalarda fenolik bileşik miktarının önce arttığı daha sonra ise azaldığı ya da etkisiz olduğu bildirilmiştir (Fawbush ve ark. 2009, Hoang ve ark. 2011, Lu ve ark. 2012, Kuzucu ve Aydın 2014). Çalışmamız daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Muhafaza süresi ortalama değerlerine göre her iki çeşitte de süre ilerledikçe fenolik bileşik miktarının arttığı görülmüş, 5. ayda düşüşler başlamıştır. Benzer şekilde Bal (2017)'da 4 ay süreyle 5 çeşit elma çeşidinde yürüttüğü çalışmada, fenolik bileşik değişimlerinde dalgalanmalar olduğu, ancak hasat değerlerine göre muhafaza süresi sonunda artışların meydana geldiğini bildirmiştir. Depolama süresince fenolik bileşikteki artışa benzer sonuçlar farklı elma çeşitlerinde de bulunmuştur (Matthes ve Schmitz-Eiberger 2009, Hoang ve ark. 2011).

Yaygın olarak tüketilen bir meyve olan elma monosakkaritlerin, minerallerin, diyet lifin, çeşitli biyoaktif bileşenlerin, C vitamini ve doğal antioksidanların önemli bir kaynağıdır (Wu ve ark. 2007). Araştırmada “Red Delicious” elma çeşidinde toplam antioksidan miktarı başlangıç değerlerine göre muhafaza süresi sonunda artış göstermiş, “Fuji” elma çeşidinde ise dalgalı bir seyir izleyerek muhafaza süresi sonunda hasat zamanındaki değerlere yakın veya bir miktar artış görülmüştür. Soğukta muhafaza süresince “Red Delicious” elma çeşidinde en yüksek antioksidan miktarı 4. ayda HS AVG uygulamasında görülürken, “Fuji” elma çeşidinde ise 4. ayda HÖ AVG+1-MCP uygulamasında belirlenmiştir. “Empire” elma

çeşidinde yapılan çalışmada, depolama süresince 1-MCP uygulamasında ve diğer uygulamalarda antioksidan aktivitesinin arttığını ve en yüksek aktivitenin 1-MCP uygulanmış meyvelerde olduğu belirlenmiştir (Fawbush ve ark. 2009). Lu ve ark. (2012), 1-MCP ile ‘Fuji’ elma çeşidinde yaptıkları çalışmada depolama süresince antioksidan aktivitesinin artış ve azalmalar gösterdiğini ve en yüksek aktivitenin 1-MCP uygulanmış meyvelerde olduğunu belirlemiştir. Hoang ve ark. (2011), 1-MCP uygulanmış ‘Cripps Pink’ elma çeşidinde tüm uygulamalarda antioksidan aktivitesinin depolama süresince azaldığını bildirmişlerdir. Karakaya (2016)'da AVG uygulanmış ‘Piraziz’ elma çeşidinde antioksidan kapasitesinin tüm uygulamalarda soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince azaldığını bildirmiştir. Soğukta muhafaza süresince, toplam fenolik bileşiklerin içeriğine dolayısı ile antioksidan kapasitesine meyve tür ve çeşidi, muhafaza sıcaklığı, meyve gelişim süresince iklimsel ve çevresel koşullar, yetiştiricilik koşulları, gelişim düzenleyicilerinin de içinde bulunduğu kültürel uygulamalar etki edebilmektedir (Kalt 2005, Öztürk ve ark. 2013). Bu sebeple bulgularımız ile araştırmacıların bildirmiş olduğu biyoaktif bileşiklerin değerleri arasında farklılıkların meydana geldiği düşünülmektedir.

Denemede solunum hızları incelendiğinde her iki elma çeşidi için ortak olarak 1-MCP ‘nin solunum hızını yapılan benzer araştırmaların da gösterdiği gibi düşürmede etkili bir uygulama olduğudur (Fan ve ark. 2000, Saftner ve ark. 2003, Sun ve ark. 2003, Watkins ve Miller 2005, Yıldırım ve ark. 2012). Araştırmada 1-MCP uygulamasıyla beraber yapılan kombinasyon uygulamaları ise daha etkili olmuştur. Bununla beraber ‘Red Delicious’ elma çeşidinde HS AVG+1-MCP uygulaması solunum hızını düşürmede en etkili yöntem olarak belirlenmiştir. ‘Fuji’ elma çeşidinde ise 1-MCP ve HÖ AVG+1-MCP uygulamaları ile en düşük solunum hızı değerleri elde edilmiştir. Benzer çalışmalar AVG uygulamasının meyvelerde solunum hızını düşürmede etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir (Buter 2012, Kim ve ark. 2004).

Uzun süreli depolama sonucunda asit ve şeker miktarlarının oluşturduğu lezzet bileşenlerinde azalmalar meydana gelmektedir. Bu değerlerin muhafaza boyunca korunması gerekmektedir. Araştırmada her iki çeşitte de muhafaza süresi sonunda en düşük tat puanı kontrol meyvelerinden elde edilmiştir. Tat değerleri hasadı takiben depolamaya alınan tüm uygulamalarda bir artış göstermiş, muhafaza süresi sonunda muamele yapılmış meyvelerde hafif düşüş var iken kontrol grubunda bu düşüş daha yüksek seviyede gerçekleşmiştir. ‘Red Delicious’ çeşidinde tat bileşenleri HÖ AVG+1-MCP ve 1-MCP uygulamalarının yapıldığı elmalarda daha iyi muhafaza edilmiştir. ‘Fuji’ çeşidi elmalarında ise en iyi tat değerleri HS AVG ile 1-MCP uygulamalarının birlikte yapıldığı ve yalnız 1-MCP uygulanan elmalarda

görülmüştür. İki çeşit için de kontrol grubu meyvelerinde tat kaybının diğer uygulamalara kıyasla daha fazla yaşanması iki uygulamanın da meyve tat değerlerini korumada başarılı olduğunu göstermektedir. Özellikle 1-MCP uygulamasının tadın korunmasında etkili olduğu önceki çalışmalarda belirlenirken (Aydın 2013, Özüpek ve ark. 2012), araştırmamız hasat sonrası uygulanan AVG'nin de tadın korunmasında dolaylı olarak etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Öztürk ve ark. 2013).

Araştırmada uygulamalara ait meyvelerde “Red Delicious” çeşidinde ilk 2 ay, “Fuji” elma çeşidinde ise ilk 3 ay depolama süresince her hangi bir çürüme tespit edilmemiştir. Muhafaza süresi sonunda ise her iki çeşitte de en yüksek çürük meyve oranı kontrol grubunda yer almıştır. Uygulama yapılmayan kontrol grubu meyvelerinde çürümenin daha yüksek çıkması, yaşlanma ile bağlantılıdır. Her iki çeşitte de 5. ayda uygulama yapılmış meyvelerde çürüklük oluşumu düşük seviyelerde kalırken, HÖ AVG+1-MCP uygulamasında ise hiç çürük meyveye rastlanmamıştır. Çürüme, olgunlaşması devam eden meyvelerin direncinin azalmasını takiben çürümeye sebep olan patojenlerin meyveye zarar yapmasıyla kolaylaşır. AVG ve 1-MCP'nin çürümeyi yavaşlatması diğer kalite parametrelerine olan olumlu etkileriyle açıklanabilirken, antifungal bir etkiden söz edilemez. 1- MCP meyvelerde tüm hasat sonrası problemleri için bir çözüm değildir (Mattheis ve ark. 2000).

Normal atmosferli depolarda HÖ AVG, HS AVG ve 1- MCP uygulamaları ile “Red Delicious” ve “Fuji” elma çeşitlerinde 5 ay süre ile kalite parametrelerindeki değişimlerin incelendiği bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlara göre; “Red Delicious” ve “Fuji” elma çeşidinde muhafaza süresi birçok kalite özelliği üzerine önemli düzeyde etkili bir faktör olmuştur. Bu bakımdan muhafaza süresi arttıkça ağırlık kayıplarında, SÇKM miktarlarında, nişasta değerlerinde, toplam antioksidan miktarında, solunum hızında ve çürüme oranında artışlar meydana gelmiştir. Bunun yanında TEA oranında MES'de belirgin azalmalar meydana gelmiştir. Tat değişimleri meydana gelirken toplam antosiyanin ve toplam fenolik bileşiklerdeki değişim daha az olmuştur.

Sonuç olarak, HÖ AVG ve HS AVG uygulamaları ile 1-MCP uygulamaları ve bu uygulamaların kombinasyonları muhafaza süresince kalite özelliklerinin korunmasında olumlu etkilere neden olmuştur. Hasat öncesi AVG ve hasat sonrası AVG ile bir çok kalite parametresinde olumlu etkiler gözlemlenmekle beraber, daha iyi sonuçların genel olarak 1-MCP ile kombinasyonlarda gerçekleştiği tespit edilmiştir. 1-MCP için ticari dozlarda uygulama yapıldığı göz önüne alınırsa gelecekte AVG uygulama dozlarının çeşit bazında belirlenmesi ile gerek hasat öncesi gerekse hasat sonrası uygulamaları ile daha uzun süre ve

kalite parametrelerinin daha iyi korunduğu muhafaza ile üretim yapmanın mümkün olduğu düşünölmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Anonim (2001). [http:// www.Tarim.gov.tr](http://www.Tarim.gov.tr). Erişim Tarihi: 05.02.2019
- Andreotti C, Bregoli A M, Costa G (2004). Pre- and post-harvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) application affects maturity and storage of pear fruit. *European J Hortic Sci.*, 69:147-152.
- Argenta L, Fan X, Mattheiss J (2001). Responses of 1-MCP-Treated Fuji and Breaburn Apple Fruit to Air and CA Storage Conditions. Responses of 1-MCP Treated Apple Fruit to Storage Conditions. Washington Tree Fruit Postharvest Conference. Wenatchee. WA.
- Autio W R, Bramlage W J (1982). Effects of AVG on maturation, ripening, and storage of apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107: 1074-1077.
- Atay A N, Koyuncu F, Atay E, Koyuncu M A (2012). Hasat Öncesi Etefon Uygulamasının Starking Delicious Elmasında Renklenme ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi . *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2012, 49 (1): 107-112
- Awad M A, Jagor A, Plass L H W, Krol A R (2001). Flavonoid and chlorogenic acid changes in skin of Elstar and Jonagold apples during development and ripening. *Scientia Horticulturae*, 90: 69-83.
- Aydın M N (2013). Fuji Kiku Fubrax Elma Çeşidinde Hasat Sonrası 1-MCP Uygulamalarının Farklı Depolama Sıcaklıklarında Meyve Kalitesi ve Biyokimyasal Özelliklere Olan Etkileri (Y.Lisans), Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi, Çanakkale.
- Bal E (2017). Changes in Phenolic Compounds, Anthocyanin and Antioxidant Capacity of some Apple Cultivars During Cold Storage. 2nd International Balkan Agriculture Congress, 532-539.
- Beaudry R, Watkins C (2001). Use of 1-MCP on Apple. Department of Horticulture Michigan State University. East Lansing. MI Cornell University. Ithaca. NY. 108; 12-16.
- Blankenship S M, Dole J M (2003). 1-Methycyclopropene: A review. *Postharvest Biol. Tech.*, 28:1-25.
- Bondoux P (1992). *Maladies de Conservation des Fruits à Pépins,Pommes et Poires*. Paris, France: INRA et PHM.
- Bramlage W J, Greene D W, Autio W R, McLaughlin J M (1980). Effects of aminoethoxyvinylglycine on internal ethylene concentrations and storage of apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 105: 847-851.
- Brand-Williams W, Cuvelier M E Berset C (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Sci Technol.*, 28(1): 25-30.
- Butar S (2012). AVG'nin Jersey Mac Elma Çeşidinde Hasat Önü Dökümü, Hasat Zamanı ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri.(Y.Lisans),Fen Bilimleri Enstitüsü,Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Candır E, Candir A, Sen S (2017). Effects of aminoethoxyvinylglycine treatment by vacuum infiltration method on postharvest storage and shelf life of tomato fruit. *Postharvest Biol. Tech.*, 125: 13-25.

- Calvo G, 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*, 76: 930-934.
- Chu C L (1998). Internal ethylene concentration of 'McIntosh Northern Spy', 'Emperie', 'Mutsu' and 'Idared' apples during the harvest season. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113: 226-229.
- Çetinbaş M, Butar S, Koyuncu F (2012). Aminoetoksi-vinilglisin (AVG) uygulamalarının 0900-Ziraat kiraz çeşidinde meyve kalitesine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(1):103-106.
- D'Aquino S, Schirra M, Molinu M G, Tedde M, Palma A (2010). Preharvest aminoethoxyvinylglycine treatments reduce internal browning and prolong the shelf-life of early ripening pears. *Sci. Hortic.* 125, 353-360.
- DeEll R J, Murr P D, Rupasinghe V P H (2002). Influence of Temperature and Duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Treatment on Apple Quality. *Postharvest Biology and Technology*, 24(3): 349-353.
- DeEll R J (2005). Ontario Experiences With 1-MCP (Smartfresh) on Apples. December 7th, 2005 Wenatchee, W. 1- 4.
- Dongfang H M A, Shushang W, Ying D X, Aoying W (2003). Effect of 1-MCP Treatment on Ethylene Production on Quality Retention of 'Delicious' Apples. *Acta Horticulturae Sinica*. 30(1); 11-4.
- Drake S R, Elfving D C, Drake M A, Eisele T A, Drake S L, Visser D B (2006). Effects of aminoethoxyvinylglycine, etephon, and 1-Methylcyclopropene on apple fruit quality at harvest and after storage. *HortTechnology*, 16(1):16-23.
- Ekinci N, Şeker M, Aydın F, Gündoğdu M A (2012). 1-Methylcyclopropane Uygulamalarının Granny Smith Elma Çeşidinde Depolama Süresince α -Farnasen Değişimi Üzerine Etkileri. V.Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, İzmir, 63-70.
- Eren İ, Çalhan Ö, Güneşli A, Onursal C E, Karamürsel D, Karamürsel Ö (2012). Kayseri İlinde Yetiştirilen Elmalarda 1-MCP Kullanımı. V.Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, İzmir, 3:279-283
- Fadhil N N, Al-Bamarny S F (2010). Postharvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) dips on storage characteristics of 'Golden Delicious' and 'Red Delicious' apples. *Acta Hort.*, 877:881-885.
- Fallahi E (2007). Influence of 1-aminoethoxyvinylglycine hydrochloride and α -naphthalene acetic acid on fruit retention, quality, evolved ethylene, and respiration in apples. *International Journal of Plant Production*, 1: 53-61.
- Fan X, Matthesis J P, Blankenship S M (1999). Development of apple superficial scald, soft scald, core flush, and greasiness is reduced by MCP. *J. agric. Food Chem.* 47: 3063-3068.
- Fan X, Argenta L, Mattheis J P (2000). Inhibition of ethylene action by 1-MCP prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biol. Tech.*, 20: 135-142.
- Fawbush F, Nock J F, Watkins C B (2009). Antioxidant contents and activity of 1-methylcyclopropene (1-MCP)-treated 'Empire' apples in air and controlled atmosphere storage. *Postharvest Biol. Tech.*, 52: 30-37.

- FAO (2017). www.fao.org, FAO Statistical Databases, Agriculture, Crop Production, CherryApple Production in The World.
- Gago C M L, Guerreiro A C, Miguel G, Panagopoulos T, Silva M M, Antunes M D C (2016). Effect of Calcium chloride and 1-MCP (Smartfresh™) postharvest treatment on ‘Golden Delicious’ apple cold storage physiological disorders. *Scientia Horticulturae*, 211: 440-448.
- Giusti M M, Rodriguez-Saona L E, Wrolstad R E (1999). Spectral characteristics, molar absorptivity and color of pelargonidin derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 4631-4637.
- Giusti M M, Wrolstad E (2001). Anthocyanins. In: Wrolstad, E. (Ed.), *Characterization and Measurement with UV-Visible Spectroscopy*. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. Wiley, New York, pp. F1.2.1–F1.2.13.
- Greene D W, Schupp J R (2004). Effect of aminoethoxyvinylglycine (AVG) on preharvest drop, fruit quality, and maturation of ‘McIntosh’ apples. II. Effect of timing and concentration relationships and spray volume. *HortScience*, 39:1036-1041.
- Greene D W (2006). An update on preharvest drop control of apples with aminoethoxyvinylglycine (ReTain). *Acta Hort.*, 727:311-320.
- 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.
- Huber D J, Jeong J, L C (2003). Softening of Ripening Fruits in Response to 1-Methylcyclopropene Applications. *Acta Hort.*, 628: 193-202.
- James W, Kollman G (2003). SmartFresh™ The Smart Choice for Apples. Apple Technical Bulletin. AgroFresh Inc. A. Rohm and Haas Company. pp 1-17
- Jobling J, Pradhan R, Morris S C, Mitchell L, Rath A C (2003). The effect of ReTain plant growth regulator [Aminoethoxyvinylglycine (AVG)] on the postharvest storage life of ‘Tegan Blue’ plums. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43: 515-518.
- Kadivec M, Bornsek S M, Polak T, Demsar L, Hribar J, Pozrl T (2013). Phenolic content of strawberry spreads during processing and storage. *J. Agric. Food Chem.* 61: 9220-9229.
- Kalt W (2005). Effects of production and processing factors on major fruit and vegetables antioxidants. *J. Food Sci.*, 70:11-19.
- Karaçalı İ, Ergun M (1997). Çekirdeksiz Kuru Üzümün Kontrollü Koşullarda Depolanması. *Ege Üniv. Zir.Fak. Derg.*34(3): 57-62.
- Karaçalı İ (2006). Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlaması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494
- Karakaya M (2016). Piraziz Elmasının Soğukta Muhafaza Performansı Üzerine Farklı Uygulamaların Etkisi. (Y. Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu Üniversitesi.
- Karaman S, Ozturk B, Aksit H, Erdogdu T (2013). The effects of pre-harvest application of aminoethoxyvinylglycine on the bioactive compounds and fruit quality of ‘Fortune’ plum variety during cold storage. *Food Sci. Technol. Int.* 19: 567–576.
- Kasım U, Kasım R (2007). Sebzelede Etilenin Önemi ve 1-Metilsiklopropen (1-MCP)’in Kullanımı. *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 22(2):227-231

- Kaynaş K, Ekinci N, Sakaldaş M, Rodoplu N (2012). Fuji Zhen Aztec Elma Çeşidinde Hasat Sonrası 1-MCP Protabs Uygulamalarının Depolama Süresince Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. V.Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, İzmir, 3:55-61.
- Kim I S, Choi C D, Lee H J, Byun J K (2004). Effect of aminoethoxyvinylglycine on preharvest drop, fruit quality of 'Mibaekdo' peaches. Proceedings of the 9th International Symposium on Plant Growth Bioregulators. Eds: S.M. Kang. Acta Horticulturae, 653: 173-178.
- Kim Y K, Xiao C L (2008). Distribution and Incidence of Sphaeropsis Rot in Apple in Washington State, The American Phytopathological Society, Plant Disease / No. 6.
- Koyuncu M A, Eren İ, Dolunay E (2003). Eğirdir (Isparta) Koşullarında Yetiştirilen Bazı Yeni Elma Çeşitlerinin Soğukta Muhafazası. Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 08-12 Eylül 2003. Antalya, S.153-157.
- Kucuker E, Ozturk B, Aksit H, Genc N (2015). Effect of pre-harvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) application on bioactive compounds and fruit quality of plum (*Prunus salicina* lindell cv. Black Beauty) at the time of harvest and during cold storage. J. Anim. Plant Sci. 25:763-770.
- Kupferman E, Fleming D, Fleming T, Waliser T, Curry E, Auvil T, Mattheis J (1992). Techniques for successful production, storage and handling of new apple varieties: Gala, Jonagold, Braeburn and Fuji. Proc. Wash. State Hort. Assn. 88:246-250.
- Kuzucu F C, Aydın M N (2014). 1-Methylcyclopropane Uygulamalarının ve Farklı Depolama Sıcaklıklarının "Fuji Kiku" Elma Çeşidinin Meyve Kalitesine Etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1): 101-108.
- Küden A B, Küden A, Kaşka N (1997). Cherry growing in the subtropics. Acta Horticulturae, 441: 71-74.
- Lafer G (2006). Storability and fruit quality of 'Golden Delicious' as affected by harvest date, AVG and 1-MCP treatments. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 14, (Suppl. 2).
- Lancaster J E (1992). Regulation in skin color in apples. Critical Reviews in Plant Sciences, 10: 487-502.
- Lu X, Ma Y, Lui X (2012). Effect of maturity and 1-MCP treatment on postharvest quality and antioxidant properties of 'Fuji' apples during long-term cold storage. Horticulture, Environment, and Biotechnology, 53 (5): 378-386.
- Lurie S, Pre-Aymard C, Ravid U, Larkov O, Fallik E (2002). Effect of 1-MCP on volatile emission and aroma in Anna apples. J. Agric. Food Chem. 50: 4251-4256.
- Matoo A K, Baker J E, Chaluts E, Lieberman M (1977). Effect of temperature on the ethylene-synthesizing in apple, tomato, and *Penicillium digitatum*. Plant Cell Physiology, 18: 715-719.
- Matthes A, Schmitz-Eiberger M (2009). Polyphenol content and antioxidant capacity of apple fruit: Effect of cultivar and storage conditions. J. Appl. Bot. Food Qual. 82: 152-157.
- Mattheis J, Fan X, Argenta L (2000). Responses of Apple and Pear Fruit to 1-Methylcyclopropene. 16 th Annual Postharvest Conference. Tree Fruit Research and Extension Center. Washington State University. USA.

- Mattheis J, Fan, Argenta L (2001). Responses of Pacific Northwest apples to 1-methylcyclopropene (MCP). Proceeding of 2001 Washington Tree Fruit Postharvest Conference. March 13th-14th. Wenatchee. WA.
- Mditshwa A, Fawole O A, Opara U L (2018). Recent developments on dynamic controlled atmosphere storage of apples – A review. Food Packaging and Shelf Life, 16: 59-68.
- Mir N A, Curell E, Khan N, Whitaker M, Beaudry R M (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.
- Ozgen M, Reese R N, Tulio A Z, Miller A R, Scheerens J C (2006). Modified 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) method to measure antioxidant capacity of selected small fruits and comparison to ferric reducing antioxidant power (FRAP) and 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) methods. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54: 1151-1157.
- Özkaya O, Dündar Ö, Demircioğlu H (2012). Farklı Dozlarda 1-Methylcyclopropene Uygulamalarının Angeleno Erik Çeşidinin Muhafaza ve Raf Ömrü Sırasındaki Kalite Kriterlerine Etkileri. V. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, İzmir, 81-86.
- Öztürk B (2012). ‘Jonagold’ Elma Çeşidinde Aminoethoksivinilglisin(AVG) Hasat Önü Dökümüne, ‘Braeburn’ Elma Çeşidinde Metil Jasmonatin (MejA), Renklenme Üzerine Etkileri. (Doktora Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Öztürk B, Özkan Y, Yıldız K, Çekiç Ç, Kılıç K (2012). “Red Chif” elma çeşidinde, Aminoethoxyvinylglycine’nin (AVG) ve naftalen asetik asit’in (NAA) hasat ö nü döküm ve meyve kalitesi üzerine etkisi. Anadolu Journal of Agricultural Sciences, 27(3): 120-126.
- Öztürk B, Keskin S, Yıldız K, Kaya Ö, Kılıç K, Uçar M (2013). Erzincan koşullarında yetiştirilen ‘Ak Sakı’elma çeşidinin depolama performansı üzerine hasat öncesi naftalen asetik asit ve aminoetoksivinilglisin uygulamalarının etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30 (1): 52-60.
- Öztürk B, Özkan Y, Yıldız K, Öztürk A, Kılıç K, Uçar M, Karakaya M, Karakaya O (2014). The Role of PreHarvest Aminoethoxyvinylglycine Treatments on Fruit Quality of Braeburn apple During Cold Storage. International Mesopotamia Agriculture Congress, 22-25 September, Diyarbakır, Turkey.
- Öztürk B, Özkan Y, Kılıç K, Uçar M, Karakaya O, Karakaya M (2015). Braeburn elmasının (*Malus domestica* Borkh.) hasat ö nü dökümü ve meyve kalitesi üzerine hasat öncesi bitki gelişim düzenleyici uygulamalarının etkisi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (1): 68-76.
- Öztürk B, Yıldız K, Uzun S, Öztürk A (2017). Effects of Pre-Harvest AVG Treatments on Fruit Quality of Jonagold Apple Cultivar throughout Cold Storage. International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences, 3(1): 1-5.
- Öztürk B, Karakaya M, Karakaya O, Gün S (2018). Piraziz Elmasının Soğukta Muhafaza ve Raf Ömrü Üzerine AVG ve Aloe vera Uygulamalarının Etkisi. Akademik Ziraat Dergisi, 7(2):121-130.
- Özüpek Ö, Köksal A İ (2012). Ankara Koşullarında Yetiştirilen ‘Cooper 900’ ve ‘Gloster’Elma Çeşitlerinin Muhafazası Üzerine 1-Methylcyclopropene

Uygulamalarının Etkisi. V.Babçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, İzmir, 3:71-79.

- Petri J L, Leite G B, Argenta L C (2007). Efficiency of the treatment of 'AVG' on the fall and maturation control of apple fruit, 'Imperial Galai' cultivar. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(2):239-244.
- Phan-Thien K Y, Wargo J M, Mitchell L W, Collett M G, Rath A C (2004). Delay in ripening of Gala and Pink Lady apples in commercial orchards following preharvest applications of aminoethoxyvinylglycine. *Aust. J. Exp. Agr.*, 44(8): 807–812.
- Rath A C, Prentice A J (2004). Yield increase and higher flesh firmness of 'arctic snow' nectaries both at harvest in Australia and after export to Taiwan following pre-harvest application of retain plant growth regulator (aminoethoxyvinylglycine, AVG). *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44:343-351.
- Reed N A (2001). Effect of SmartFresh (1-MCP) and Controlled Atmosphere Storage on Eight Apple Varieties. Penn State University Department of Horticulture Fruit Research and Extension Center. Biglerville.
- Robinson T L, Watkins C B, Hoying S A, Nock J F, Iungermann K I (2006). Aminoethoxyvinylglycine and 1-Methylcyclopropene effects on 'McIntosh' preharvest drop, fruit maturation and fruit quality after storage. *Acta Horticulturae*, 727: 473-480.
- Saftner R A, Abbott J A, Conway W S, Barden C L (2003). Effects of 1- methylcyclopropene and heat treatments on ripening and postharvest decay development in 'golden delicious' apples. *J. Amer. Soc. for Hort. Sci.* 128(1):120-127.
- Sakaldaş M, Kaynaş K, Öztokat K C (2009). Hasat Sonrası 1-Methylcyclopropene Uygulamalarının Farklı Sıcaklık Derecelerinde Depolanan Kavunlarda (*Cucumis melo L. cv. Dellteks F1*) Meyve Kalitesi Üzerine Olan Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 4(1): 1-9.
- Sakaldaş M, Kaynaş K (2011). Pink Lady Elma Çeşidinde Kontrollü Atmosfer Depolama ve Hasat Sonrası 1–Methylcyclopropane Uygulamasının Bazı Kalite Özelliklerine Etkileri. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 04-08. Ekim. 2011, Şanlıurfa.
- Sakar E, Ünver H, Taş A, Erol B A K (2014). Meyvelerde 1-MCP (1-methylcyclopropene)' nin Kullanım Olanakları. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 18(1): 47-54.
- Sır E (2006). Hasat Sonrası 1-MCP Uygulamalarının Granny Smith Elma Çeşidinin Muhafaza Potansiyeli Üzerine Etkileri. (Y.Lisans Tezi), Fen Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Slinkard K, Singleton V L (1977). Total phenol analysis: and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28: 49-55.
- Silverman F P, Petracek P D, Noll M R, Warrior P (2004). Aminoethoxyvinylglycine effects on late-season apple fruit maturation. *Plant Growth Regulation*, 43: 153-161.
- Singh Z, Kennison K, Agrez V (2003). Regulation of fruit firmness, maturity and quality of later maturing cultivars of peach with preharvest application of ReTain. *Acta Horticulture*, 628: 277-283.
- Singh Z, Khan A S (2010). Physiology of plum fruit ripening. *Stewart Postharvest Review*, 2, 3.

- Sisler E C, Serek M (1997). Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level; recent developments. *Physiol. Plant.* 100: 577-582.
- Streif J (1984). Experiences with ripening tests for apples. *Acta Hortic.*, 138:63-68.
- Stover E, Fargione M J, Watkins C B, Iungerman K A (2003). Harvest management of Marshall 'McIntosh' apples: Effects of AVG, NAA, ethephon, and summer pruning on preharvest drop and fruit quality. *HortScience*, 38 (6): 1093-1099.
- Sun X S, Wang W H, Wang Z H, Li Z Q, Zhang Z Y (2003). Effects of 1- MCP on physiological changes of 'Jonagold' apples at ambient temperature after harvest. *Acta Horticulturae Sinica* 30: 90-92.
- Şen F, Türk E F (2008). Bahçe Ürünlerinde 1-mcp Kullanımı. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 45(3): 221-228.
- Taiz L, Zeiger E (2008). *Bitki Fizyolojisi (Üçüncü baskıdan çeviri: Çeviri editörü İsmail Türkan)*. Palme Yayıncılık, Ankara.
- Tarabih M E (2014). Improving storability of Le Conte pear fruit using aminoethoxyvinylglycine (AVG) and oxalic acid (OA) under cold storage conditions. *Asian J. Crop Sci.*, 6:320-333.
- Tian M S, Prakash S, Elgar H J, Young H, Burmeister D M, Ross G S (2000). Responses of strawberry fruit to 1-MCP and ethylene. *Plant Growth Regul.* 32: 83-90.
- Valdes H, Pizarro M, Campos-Vargas R, Infante R, Defilippi B G (2009). Effect of ethylene inhibitors on quality attributes of apricot cv. Modesto and Patterson during storage. *Chil. J. Agric. Res.*, 69: 134-144.
- Wang Z Y, Dilley D R (2001). Aminoethoxyvinylglycine, combined with ethephon, can enhance red color development without over-ripening apples. *HortScience*, 36: 328-331.
- Watkins C B, Nock J F, Whitaker B D (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. Tech.*, 19: 17-32.
- Watkins C B (2002). Ethylene Synthesis, Mode of Action, Consequences and Control. in Knee, M. (Ed.), *Fruit Quality and its Biological Basis*. Sheffield Academic Pres, pp. 180- 224.
- Watkins C B, Miller W B (2005). 1- Methylcyclopropene (1-MCP) Based Technologies for Storage and Shelf life Extension. *Acta Hortic.* 687: 217- 224.
- Watkins C B (2006). The use of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. *Biotechnology Advances*, 24: 389-409.
- Weis S A, Bramlage W J (2002). 1-MCP: How useful can it be on New England apples? *Fruit Notes* 67: 5-9.
- Williams M W (1980). Retention of fruit firmness and increase in vegetative growth and fruit set of apples with aminoethoxyvinylglycine. *HortScience*, 15: 76-77.
- WookJae Y, InKyu K, HunJoong K, MokJong K, DaeHyun K, DongHun L, JaeKyun B (2006). Usage potentiality of starch pattern index at aminoethoxyvinylglycine treatment to prevent preharvest drop in 'Tsugaru' apple fruits. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 24(1):64-69.
- Wu J, Gao H, Zhao L, Liao X, Chen F, Wang Z, Hu X (2007). Chemical compositional characterization of some apple cultivars. *Food Chemistry*, 103(1): 88-93.

- Yıldırım I, Ertan M, Şahin G (2012). 1-Methylcyclopropene Uygulaması ile 'Golden Delicious'Elmalarının Derim Sonrası Kalitelerinin Korunması. V.Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, İzmir, 3:273-278.
- Zhang Y, Li L, Chen X, Zhang L, Li Y (2008). Effects of 1-MCP on Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of 'Starking' Apples. Proc. XXVII IHCS9 Endogenous and Exogenous Plant Bioregulators. Acta Hort. 774.
- Zheng W, Wang S Y (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49:5165–5170.
- Zhou H W, Lurie S, Lears A, Khatcitski A, Sonogo L, Ben-Arie R (2000). Delayed Storage and Controlled Atmosphere Storage of Nectarines: Two Strategies to Prevent Woolliness. Postharvest Biol. Tech., 18: 133-141.

TEŞEKKÜR

Sayın danışman hocam Dr.Öğr.Üyesi Erdiñ BAL' a çalışmalarım süresince yardımı ve bilgisini esirgemediği için teşekkür ederim.

Ayrıca Yüksek Lisans öğrenim hayatım ve tez çalışmalarım süresince şahsıma esnek çalışma süreleri ve materyal desteğinde bulunan Adasta Tarımsal Ürünleri Gıda San. ve Tic. A.ř. firma sahiplerine ve yardımını esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca yardım ve desteğini esirgemeyen eşim Gamze YAVAş ve analizlerim boyunca yardımını esirgemeyen Yahya ve Makbule DOMBAZ' a da teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

Çanakkale’de 1988 yılında doğdu. İlk, orta ve lise dönemini Çanakkale’ de tamamladı. 2005 yılında girdiği Van Yüzüncüyıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi’ nden 2006 yılında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi’ ne yatay geçiş yaptı ve 2009 yılında Bahçe Bitkileri Bölümü’ nden Ziraat Mühendisi olarak mezun oldu. 2009 yılında Çanakkale Bayramiç Evciler Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Soğuk Hava Deposu’ nda çalışmaya başladı ve 2011 yılında ayrıldı. 2011 Yılında Çanakkale Bayramiç İda Tarım Elma Bahçesi’ nde çalışmaya başladı ve 2013 yılında ayrıldı. 2014 yılında Tekirdağ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’ nde Yüksek Lisans öğrenimine başladı. 2013 yılında Tekirdağ Adasta Tarımsal Ürünleri Gıda San. ve Tic. A.Ş. Soğuk Hava Deposu ve Elma Üretim Tesisi’ nde çalışmaya başladı ve hala çalışmaya devam etmektedir.