



**T.C.**

**ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HASAT SONRASI 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP)  
UYGULAMASININ GRANNY SMITH ELMA ÇEŞİDİNİN  
MUHAFAZA POTANSİYELİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

**EDA SIR**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**BURSA 2006**

## ÖZET

### HASAT SONRASI 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP) UYGULAMASININ GRANNY SMITH ELMA ÇEŞİDİNİN MUHAFAZA POTANSİYELİ ÜZERİNE ETKİLERİ

2004-2005 yıllarında Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Soğuk Muhafaza Araştırma ve Uygulama Ünitesi' nde gerçekleştirilen bu çalışmada; hasat sonrası 1-methylcyclopropene (1-MCP) uygulamasının, Granny Smith elmalarının muhafazası süresince kalite faktörlerindeki değişimler üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Optimum olgunlukta hasat edilen elmaların yarısına hava sızdırmaz plastik bidonlarda +3°C' de 24 saat süreyle 0,625 ppm 1-MCP uygulanmıştır. Uygulananlarla eşit sayıdaki kontrol meyveleri de aynı süre ve ortam koşulunda 1-MCP uygulanmaksızın bekletilmiştir. 1-MCP uygulanmış ve uygulanmamış elmaların yarısı da MA oluşturulmak amacıyla 27µ kalınlığındaki delikli polietilen örtü materyalleri ile ambalajlanmıştır. Daha sonra her iki grup meyve NA ve MA ortamında 0±0.5 °C sıcaklık ve %90-95 nispi nem koşullarında 180 gün süreyle muhafazaya alınmıştır. Muhafazayı takiben de elmalar, 20±2 °C sıcaklık ve %60±5 nispi nemde 7 gün süreyle raf ömrü koşullarında bekletilmiştir.

Muhafaza ve raf ömrü periyotlarında alınan örneklerde (0., 90. ve 180. günler ile 90+7 ve 180+7. günler) ağırlık kaybı (%), solunum hızı (mgCO<sub>2</sub>/kgh), suda çözünebilir kuru madde (%), titre edilebilir asitlik (%), pH, meyve eti sertliği (lb), içsel etilen konsantrasyonu (ppm), yüzeysel yanıklık oranı (Incidence of Superficial Scald) (%), yüzeysel yanıklık şiddeti (Severity of Superficial Scald) (%), 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, titre edilebilir asitlik ve meyve eti sertlik değerlerinin korunması gibi olumlu etkilere sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Granny Smith, 1-Methylcyclopropene (1-MCP), Modifiye Atmosfer (MA), Soğukta Muhafaza, İçsel Etilen Konsantrasyonu, Yüzeysel Yanıklık

**ABSTRACT****EFFECT OF POSTHARVEST 1-METHYLCYCLOPROPENE (1-MCP) TREATMENT ON STORAGE POTENTIAL OF “GRANNY SMITH” APPLES**

1-methylcyclopropene (1-MCP) treatments affects are indicated on change quality factors during the cold storage of Granny Smith apples with this study what it is presented for cold storage research & application unit at Horticultural Department of Agriculture Faculty at Uludag University. Appropriate apples are choosed for the cold storage after the harvesting of optimal ripening apples according to the storage at NA, then 0,625 ppm 1-MCP treated in plastic containers under +3°C' during 24 hours what these plastic containers don't leak out the air. Equal quantities of tried apples are kept as keeping at same time and environmental conditions. The half of quantities of both treated and non treated apples are moved into 27 $\mu$  thickness polietilen holed plastic bags. Then both 1-MCP treated and non treated group fruits are protected NA and MA environments under same conditions as 0 $\pm$ 0.5 °C temperature and %90-95 relative humidity during 180 days. Following storage, apples were kept at 20 $\pm$ 2 °C and 60 $\pm$ 5 % RH for 7 days, with the aim of monitoring the development of maturity and physiological disorders.

Physical and chemical analyses such as weight loss (%), respiration rate (mgCO<sub>2</sub>kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>), total soluble solids (TSS) (%), titratable acidity (TA) (%), pH, fruit flesh firmness (FFF) (lb), internal ethylene concentration (IEC) (ppm) and incidence of superficial scald (ISS)(%), severity of superficial scald (SSS) (%), percentage of other disease and disorder (PODD) (%), overall appearance and taste and fruit skin colour were carried out in the samples taken during storage and shelf life periods (on the days 0., 120., 180., 90+7 and 180+7).

At the end of the study, 1-MCP treatment was determined to have positive effects such as the suppression of IEC and the inhibition of the increase in ISS and SSS ratios, as well as the inhibition of weight loss, the retention of TA and FFF values, and the suppression of the increase in respiration rate.

**Key Words:** Granny Smith, 1-Methylcyclopropene (1-MCP), Modified Atmosphere (MA), Cold Storage, Internal Ethylene Concentration, Superficial Scald

## İÇİNDEKİLER

| <b>BÖLÜM</b>                                                                                                      | <b>SAYFA NO:</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>ÖZET</b> .....                                                                                                 | i                |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                                                                             | ii               |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....                                                                                          | iii              |
| <b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....                                                                       | v                |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....                                                                                      | vi               |
| <b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....                                                                                    | viii             |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....                                                                                             | 1                |
| <b>2. KAYNAK ARAŞTIRMASI</b> .....                                                                                | 5                |
| <b>3. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....                                                                                | 20               |
| 3.1. Materyal .....                                                                                               | 20               |
| 3.2. Yöntem.....                                                                                                  | 21               |
| 3.2.1. Granny Smith Elma Çeşidine 1-MCP Uygulanması ve Soğukta<br>Muhafazası .....                                | 21               |
| 3.2.2. Granny Smith Elma Çeşidinde Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Yapılan<br>Fiziksel ve Kimyasal Analizler ..... | 22               |
| <b>4. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....                                                                               | 25               |
| 4.1. Soğukta Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal<br>Değişimler .....                | 25               |
| 4.1.1. Ağırlık Kaybı .....                                                                                        | 25               |
| 4.1.2. Solunum Hızı .....                                                                                         | 28               |
| 4.1.3. Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM).....                                                                    | 29               |
| 4.1.4. Titre Edilebilir Asit (TA) .....                                                                           | 30               |
| 4.1.5. pH.....                                                                                                    | 32               |
| 4.1.6. Meyve Eti Sertliği (MES) .....                                                                             | 33               |
| 4.1.7. İçsel Etilen Konsantrasyonu (ppm).....                                                                     | 34               |
| 4.1.8. Yüzeysel Yanıklık Oranı ve Şiddeti (%).....                                                                | 35               |
| 4.1.9. Diğer Hastalık ve Bozulmaların Oranı (%).....                                                              | 38               |
| 4.1.10. Genel Görünüm ve Tat.....                                                                                 | 39               |
| 4.1.11. Meyve Kabuk Rengi .....                                                                                   | 41               |

|                          |    |
|--------------------------|----|
| <b>5. TARTIŞMA</b> ..... | 44 |
| <b>KAYNAKLAR</b> .....   | 49 |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....    | 54 |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....    | 55 |

## **SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ**

### **SİMGELER DİZİNİ**

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| O <sub>2</sub>    | - Oksijen             |
| CO <sub>2</sub>   | - Karbondioksit       |
| %                 | - Yüzde               |
| μ                 | - Mikron              |
| kPaO <sub>2</sub> | - Kilo Paskal Oksijen |
| cm                | - Santimetre          |
| ml                | - Mililitre           |
| kg                | - Kilogram            |
| L                 | - Litre               |
| h                 | - Saat                |
| g                 | - Gram                |
| dk                | - Dakika              |
| nl                | - Nalolitre           |
| N                 | - Newton              |
| °C                | - Santigrat Derece    |
| μL                | - Mikro Litre         |
| ppm               | - Milyonda Bir        |
| ppb               | - Milyarda Bir        |

### **KISALTMALAR DİZİNİ**

|       |                                  |
|-------|----------------------------------|
| 1-MCP | - 1- Methylcyclopropene          |
| ILOS  | - Başlangıç Düşük Oksijen Stresi |
| KA    | - Kontrollü Atmosfer             |
| MA    | - Modifiye Atmosfer              |
| MES   | - Meyve Eti Sertliği             |
| NA    | - Normal Atmosfer                |
| SÇKM  | - Suda Çözünebilir Kuru Madde    |
| TA    | - Titre Edilebilir Asit          |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

| <b>Sekil No:</b>                                                                                                                       | <b>Sayfa No:</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Şekil 3.1. Granny Smith Çeşidine 1-MCP'nin Uygulanması.....                                                                            | 21               |
| Şekil 4.1. Granny Smith Çeşidinin Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Ağırlık Kaybı Değişimleri.....                                | 28               |
| Şekil 4.2. Granny Smith Çeşidinin Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Solunum Hızı Değişimleri.....                                 | 29               |
| Şekil 4.3. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) Oranındaki Değişimler..... | 30               |
| Şekil 4.4. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince TA (%) Değişimleri.....                                       | 31               |
| Şekil 4.5. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince pH Oranındaki Değişimler.....                                 | 32               |
| Şekil 4.6. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Meyve Eti Sertliğindeki Değişimler .....                      | 33               |
| Şekil 4.7. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince İçsel Etilen Konsantrasyonundaki Değişimler.....              | 34               |
| Şekil 4.8. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Yüzeysel Yanıklık Oranındaki Değişimler .....                 | 35               |
| Şekil 4.9. Granny Smith Çeşidinin Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Yüzeysel Yanıklık Şiddeti Değişimleri.....                    | 36               |
| Şekil 4.10. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Normal Atmosferde Meydana Gelen Yüzeysel Yanıklık Belirtileri .....  | 37               |
| Şekil 4.11. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Modifiye Atmosferde Meydana Gelen Yüzeysel Yanıklık Belirtileri..... | 38               |
| Şekil 4.12. Muhafazanın 90+7.günü MCP+NA' de Granny Smith Çeşidinde Görülen Acı Benek Hastalığı .....                                  | 39               |
| Şekil 4.13. Muhafaza ve Raf Ömrü Sonunda (180+7.Gün) Granny Smith Çeşidinde MCP+MA' deki Sağlıklı Durum.....                           | 40               |

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.14. Granny Smith Çeşidinin Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Tat Değişimleri..... | 41 |
| Şekil 4.15. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza Süresince Meyve Kabuk Rengindeki Değişimler.....   | 42 |
| Şekil 4.16. Granny Smith Çeşidinde Raf Ömrü Süresince Meyve Kabuk Rengindeki Değişimler.....   | 43 |



**ÇİZELGELER DİZİNİ****Çizelge No:****Sayfa No:**

Çizelge 4.1. Granny Smith Çeşidinde Normal ve Modifiye Atmosfer Koşullarında Soğukta Muhafaza Süresince Belirlenen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler.....26

Çizelge 4.2. Granny Smith Çeşidinde Normal ve Modifiye Atmosfer Koşullarında Raf Ömrü Süresince Belirlenen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler.....27

## 1. GİRİŞ

Çok yönlü olumlu özellikleri bünyesinde toplayan ve yaş meyve-sebze içerisinde önemli bir ekonomik paya sahip olan elmanın üretim koşullarının yanında, çeşitler bazında en uygun hasat sonrası koşullarının da belirlenmesi şarttır. Ayrıca dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da, ülkemizde üretici ile tüketici arasındaki zincirde meydana gelen % 25-30 gibi gelişmiş ülkelere göre oldukça yüksek düzeylerdeki yaş meyve ve sebzelerdeki kayıp oranlarıdır. Çeşitler bazında en uygun hasat sonrası koşullarının belirlenmesi ile çeşitli hastalık ve zararlıların sebep olduğu kayıplara ilişkin çözümler, yaş meyve ve sebzelerdeki kayıp oranlarının daha makul oranlara düşürülmesine yardımcı olacaktır (Wang ve Dilley 1999).

Granny Smith, yaklaşık 150 yıllık Avustralya kökenli bir elma çeşididir. Tam olarak olgunlaştığında tat ve meyve eti sertlik değerleri açısından diğer elma çeşitlerinden daha üstündür. Hasat olgunluğuna gelmesi yüzeysel olarak kabuğun hafif kızarmasıyla belli olur.<sup>1</sup>

Etilen, meyvelerde doğal olarak meydana gelen, olgunluğun gelişmesinde ekonomik öneme sahip bir bitki hormonudur. Meyve olgunluğu etilen ile başlar ve olgunluğun seyri ile süresi meyvedeki etilenin konsantrasyonuna bağlıdır. Meyve yüksek etilen seviyelerinde daha hızlı yumuşar, fakat meyvede uçucuların üretimi ile lezzetin oluşumu içinde gereklidir. Etilen, depolanan elmalarda olgunluğu ve yumuşamayı hızlandırması sebebiyle özellikle önemlidir. Depodaki düşük sıcaklık olgunlaşma işlemini yavaşlatır, fakat meyvede bu yöndeki değişimleri önlemez. Yıllar boyunca, etilenin meyvelerdeki etkilerini düzenleyici birçok teknik gelişmiştir. Örneğin; kontrollü atmosfer, elmada etilen üretimini engelleyebilme ve olgun meyve kalitesini düzenleyebilme yeteneğine sahiptir. Benzer şekilde modifiye atmosfer koşulları kullanılarak çeşitli ürünleri taze ve uzun süre saklamak mümkün olmaktadır (James ve Kollman 2003).

---

<sup>1</sup> <http://www.cumminsnursery.com/maincrop.htm>

Etilen, 1-Methylcyclopropene (1-MCP) yapısına benzer bir gazdır, elmaların olgunlaşması için önemli bir başlangıçtır ve meyvede etilen üretim başlangıcı elma olgunlaşmasının meydana gelişinde ilk basamaktadır. 1-MCP meyve hücreleri içinde etilen reseptörleri ile bağlantı kurarak olgunluğu yavaşlatır. Araştırmacılar Kuzey Carolina Üniversitesinde, bahçe ürünlerinde bir etilen engelleyicisi olarak bilinen 1-Methylcyclopropene (1-MCP)' i bulmuşlardır. 1-MCP, ticari ismiyle SmartFresh olarak tanınmış ve AgroFresh A.Ş., Rohm ve Haas şirketleri tarafından taze meyve ve sebzelerde kullanım için geliştirilmiştir. 1-MCP' nin etilen etkisini engelleyerek soğuk depolama ve raf ömrü esnasında taze üretimin kalitesini sürdürmesi üzerine oldukça önemli bir etkisi vardır (Crouch 2003).

Formülü  $C_4H_6$  olan 1-MCP, yapı olarak bütana benzer fakat iki karbon birbirine bağlı ve iki karbon arasında da bir bağa sahiptir. Fizyolojik hareketlilik açısından etilene benzeyen 1-MCP (1-Methylcyclopropene), normal çevre koşulları altında su ile birleştirildiğinde havaya karışacak bir gaz halindedir (Watkins ve Nock 2003).

Gazlarla işlem yapmak genellikle zor olduğundan toz halinde bulunan 1-MCP, suyla karıştırıldığında, yukarıda da belirtildiği gibi kapalı alana 1-MCP gazı yayar. Sıcaklığa ve diğer koşullara bağlı olarak bu yaklaşık bir saatlik bir süreç içinde gerçekleşir. 1-MCP tespit edilebilir kalıntı bırakmayan güvenli bir üründür. Küçük veya büyük miktarlardaki ürün grupları için rahatlıkla kullanılabilir (Blankenship, 2001).

Yıllarca süren araştırmalar, 1-MCP' nin SmartFresh<sup>TM</sup> markası altında elma meyvelerinde kullanımı için onaylanmasıyla sonuçlanmıştır. 1-MCP' nin ABD ve diğer birçok ülkede başka meyve ve sebzelerde kullanımı için onaylanması da yakındır (Huber ve ark. 2003).

1-MCP kullanımı, tüketici için kaliteyi koruma açısından elma depolama teknolojilerinde bir atılım olarak görülmektedir. Elmalarda 1-MCP, meyve eti sertlik, şeker içeriği ve titre edilebilir asitlik dahil olmak üzere kritik tat bileşke unsurlarını korur. 1-MCP nispeten kısa sürelerle (2-24 saat) gaz halinde uygulanır, çok düşük yoğunluklarda bile çok etkilidir, toksik değildir ve neredeyse hiç kalıntı bırakmaz (Huber ve ark. 2003).

Hasat sonrasında Granny Smith elmalarında (elmalarında), kalite indeksleri açısından lezzet için % 12 veya daha yüksek suda çözünebilir kuru madde ve % 0,75 veya daha düşük titre edilebilir asitlik olması, çekirdek evi sulanması, acı benek gibi

hastalıkların olmaması istenir. Granny Smith elmalarının depolanması süresince  $0.5 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  ve %90-95 nispi neme ihtiyaçları vardır. Özellikle de Granny Smith elmalarında sıkça rastlanan yüzeysel yanıklık hastalığının önlenmesi için 3 aylık depolamadan önce DPA uygulanabilir. Ayrıca KA ile depolamada, yüksek  $\text{CO}_2$  ve düşük  $\text{O}_2$  oranlarının uygulanması da alınan önlemlerdendir (Mitcham ve ark. 2000).

1-MCP çeşitli araştırmalarda uygulanmakta ve elma armut gibi meyvelerde etilen üretimini önemli derecede azaltmaktadır. Bu uygulama depolamada uzun bir etkiye sahip olup, hasat zamanındaki meyve olgunluğu ve yetiştirilen çeşide bağlı olarak etilenin etkisini uzun süre bastırabilmektedir. 1-MCP' nin uygulanması sonrası meydana gelen pozitif etkiler; meyve sertliğini koruması, yüzeysel yanıklık oranının azalması, ağırlık kaybındaki artışın engellenmesidir. Bu etkiler tür ve çeşit ile uygulama dönemindeki meyve olgunluğuna göre değişmektedir. Diğer etkiler, meyve yüzeyindeki renk değişiminin gecikmesi, meyve aroma ve lezzetinin değişkenliğinin korunmasıdır<sup>2</sup>.

Yaş meyve ve sebzelerin soğukta muhafazasında önemli olan bir başka konuda ürünlerin depolanma koşullarıdır. Bu noktada meyve kalitesini korumak ve raf ömrünü uzatmak için ortam atmosferinin değiştirilmesi olumlu sonuçlar veren bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden birisi olan modifiye atmosfer (MA) uygulamaları solunumu yavaşlatarak raf ömrünü uzatmak, meyve dokularındaki yumuşamayı geciktirerek görünüşün bozulmasını engellemek, mikroorganizma gelişimini yavaşlatarak kalitenin korunmasını sağlamak ve solunum esnasında şekerlerin kullanımını azaltarak tat kalitesinin korunmasını sağlamak amacı ile uygulanan işlemlerdir. MA uygulaması asla meyve kalitesini artırma gücüne sahip değildir; ancak var olan kalitenin korunmasını sağlamak amacı ile uygulanır (Zagory 2000).

Granny Smith elmaları, kısa depolama sürelerinden sonra bile yüzeysel yanıklık, acı benek ve çeşitli fizyolojik hastalıklara duyarlı bir çeşittir. Bu sebeple, Granny Smith elmaları taşıma sırasında içinde etilen emici olan veya emici olmayan, polietilen poşetlerde tutulmuşlar, iki sezonda etilen düzeyi, potasyum permanganant kullanımı ile azalmış ve buna bağlı olarak acı benek, yüzeysel yanıklık oranlarında azalmalar görülmüştür<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> <http://www.umass.edu/fruitadvisfor/NEAPMG/157-159pdf>

<sup>3</sup> <http://www.cjsethylenefilters.com/research/grannysmith.htm>

Yüzeysel yanıklık gibi, kalite ve ürün kaybına yol açan ve özellikle Granny Smith elma çeşidinde görülen hastalığın önlenmesinde 1-MCP maddesinden yararlanılmaktadır. Ürün çeşidine bağlı olan 1-MCP' nin olumlu etkisi, ülkemiz ekonomisi için önemli sayılan Granny Smith elma çeşidinde de önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Granny Smith elma çeşidine 1-MCP uygulamasının fizyolojik hastalıklara etkileri, yeme olumu ve etilen üretimindeki farklılıkları yönüyle test etmektir. Ayrıca 1-MCP uygulayarak ülkemizde ticari bir öneme sahip olan elmaların depolanması esnasında meydana gelen çeşitli kalite kayıplarını önleyerek, muhafaza süresini sağlıklı bir şekilde uzatılabilme imkanı araştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Meyve olgunluğu etilen ile başlar ve olgunluğun seyri ile süresi meyvedeki etilenin konsantrasyonu tarafından düzenlenir. Meyve genellikle yüksek etilen seviyelerinde daha hızlı yumuşar fakat etilen meyvede uçucuların üretimi ile lezzetin oluşumu içinde gereklidir. Depodaki düşük sıcaklık olgunlaşma işlemini yavaşlatır fakat meyvede bu yöndeki değişimleri önlemez. Etilenin böyle bir etkiye sahip olabilmesi için hücrelerin yüzeylerini kuşatmış olmalıdır. 1-MCP bu etileni kuşatıp bloke edebilen, etilenin tetiklediği meyve olgunluğu ve meyve kalitesi üzerine etkilerini önleyen veya ciddi biçimde engelleyebilen yeni bir bileşiktir. 1-MCP uygulanması ile elmalarda yapılan son çalışmalar, sertliği önemli biçimde koruyan ve yüzeysel yanıklığı ciddi olarak azaltan etkileyici sonuçlar vermiştir (Benmhend 2002).

Son iki yıl süresince, 1-MCP İngiltere, Yeni Zelanda, Güney Afrika, Meksika, Şili, Kosta Rika, Arjantin ve İsrail' de elmalarda kullanım için onaylanmıştır. 2003 yılı hasat sezonunda Kanada'da ticari olarak elmalarda kullanımı kabul edilmiştir (DeEll ve ark. 2002).

Toz olarak bulunan 1-MCP, suda eritilerek uygulanır. Tozun su veya diğer uygun çözeltilinin bir miktarıyla karıştırıldığı zaman, 1-MCP gazı, havaya yayılır. Ürünlere kapalı sızdırmaz bir ortamda 1-24 saat süreyle uygulama sonrasında havalandırma yapılmalıdır (Benmhend 2002).

1-MCP etilen oluşumunu bloke eder. Meyve etilen üretebildiği halde kaynağına bağımlı olmadığı için tepki gerçekleşmez. Normal olarak etilen reseptör molekülüne eklenir ve tepki meydana gelir. Reseptöre eklenen etilen, anahtar reseptörün olduğu kilide uyan bir anahtara benzetilir. Etilenin reseptöre eklenmesi durumu kilidin dönüp kapının açılması gibidir. Bu şekilde meyvenin yumuşamaya başlaması, yaprakların sararması veya çiçek dökülmesi gibi birçok kademeli aktivite başlatılır. Diğer bir gaz, 1-MCP, kapıyı açamayan bir anahtarın rolünü üstlenebilir. 1-MCP anahtarı kilitteyken etilen anahtarının kilide girmesi imkansızdır. 1-MCP kapının açılmaması için kilidin dönmesini engeller. Bu yöntemle 1-MCP bitkilerde inhibitör görevi görür (Blankenship 2001).

1-MCP ile ilgili zehirlilik testleri yapılmış hayvanlara ağız ve cilt yoluyla temas edilerek uygulanmış, hayvanların göz ve derilerinde patolojik veya ölümcül hiçbir etkiye rastlanmamıştır. Kapalı bir yerde farelere uygulanan 1 ppm 1-MCP gazı, solunum açısından hiçbir zehirlenmeye sebep olmamış fakat konsantrasyon artışıyla bazı farklı etkilere rastlanabilmiştir. Güvenilir olması açısından etiket kullanım kılavuzunda yazılanlara uyulması gereklidir (Hacker 2002).

Ginger Gold, Gala, McIntosh, Delicious ve Spigold elma çeşitleri ile yapılan bir çalışmada, tüm meyveler 1-MCP uygulaması sonrası 0°C' de çeşitlere göre farklı süreler depolanmıştır. Tüm çeşitlerde, içsel etilen konsantrasyonu ve meyve eti sertliği değerlendirilmiş, içsel etilen miktarında azalma görülürken, meyve eti sertliği korunmuştur. Delicious çeşidi için meyve ağırlık kaybı da belirlenmiş ve 1-MCP' nin depolama süreleri ve sonrasında ağırlığı azalttığına dair sonuçlar elde edilmiştir (Weis ve Bramlage 2002).

1-MCP' nin kullanımıyla ilgili çok soru vardır. Sonuçlar çeşitler arasında düzenli olarak görülmeyebilir. Meyvede olgunlaşma, 1-MCP uygulamasından önce başlamışsa, muhtemelen uygulamaya rağmen olgunluk devam edecektir. Eğer olgunluk bloke edilirse, kalite parametreleri yeterince meyvede gelişecek mi, özellikle lezzet sorusu akla gelecektir. Bu sebeple, 2001 yılında elmalarda 1-MCP' nin etkilerini araştırmak için denemeler yapılmıştır. Her bir çeşit için erkencilerden çok geç olgunlaşanlara kadar farklı hasat zamanlarında 1-MCP' nin etkileri için birçok araştırma yapılmıştır. Araştırma sonucunda, geç hasat edilen elmalarda 1-MCP' nin olumlu etkisi daha belirgin olmuştur. Erken hasat edilen elmalara uygulanan 1-MCP etkili olsa da geç hasat edilen elmalara göre daha tepkisiz kalmıştır (Mattheis ve ark. 2000).

Elma ve armut meyvelerinin 1-MCP ye tepkisini bazı faktörler etkiler. Bunlar; 1-MCP konsantrasyonu, uygulama süresi, meyve olgunlaşması, uygulama zamanında sıcaklık, hasat ve uygulama arasındaki süredir. Etilen gibi, 1-MCP de gazdır ve kapalı bir odada fumigasyon şeklinde uygulanabilir. 1-MCP' nin çok cazip özelliklerinden biri düşük konsantrasyonlarda etkili olmasıdır. Elma ve armutta hasatta uygulanan aktif konsantrasyon aralığı 10ppb-1ppm dir. Bu aralık içinde, 1-MCP' ye tepki süresi konsantrasyonla birlikte artar ve 1-MCP için tepkiler nispeten küçük hacimli odaların kullanıldığı laboratuvar koşullarında 1 saat kadar kısa süreli maruz kalmalarla

gerçekleşir. Büyük depo odalarında, 1-MCP' nin yeterli dağılımını ve meyve ile yeterli teması sağlamak için daha uzun uygulama süresine (24 saat) ihtiyaç duyulabilir. Genellikle uygulama süresince meyve sıcaklığı kritik değildir, uygulama süresi ve konsantrasyon yeterlidir. Bununla birlikte, daha olgun meyvelerde nispeten kısa süreli düşük sıcaklık uygulaması yapıldığında, daha yüksek sıcaklıkta aynı meyveye yapılan uygulama ile kıyaslandığında daha az etkili olacaktır. Bununla birlikte, hasattan 4 hafta ya da daha uzun süre sonra uygulama yapılanlarda yüzeysel yanıklık gelişmiş ve meyve 2 hafta sonra uygulama yapılanlar ile karşılaştırıldığında, daha düşük meyve eti sertlik ve titre edilebilir asit içeriğine sahip olmuştur (Mattheis ve ark. 2000).

1-MCP'nin teşviklediği tepkilerin süresi, meyve olgunlaşma ve uygulama konsantrasyonu arasındaki interaksyondan etkilenebilir. Daha olgunlaşmamış meyve, 1-MCP teşvikli tepkilerin maksimum süresine erişmek için etkili aralığın sonundaki üst konsantrasyon (1ppm) kullanımını içeren uygulamaya ihtiyaç duyabilir. 1-MCP KA' de fark edilir bir tepkiyi teşvik edebilmek için 0,625 ppm'i aşan konsantrasyonuna ihtiyaç duyabilmektedir (Mattheis ve ark. 2000).

KA'de depolama ve 1-MCP uygulamalarında meyve etilen üretimini azaltmıştır. 1-MCP uygulanarak KA'de depolanan elmalar, 1-MCP uygulanmamış KA'de depolananlar ile karşılaştırıldığında, uygulamadan sonraki ilk birkaç ay meyve kalitesinde farklılık olmamıştır. Gala elmaları için, hasattan sonraki 3 ay boyunca meyve eti sertliği değerleri benzer olmuştur. Depolama süresi 3 ayı aşarken KA' de uygulama yapılmadan depolanan meyveler 1-MCP uygulanan meyvelere göre daha düşük meyve eti sertliği ve titre edilebilir asit değerlerine sahip olmuş, ancak 1-MCP uygulanmamış meyveler NA' de depolananlara göre daha fazla TA ile birlikte daha yüksek meyve eti sertlik değeri gibi ilave bir fayda sağlayabilmiştir (Mattheis ve ark. 2000).

Etilen, elma ve armutta aroma ve lezzete katkıda bulunan uçucu bileşiklerin üretimini düzenler. 1-MCP tepkisinin süresini uygulama koşulları özellikle uygulama konsantrasyonu belirler. 1-MCP' nin etkileri azalmaya başladığında uçucu üretimi yeniden başlar ve KA' de depolanan meyveler ile karşılaştırıldığında daha yüksek oranlarda meydana gelir. 1-MCP' nin bu ve diğer etkileri, etilenin meyveye uygulanması ile geriye dönüşümlü değildir. 1-MCP ileri olgunlukta hasat edilen elmaların olgunluk oranını azaltmak için kullanılırken elde edilen tepkiler hasattaki



meyvenin durumuna bağlıdır. Meyve hasadının geciktiği belirtilen Delicious elmalarının kullanımı ile yürütülen denemelerde (nişasta indeks $>2.5$  ve içsel etilen konsantrasyonu $>1$  ppm temel alınarak uzun süreli KA' de depolama için optimum) 1-MCP kullanımından faydalanılabilir. Bu fayda fizyolojik sertliğin azalması ve TA kaybı, yüzeysel ve yumuşak yanıklık kontrolü, çekirdek evi sulanması, yaşlanma, meyve eti kahverengileşmesi, kabuktaki yağlılık ve çürümenin azalması gibi tepkiler ile elde edilmiştir. Yağlanmadaki azalma, 1-MCP uygulamasını izleyen kütikular bileşiklerin oluşması daha az etilen üretiminin göstergesidir. Bu bileşikler nem kaybının azaltılmasında rol oynamıştır. 1-MCP uygulanan elma ya da armutlar uygulama sonrasında delikli kutu ambalajlar ile depolandığında minimum buruşma gözlenmiştir. 1-MCP uygulaması ile çürümenin gelişmesi yavaşlatılırken, 1-MCP, antifungal bir etkiye sahip değildir. Meyvede olgunlaşma devam ederken, çürüme, uygulama yapılan meyvelerde sonunda gelişebilir. İlave olarak, meyveler yaralanır, daha sonra patojen sporları ile inokule edildiğinde, 1-MCP ile inokulasyon öncesi uygulama ile korunamaz, hasat ve paketlenme süresince zararlanmalardan meydana gelen çürüme diğer çürüme kontrol tekniklerine ihtiyaç duyabilir. 1-MCP uygulaması elma ve armut meyvelerinin tüm hasat sonrası sorunlarının çözümünü sağlayamaz. Çekirdek evi sulanmasının sonlandırılması 1-MCP uygulaması sonrasında uygulanmamışlara göre artar. Çekirdek evi sulanması KA depolama ile yavaşlatılır, bununla birlikte bulunan sonuçlar, çekirdek evi sulanmasından ötürü 1-MCP uygulananlarda meyve kaybının KA' de depolanan 1-MCP uygulanmamış meyvelerle kıyaslandığında daha hızlı geliştiği görülmüştür (Mattheis ve ark. 2000).

1-MCP' nin istenen özelliklerinden biri, düşük konsantrasyonlardaki etkisidir. Armut olgunlaşması, 1-MCP' nin çok düşük konsantrasyonuyla gecikebilir, maksimum 1 ppm 1-MCP uygulanması etkilidir. Bu testte 0.01, 0.1, 0.5 veya 1 ppm 1-MCP armutlara uygulandıktan sonra 2 gün 20°C sıcaklıkta 100 ppm etilene maruz bırakılmıştır. Meyve eti sertlik ve renkteki değişim 2 gün arayla ölçülmüştür. 0.1 ppm 1-MCP uygulaması bile yaklaşık bir gün olgunlaşmayı ertelemiştir (Mattheis ve ark. 2000).

1-MCP uygulanması ile 'Bartlett' ve 'd'Anjou' armut çeşitlerinde 2 hafta ve daha üzerinde yüzeysel yanıklık önemli derecede azaltılmış ya da ertelenmiştir. Bu etki özellikle 'Bartlett' armut çeşidinin olgunlaşmasının hızlı meydana geldiği koşullarda

önemlidir. Kısmen olgun meyveler, 1-MCP' nin yüksek konsantrasyonuna cevap vermemiştir. 1-MCP uygulanmış meyvelerin KA'de depolanması, 1-MCP' nin hasattan önce uygulanması etkisinin gecikmesini azaltabilir. Armutlar 1-MCP' nin çeşitli konsantrasyonlar kullanılarak -1°C' de 180 gün ve üzerinde 20°C' de olgunlaşmadan önce depolanmıştır. 1-MCP' nin konsantrasyonunun artırılması meyve olgunlaşmasından önceki süreyi artırmıştır. Örneğin; 0,2 ppm lik 1-MCP' nin etkisi, soğuk muhafazada 6 hafta sonra kaybolmuş ve 0,4 ppm olgunlaşmayı yaklaşık 8-10 hafta ertelemiştir. Meyveye 0,5 ppm uygulandığında 12 hafta ve üzerinde renk değişimini azaltırken, yumuşamadaki etki 18 hafta ve daha fazla sürmüştür. 1 ppm 1-MCP uygulanmış ve -1°C' de 12 hafta depolanmış armut meyvelerinde sararma azalmıştır. Meyve bundan daha uzun süre tutulmasıyla özellikle depolamadan sonra sararır. Bununla birlikte, 24 hafta depolama ve 10 gün olgunlaşmadan sonra uygulanmış meyvelerde yumuşama belirlenmiştir. Bu koordinasyonun kaybı, sararma ve yumuşama arasında ve uygulanmamış meyvenin depolanması periyodu ile meydana gelir. Fakat 1-MCP' ye maruz kalmışlarda meyve eti sertlik artmıştır (Mattheis ve ark. 2000).

'Black Diamond' erik çeşidine 1-MCP 1°C de 0, 500 ve 750 ppb lik konsantrasyonuyla 24 saat uygulanmış, daha sonra meyveler 1°C de depolanmıştır. Eriklerin etileni, CO<sub>2</sub> üretiminin düzeyi ve 1-MCP tarafından güçlü bir şekilde inhibe edilmiştir. Depolama süresince sertliğin yüksek değeri 1-MCP uygulanmış meyvelerde belirlenmiş, kontrol eriklerinde hızla meyve eti yumuşaması görülmüştür. 1-MCP uygulaması, renk değerlerini geciktirmiş, kontrol meyvelerinde uygulanmış meyvelerle karşılaştırıldığında, daha düşük 'L', 'a' ve 'b' değerleri (Hunter Lab parametreleri) bulunmuştur. Uygulamalar arasında farklı şeker içeriği ortaya çıkmış yine de 1-MCP ile asitlik azalması önemli olmamıştır. Sonuçta, 1-MCP uygulaması, depolama ve raf ömrü süresince yaşlanmayı, olgunlaşmayı geciktirmiş ve meyve kalitesini geliştirmiştir (Salvador ve ark. 2003).

1-MCP uygulamasının dezavantajı, etilen duyarlılığını elemine etmeyle birlikte uçucu bileşiklerin üretimini azaltmasıdır. Bu bileşikler, meyveye önemli derecede lezzet ve aroma katıcıdır. Bu, KA' de uzun depolamanın etkisine benzer olarak meyvede uçucu bileşiklerin kapasitesini azaltır. Bununla birlikte, yapılan bir çalışmada 'Bartlett' ve 'd'Anjou' armutlarında 1-MCP' nin etkisi oluştuğunda uçucu üretimi

yeniden başlamıştır. Armutlara 1-MCP uygulamasının en önemli faydalarından biri, fizyolojik bozulmaları azaltmasıdır. Örneğin; 0,625 ppm 1-MCP' nin uygulanması 180 gün süresince yüzeysel yanıklığın gelişmesini engellemiş, uygulanmış meyvelerin yaklaşık %80' i sağlıklı bulunmuştur. Meyve olgunlaşmış olsa bile 1-MCP' nin etkisi, kabuk kahverengileşmesine, çürümeye ve meyve kabuğunda kalıntı kalması gibi olumsuzlukları önlemiştir. Bu etki, kullanım esnasında olgunlaşan armutların pazarlanması ve tüketiciler tarafından taşıma sırasında önemli derecede rastlanan kayıpları azaltmıştır. 1-MCP' nin kullanımı, armutlarının depolanması için etkin bir yöntem olabilir. 1-MCP uygulaması, yüzeysel yanıklık ve diğer fizyolojik bozulmaları azaltır ve diğer yüzeysel yanıklık kontrol teknolojilerini elemine edebilir niteliktedir (Mattheis ve ark. 2000).

Yapılan bir araştırmada; Granny Smith elmalarında 12 saat oda sıcaklığında 1 ppm 1-MCP uygulanmıştır. NA' de 2 hafta için 0.4 kPaO<sub>2</sub>' li başlangıç düşük O<sub>2</sub> stresli (ILOS), düşük O<sub>2</sub> konsantrasyonu (1.5, 1.0 ve 0.7 kPaO<sub>2</sub>)' dan oluşan farklı KA koşullarında 120 ve 180 gün depolanan meyvelerin kaliteleri ve antioksidan DPA hasat sonrası uygulanmış ve uygulanmamışlarla karşılaştırılmıştır. Yüzeysel yanıklık 0,7 kPaO<sub>2</sub> koşullarında uzun süreli depolama sonrası veya ILOS' u izleyen 1.0 kPaO<sub>2</sub>' de kontrol edilmiştir. 1-MCP uzun süreli NA ve KA depolama koşullarının tamamında yüzeysel yanıklığın görünümünü tamamen engellemiştir. 1-MCP uygulanmış ve KA' de depolanmış meyvelerde tüm olgunluk safhalarındaki meyvelerin % 2.5' unda dışsal CO<sub>2</sub> zararına benzer bir bozulma tespit edilmiştir. 1-MCP uygulanmış meyveler 20 °C deki 14 günden sonra bile düşük O<sub>2</sub> koşullarında depolanan uygulamasız meyvelere göre daha yüksek meyve eti sertlik ve asitlik değerlerini sürdürmüştür. SÇKM konsantrasyonu 1-MCP' den etkilenmemiştir. Yeşillenmeyi 0.70 kPaO<sub>2</sub> ya da depolamadan hemen sonra ILOS, ilave olgunluk süresince yalnızca 1-MCP etkili biçimde engellemiştir (Zanella 2003).

Yapılan bir çalışmada, 1-MCP ile depolama öncesi uygulamanın faydaları, 4 farklı elma çeşidinde yeme olumu ve etilen üretiminde ki farklılıkları yönüyle tespit edilmiştir. 1-MCP' nin 4 çeşitte de genellikle olgunluğu geciktirdiği ya da önlediği ve kalitenin sürdürülmesini sağladığı ancak optimal etki için ihtiyaç duyulan dozun değiştiği bulunmuştur. Aynı zamanda, 'Law Rome' elmalarında, 1-MCP yanıklık gelişimi ile bağlantılı bir bileşiğin etilen teşvikli sentezini önleyerek yüzeysel

yanıklığın görünme oranı ve şiddetini önemli ölçüde azaltmıştır. McIntosh, Empire, Delicious ve Law Rome erkenci, orta ve geç mevsim çeşitlerinde, 1-MCP gaz konsantrasyonu 0.5, 1 ve 2  $\mu\text{l l}^{-1}$  kullanılmıştır. Her bir çeşidin meyvesi NA' de 30 hafta süresince 6 hafta aralıklarla ya da KA' deki 32 hafta süresince 8 hafta aralıklarla alınmış ve 20 °C' deki 1 ve 7 günden sonra değerlendirilmiştir. 1-MCP NA' e göre KA' de daha etkili olmuştur. 1-MCP McIntosh ve LawRome elmalarında içsel etilen konsantrasyonu ve meyve eti sertliğini korumuş, Delicious ve Empire çeşitlerinin olgunlaşmasını 1-MCP konsantrasyonuna bağlı olarak önlemiştir. 1-MCP, NA' de depolama süresince yüzeysel yanıklık,  $\alpha$ -farnesene ve bileşik birikimini azaltmıştır. Sonuçlar, 1-MCP' nin etkinliğinin çeşit ve depolama koşullarına bağlı olduğunu göstermiştir (Watkins ve Whitaker 2000).

Argenta ve ark. (2001) yaptıkları bir çalışmada; Fuji ve Braeburn elma çeşitlerinde 1-MCP uygulamasının etkilerini araştırmıştır. Ekim ayında hasat edilen Fuji ve Braeburn çeşitlerine 20 °C' de 24 saat 1ppm 1-MCP uygulamışlardır. 1-MCP uygulamasını takiben meyveler – 0,5 °C ye soğutulmuştur. Meyveler NA veya KA' de (<0.05;2, <0.05; 0.25, 3;2) 180 gün depolanmıştır ve sonra 20±2 °C sıcaklık ve %60±5 nispi nemde 7 gün tutulmuştur. Her bir elmanın olgunluk ve kalitesi hasatta ve soğuk depoda 7 günden sonra belirlenmiştir. 1-MCP, etkili biçimde NA ve KA' deki meyvelerde etilen üretimini azaltmış ve titre edilebilir asitliği korumuştur. 180 gün depolamadan sonra, 1-MCP uygulanmış Fuji ve Braeburn elmalarında NA' de depolananlarda, KA depolanmış ancak 1-MCP uygulanmamış elmalara göre içsel etilen konsantrasyonu daha düşük çıkmıştır. NA' de depolanan 1-MCP uygulanmış meyvelerde, meyve eti sertlik ve titre edilebilir asitlik KA' de depolanan kontrol meyvelerine göre daha yüksek bulunmuştur. 1-MCP uygulaması Fuji elmalarında çekirdek evi sulanması oranını ve içsel kahverengileşme (CO<sub>2</sub> zararı) gelişimini önemli ölçüde etkilememiştir. Çekirdek evi sulanması gelişimi KA' de NA' e göre daha yavaş oluşmuştur. 1-MCP uygulaması depolamanın ilk 3 ayı süresince meyve eti kahverengileşmesini önemli ölçüde etkilememiştir. Bununla birlikte, 1-MCP uygulanmış elmalar uygulanmamışları ile karşılaştırıldığında uzun süreli düşük CO<sub>2</sub>' li KA' de depolamadan sonra kahverengileşme çok daha şiddetli bulunmuştur. Bu sonuçlar 1-MCP uygulamasının içsel kahverengileşmeye hassas meyvelerde hasattan sonraki süreyi uzatabileceğini göstermektedir. Braeburn meyvelerinde acı benek

gelişimi, 1-MCP uygulananlardan uzun süre etkilenmemiştir. 1-MCP uygulaması Fuji ve Braeburn elmalarında 90 gün ya da 180 günlük depolamada meyve eti sertlik ve asitliğin korunması, etilen üretiminin azaltılması üzerine KA kadar ya da daha da etkili olmuştur. Bununla birlikte, 1-MCP uygulaması CO<sub>2</sub>' in teşviklediği içsel kahverengileşme riskini de azaltmıştır (Argenta ve ark. 2001).

Yapılan bir çalışmada, 8 elma çeşidinde 1-MCP' nin etkileri araştırılmıştır. Seçilen 8 elma çeşidinin hasat tarihinin ileri safhasında, uzun süreli KA' de depolama için ayrıca hasat edilmiştir. Tüm çeşitlerde meyve eti sertliğinde KA ve 1-MCP uygulamaları ile olumlu sonuçlar elde edilmiştir. 1-MCP uygulamasının diğer olumlu etkileri yanıklık miktarının azalması ve meyve suyu asitliğinin daha yüksek seviyelerde korunmasının içsel etilen konsantrasyonunu baskı altına alınarak sağlanmasıdır. Şeker seviyesine az bir etkisi olmuştur. Braeburn ve York Imperial elma çeşitlerinde 10 günlük raf ömrü sonrasında içsel kahverengileşmede artış gözlenmiştir (Reed 2001).

DeEll ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada; çeşitli sıcaklıklar ve sürelerde 1-MCP' nin etkilerini belirlemişler ve depolamanın sonucunda Cortland ve Empire elmalarında etkilerini değerlendirmişlerdir. Meyveler 3, 13 ya da 23 °C de 0, 3, 6, 9, 12, 16, 24 ya da 48 saat süreyle 1-MCP' nin 0.6 µl.l<sup>-1</sup> dozuna maruz bırakılmıştır. Uygulamadan sonra meyveler, 0-1 °C 120 gün NA' de depolanmış ve daha sonra 20 °C de 7 gün bekletilmiştir. Cortland elmalarında 3 °C 1-MCP uygulamasının en az 9 saatlik uygulaması sertliğin korunmasında (>63N) bir gelişim sağlarken, 23 °C de en az 6 saatlik uygulama ile benzer etki sağlamıştır. 1-MCP uygulamaları Empire elmalarında sıcaklığa bakılmaksızın yalnızca 3 saat ile meyve eti sertlik korunmuştur fakat 3 °C de 3 saat uygulandığında 20±2 °C sıcaklık ve %60±5 nispi nem 7 gün sonrasında tam meyve eti sertlik avantajı daha uzun süre sağlanamamıştır. Çözünbilir kuru madde üzerine 1-MCP' nin etkisi önemli olmamıştır. Hepsinden önemlisi, 1-MCP depolama süresince elma kalitesini korumada çok önemli bir potansiyele sahip olmakla birlikte bu etki çeşit kadar uygulama sıcaklığı ve süresinden de etkilenmektedir (DeEll ve ark. 2002).

Leverentz ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada; Golden Delicious elmalarında 1-MCP uygulamış ve elmalar uygulama süresince oda sıcaklığında tutulmuştur. 1-MCP uygulandıktan sonra meyveler yaralanmış ve P.expansum ile birlikte ısı toleranslı maya (antagonist) ile inokule edilmiştir. 48 saat oda sıcaklığında inkubasyondan sonra, elmalara 4 gün 38°C' de ısı uygulanmış ve 5 ay soğuk depoya alınmıştır. Isı

uygulaması, patojenin inokulasyonundan sonra 6 ya da 12 saat elma yaralarında inkübasyona müsaade edildiğinde, yok edici bir etkiye sahip, diğer inkübasyon sürelerine göre daha az çürümeyle sonuçlanmıştır. En yüksek çürüme oranı, patojen ile inokule edilerek soğuk depoya yerleştirilen kontrollerde meydana gelmiştir. En az çürüme ve en küçük lezyon çapı, antagonist ile ısı kombinasyonu ya da yalnızca ısı uygulamasında meydana gelmiştir. Genellikle 1-MCP uygulanmış elmalar daha yüksek lezyon varlığına sahip olmuşlar fakat uygulanmamış elmalar ile karşılaştırıldığında lezyon şiddeti benzer olmuştur. 1-MCP uygulanmış ve uygulanmamış elmalar arasındaki bu farklılık depolama süresince azalmıştır. Elma yaralarındaki antagonist popülasyonu tüm uygulamalarda sabit kalmış veya artmıştır. Antagonist zararı, 1-MCP uygulanmayan elmalara göre uygulama yapılanlardan daha yüksek görülmüş ve inokulasyondan sonra oda sıcaklığındaki inkübasyon süresinin artmasıyla birlikte artmıştır (Leverentz ve ark. 2002).

Yapılan bir çalışmada, hasat edilen Trabzon Hurması (*Diospyros Kaki*) meyvelerine depolanmadan önce 20 °C de 6 saat 3 µl l<sup>-1</sup> 1-MCP uygulanmıştır. Deneme süresince bazı parametreler (sertlik, solunum hızı, etilen üretimi) değerlendirilmiş ve 1-MCP uygulanan meyvelerde olgunlaşmanın geciktiği görülmüştür. ‘Qiandaowuhe’ çeşidinde solunum hızı ve etilen üretimi arasında tipik bir ilişkiye rastlanmıştır. CO<sub>2</sub> ve etilen üretiminin birlikte dördüncü günde en uç noktada olduğu belirlenmiştir. Meyve yumuşaması önlenmiştir. Pektinmetilesteraz ve poligalakturanaz dördüncü ve altıncı günde hızlı bir şekilde maksimuma ulaşmış daha sonra yavaş bir şekilde azalmıştır. Buna bağlı olarak 1-MCP uygulaması meyvelerde klimakterik etilen üretimini ve meyvedeki solunum hızındaki artışı engellemiştir. Sonuç olarak 1-MCP uygulaması özellikle ‘Qiandaowuhe’ Trabzon hurması çeşidinde hasat sonrası ömrü oldukça fazla uzatmıştır (Luo 2005).

İlave renk gelişimini sağlamak için hasattaki gecikme potansiyeli hasat sonrası 1-MCP kullanımı ile mümkündür; bununla birlikte, 1-MCP kullanımının tamamlamayacağı meyve gelişiminde bir sınır vardır. 1-MCP uygulaması yeme kalitesindeki faydalarına ek olarak dış görünüm bozulmaların gelişimini geciktirebilir ya da önleyebilir. 1-MCP uygulaması Delicious ve Gala elma çeşitlerinde kırmızı renkteki parlaklığın korunmasında da etkili olmuştur. Elmanın görünümü üzerine 1-MCP’ nin etkisi Granny Smith için arzu edilen Golden Delicious için istenmeyen

kabuktaki klorofil ve yeşil rengin kaybolmasını geciktirmesi ile yorumlanmıştır. 1-MCP' nin tepkisinin etkili olmasındaki bir diğer önemli faktör hasat ve uygulama arasındaki süredir. Maksimum tepki hasattan hemen sonra uygulama ile başarılmıştır. Örneğin Granny Smith elma çeşidinde hasattan sonraki gün 1-MCP uygulanmış NA' de 180 gün boyunca depolanmış, yüzeysel yanıklık gelişmemiştir. 2 hafta gecikmeli uygulama 180 gün sonra meyvenin %10 unda yüzeysel yanıklık gelişmesi olurken, 4 hafta ya da daha fazla gecikme olan meyvelerde %100 yüzeysel yanıklık gelişmiştir. 1-MCP hasattan hemen sonra uygulanmış KA ortamı oluşturulduğunda maksimum sonuç alınacaktır. 1-MCP uygulaması ve sonra KA depolama kombinasyonu her bir uygulama yalnız yapılmasına göre daha üstün faydalar sağlayabilir. Uzun süreli depolanarlarda bu sonuç daha açık görülmüştür (Mattheis ve ark. 2001).

Elma meyvesinde aromayı teşvik eden uçucu bileşiklerin üretimi, olgunlaşmaya başlayan meyve tarafından üretilen renksiz, kokusuz gaz olan etilen ile düzenlenir. Bazı çeşitler için örneğin Gala, geciken 1-MCP uygulaması ile uçucu üretime KA koşullarının daha yavaş etkisinden istifade etmek avantaj olabilir. KA depolama 2 ay sonra 1-MCP uygulanmış Gala elmalarında, NA' de 5 ay ilave depolamadan sonra sürekli KA' de depolanan meyvelere benzer meyve eti sertlik ve TA' e sahip olmuştur (Mattheis ve ark. 2001).

Braeburn elmalarında zarar NA veya KA de depolanan meyveler için çekirdek evi yakınında kahverengileşme olarak görülmüştür. Golden Delicious için, 1 ppm 1-MCP hasatta uygulanıp daha sonra 2:1 KA' de depolanmış meyvelerde içsel kahverengileşme ve kabukta bronzlaşma gelişmiştir. Bu tip zararlanmalardan kaçınmak için daha düşük 1-MCP uygulama oranları veya depolamada düşük CO<sub>2</sub> konsantrasyonu belirlemeye ihtiyaç vardır (Mattheis ve ark. 2001).

1-MCP' nin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada; Jonagold elma çeşidine uygulama miktarına göre 250, 500 ve 1000 nl/litre 1-MCP uygulandı ve ortam sıcaklığında depolanmıştır. 1-MCP, solunumun klimakterik devresinde solunumu ve yaşlanmayı geciktirmiştir. 1-MCP, meyve asitlik ve meyve eti sertlik kaybını azaltmış ve meyve kabuğundaki klorofil oranını korumuştur. 1-MCP, bununla birlikte hasat sonrası çekirdek evi sulanmasını da azaltmıştır (Sun ve ark. 2003).

'Anna' elma çeşidinde etilen inhibitörü olan 1-MCP' nin 0.01, 0.1, ve  $1 \mu\text{l l}^{-1}$  lik konsantrasyonları 4 ila 24 saat  $20^{\circ}\text{C}$  de hasadın hemen sonrasında uygulanmış ve meyvenin olgunlaşması  $20^{\circ}\text{C}$  de 12 gün izlenmiştir. Meyveler bununla birlikte  $20^{\circ}\text{C}$  veya  $0^{\circ}\text{C}$  de  $1 \mu\text{l l}^{-1}$  uygulandıktan sonra olgunlaşmadan önce  $0^{\circ}\text{C}$  5 hafta veya  $20^{\circ}\text{C}$  de 1, 4 ve 8 gün uygulanma sonrası depolanmış ve olgunlaşma izlenmiştir.  $0.01 \mu\text{l l}^{-1}$  1-MCP uygulanmış elmaların olgunlaşması kontrol elmalarına benzer olmuş  $0.1$  ve  $1 \mu\text{l l}^{-1}$  1-MCP uygulanmış elmalarda solunum, etilen üretimi, meyve eti sertlik ve asitlik kaybının daha az olduğu ve meyve kabuk renginin yeşilden sarıya değişiminin azaldığı görülmüştür.  $1 \mu\text{l l}^{-1}$  1-MCP uygulanmış elmalar olgunlaşma periyodunca daha az olgunlaşırken  $0.1 \mu\text{l l}^{-1}$  1-MCP ile uygulanmışlar 4 veya 5 gün sonra engelleyici görülmüştür. 24 saatlik uygulama 4 saatten daha fazla fayda sağlamamıştır.  $1 \mu\text{l l}^{-1}$  1-MCP uygulanan elmalar, 24 saat, 0 veya  $20^{\circ}\text{C}$  ye benzer etki oluşmuştur. 1-MCP 'Anna' elmasının raf ömrü süresince hem olgunlaşmanın ertelenmesi hem de depolama kalitesi yönüyle iyi bir etki sağlamıştır (Pre-Aymard ve ark. 2003).

Standart meyve kabuğunda meydana gelen yüzeysel yanıklığın hasat sonu depolama süresince gelişmesi risktir. Kontrol alternatiflerinden DPA kullanımı geliştirilmiştir. Depolama esnasında yüzeysel yanıklığın gelişmesi 15 gün kadar sınırlı şekilde soğuk depolamada ertelenmiştir. Sıcak suya daldırma da hastalığın kontrolü yönüyle etkili olmuştur. Diğer etkili yöntemler ise, soğuk muhafazada etanol veya 1-MCP bileşiklerinin uygulanması olarak tespit edilmiştir (Westercamp ve ark. 2003).

Delicious elma çeşidinde hasat sonrasında 1-MCP uygulanmasının etilen üretimi, içsel etilen konsantrasyonu, MES, TA ve SÇKM üzerindeki etkileri  $0^{\circ}\text{C}$  depolama süresince incelenmiştir. Sonuçta görünen  $300 \text{ nl/litre}$  1-MCP uygulanmasıyla önemli derecede etilen üretimini engellemiş, etilen artışı ertelenmiş ve meyve eti sertliği ve titre edilebilir asit azalmasını geciktirmiştir. Bununla birlikte toplam çözünebilir kuru maddede 1-MCP uygulaması ile değişim olmamıştır (Dongfang ve ark. 2003).

Elmalarda 1-MCP konsantrasyonunun etkili olabilmesi için, meyve yüzeyiyle temas eden havada 1-MCP' nin 0,25 ve 1 ppm olmasına ihtiyaç vardır. Konsantrasyonun maksimum faydası için uygulama sonrasında daha yüksek depolama sıcaklığına ihtiyacı vardır. Görünür uygulama etkisi için zamana ihtiyaç vardır, bu da yaklaşık 12 ve 16 saat olmalıdır, fakat bu çeşide göre de değişmektedir. 1-MCP' nin bir



haftalık uygulanması, 120 gün 20°C de 'R. Delicious' elmasının yumuşamasını önlemiştir. Bununla birlikte, bozulma, uygulanmamış meyvelerde azalırken, 1-MCP ile engellenemez ve yükseltilmiş sıcaklıkta taşınan meyveler için sorun önemli olabilir. Dahası, titre edilebilir asit ve nem yüksek sıcaklıkta hızla kaybolur. 1-MCP ile uygulama soğuk depolama için uzun sürelidir fakat oda sıcaklığında daha kısa periyotlar için kullanılır, özellikle raf ömrü periyodu süresince elma kalitesini korumak amacıyla kullanılmıştır (Beaudry and Watkins 2001).

Olgunlaşma parametrelerinde 1-MCP' nin etkisi şeker içeriğinde ve nişasta bozulmasındaki etkisi sertlikteki kadar etkili bulunmamıştır. Bu durum depolamadan sonra meyve kalitesi için önemli bir yere sahiptir. Aromada 1-MCP' nin etkisi ölçülmüş, 1 ppm den büyük konsantrasyonlarda aroma üretiminde bileşikler içinde azalma görülmüştür, dolayısıyla aromada meydana gelen benzer azalmalar kontrollü atmosferde depolamada etkilidir. Aroma azalması bazı çeşitlerde diğerlerinden daha fazla önem taşıyabilir. Ticari araçlar gibi 1-MCP' nin gelişimi endüstride meyve kalitesini koruyucu bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte, elmalarda 1-MCP' nin etkisi uzun kazançlardandır ve bu güçlü araçların önemli adaptasyonu tavsiye edilmiştir. 1-MCP' nin faydası ticari süreçte hiç şüphesiz kaliteli elmaların pazarlanmasında daha da artacaktır (Beaudry and Watkins 2001).

Elmalarda 1-MCP' nin faydası, meyve suyu içeriği, beğeni, tüketicinin diliyle çıtır elma, meyve eti sertlik, titre edilebilir asit ve kritik test bileşenlerini içermektedir. Yeşil sebzeler için 1-MCP sertliğin ve yeşil rengin korunması açısından önemlidir. Paketleyici/taşıyıcı düzeyinde optimal tat geliştirme ve taşıma sırasında uzun mesafeye dayanıklılığa daha fazla gereksinim duymaktadır. Bu yararlar üründen ürüne değişecektir fakat bütününde hasat kalitesini koruyacaktır. Ticari elma paketleyicileri daha fazla ispatta bulunarak bir deneme yürütmüşler ve 1-MCP' nin meyvelerde sertlik ve TA' sını koruyabildiğini tespit etmişlerdir. Yapılan denemede 4 ayrı yetiştiriciden toplam 1250 kasa Red Delicious meyvesi kullanılmıştır. KA' de 9,5 ay depolama sonrası 1-MCP uygulanmış meyvelerin analizinde 15.7 lb sertlik, hasattaki başlangıç sertliğinden sadece 0.6 lb daha az olmuştur. NA' de 9,5 ay depolamadan sonra analiz edilen meyvelerde meyve eti sertlik 13.7 lb belirlenmiş, KA dekine benzer olarak hasattaki başlangıç sertliğinden 2.4 lb daha az bulunmuştur (Bates ve Warner 2001).

Meyve eti sertliğinde 1-MCP' nin mükemmel etkisi, farklı türler arasında test edilerek kararlaştırılmıştır. Meyve eti sertlik ölçümleri meyveler NA veya KA koşullarında depolandıklarında, 180 gün sonra alınmıştır. Elmalar, 180 gün sonra sertliklerini kaybetmişler, ticari standartları azalmıştır. 1-MCP minimum özellikte NA' de 4, 180 gün KA koşullarında 6, 10 ay gibi uzun bir süre meyve eti sertlik korunmuştur. Elma meyvesinde titre edilebilir asitlik oranı, başka bir kalite ölçütüne elma lezzetine bağlantılıdır. Depolama sırasında çözünebilir şeker oranı sabit kalır. Normal atmosferde depolananlarda titre edilebilir asit oranı etilen üretimini azaltır. Sonuç olarak, uzun dönem meyve depolanan ortamda optimum şeker oranından daha azdır. 1-MCP' nin, şekerin nişastaya dönüşümünde hiçbir etkisi yoktur ama depolama esnasında TA gerilemesini yavaşlatır. Bu durumda, SmartFresh™ etkisi, depolama esnasında optimum şeker dengesini sürdürür. TA, Fuji elmalarında NA' de veya KA' de 0 °C' de 3, 6 ve 9 ay depolanmadan sonra ölçülmüş, NA şartlarında, TA yüzdesi uygulanmışlarda uygulanmamışlara oranla yüksek bulunmuştur (Reed 2001).

Kiraz çeşitlerinden Lambert Compact, 2002 Temmuz tarihinde Slovonja Bilje meyve bahçelerinden hasat edilmiştir. 24 sa 25°C' de meyvelere 3 ayrı konsantrasyonda 1-MCP uygulanarak (0, 400, 800nl/lt) soğuk depoda (0-4 °C) 12 gün saklanmıştır. Depolama sonucunda meyvelerde toplam antosyan ve hidroksinamik asitler için analiz yapılmıştır. Meyve rengi uygulama süresince her 3 günde bir kontrol edilmiştir. 1-MCP uygulanmışlarda soğuk depolama süresince meyve renginde herhangi bir değişim görünmemiştir. Soğukta depolanan bütün meyveler, 1-MCP uygulanmışlarda kontrol meyvelerinden daha azdır. 1-MCP' nin en yüksek dozunu 12 günlük depolama süresinde uygulanmasıyla çürüme oranlarında azalmalar meydana gelmiştir. Örneğin 800nl/litre uygulanmışlarda %7 meyve çürümesi görülürken 400 nl/litre uygulamalarında ise %21 lik bir çürüme meydana gelmiştir. Çürümelerdeki artış antosyan içeriğiyle bağlantılı olarak değişmektedir dolayısıyla en düşük çürüme oranına rastlanan meyvede antosyan oranı da az belirlenmiştir (Mozetic ve ark. 2004).

Şeftaliler [*Prunus persica* (L.) Bastch] hasat sonu raf ömrü, kısmen yüksek oranda solunum yapması nedeniyle hızlı olgunlaşmaktadırlar. Bu oluşumlar etilen üretimi ve hareketi ile ilgilidir. Şeftaliler, iki farklı olgunlaşma aşamasında hasat edilmiş (olgun yeşil ve olgun) ve 1-MCP ile uygulanmış, etilenin rekabetçi antagonistleri, 25°C' de 12 saat 0, 100, 300 ve 900 nL L<sup>-1</sup> uygulanmıştır. Uygulamadan

sonra, meyveler 6 gün için (25°C) depolanmıştır. 1-MCP ile uygulanmış meyveler, uygulanmamış meyvelerden daha sert ve daha az kabuk rengi göstermiştir. 1-MCP, olgun yeşil aşamada olan meyvelerde meyve bozulması gelişmesini azaltmış fakat olgun meyvelerde bu gözlemlenmemiştir. 1-MCP uygulaması göstermiştir ki ticari potansiyeli açısından olgunlaşmanın ilerlemesini önlemiş ve meyvelerin raf ömrünü artırmıştır (Kluge ve Jacomino 2002).

Taze doğranmış meyve ürünlerinin kalitesi bütün haldeki meyve kalitesine ve hasat ile işleme arasındaki zamana, hazırlama metoduna ve takip eden muhafaza koşullarına (sıcaklık, görece nem, zaman) bağlıdır. Tüketicie iyi kalitede taze doğranmış meyve sunabilmek için sadece kaliteli ve kısmen olgunlaşmış meyveler kullanılmalıdır. Taze doğranmış meyve ürünlerinin ticari olarak pazarlanmasındaki en büyük güçlükler doku yumuşamasına bağlı kesim-sonrası kısa ömürlü olma ve kesik yüzeyde kahverengileşmedir (kesme esnasında serbest kalan fenolik bileşikler üzerindeki polifenol oksidaz aktivitesi sonucu). Olgunlaşma ve büyüme esnasında meyve dokusu yumuşaması etilen tarafından tetiklenir. Hem yumuşama hem de kahverengileşme taze doğranmış meyvelerin hazırlık safhası boyunca ve sonrasında muhafaza aşamalarında efektif soğutma ve soğutma zincirinin sağlanmasıyla geciktirilebilir. Kimyasal sıvıların (askorbik asit, kalsiyum klorid ve sistein gibi) meyve dilimlerinde kahverengileşmeyi geciktirdiği gözlenmiştir. Taze doğranmış ürünlerin yaklaşık %2 ile 4 oksijen ve %10 ile 12 karbondioksit modifiye atmosfer oluşturulmasına yardım eden filmlerle paketlenmesi de meyvelerin kalitelerini muhafaza etmede uygun sıcaklık yönetimine etkin katkıda bulunabilir. Bazı durumlarda taze doğranmış meyvelerin ömürlerini kesim sonrası ilaveten bir veya iki gün uzatmak için 1-MCP uygulaması faydalı olabilir. Bu şekilde 1-MCP taze doğranmış meyvelerde yumuşama ve kahverengileşmede etkililiği incelenmiştir. 1-MCP uygulaması ya kesim öncesi bütün, kısmen olgunlaşmış meyvelere veya kesimden hemen sonra taze doğranmış ürünlere (dilimler veya kalın dilimler) yapılmıştır. Kalite değerlendirmeleri, meyve dilimlerinin 5°C' de aralıklarla renk ve sertliği içermektedir. Aynı zamanda solunum oranları ve etilen üretimi de ölçülmüştür. Bu noktaya kadar elde edilen sonuçlar muzların kesim öncesi 1-MCP' ye maruz bırakılması daha fazla etilen üretimini tetiklemiştir ve muz dilimlerinin yumuşamasına veya kahverengileşmesine etki göstermemiştir. Aksine muz dilimlerinin 1-MCP' ye maruz bırakılması etilen üretimi ve

kahverengileşme oranlarına hiç bir etkide bulunmamış fakat yumuşama oranlarını düşürmüş ve doğrama sonrası ömürlerini 10°C' de 1 ile 2 gün, özellikle 2 ppm etilene maruz bırakıldıklarında, uzatmıştır. Kivilerde hem kesim öncesi bütün meyvelerin hem de kesim sonrası dilimlerin 1-MCP' ye tepkisi kivi dilimlerinde yumuşamanın 5°C' de 1 ile 2 gün gecikmesi şeklinde olmuştur. Eş zamanlı olarak 1-MCP uygulamasıyla etilen üretim oranında gerileme olmuştur (Vilas ve Kader 2001).

Yapılan bir çalışmada "Tomy Atkins" mangoları 2 olgunlaşma döneminde hasat edilmiş ve bir gün sonra oda sıcaklığında 12 saat 100 ve 500 nL.L<sup>-1</sup> oranlarında 1-MCP uygulanarak bekletilmiştir. Bazı meyveler modifiye atmosfer için Xtend™ ile sarılmış 1-MCP ve modifiye atmosferin birlikte etkisini belirlemek için (modifiye atmosferli veya modifiye atmosfersiz) 25 günlük 11.5 ± 1.7 °C sıcaklık ve % 86.1 ± 8.4 nisbi nem değerlerinde depolama süresince ve onu izleyen 25.4 ± 0.2 °C sıcaklık ve % 97.6 ± 1.2 nem değerlerinde 7 günlük raf ömründe depolanmıştır. Duyusal analizler depolamadan sonra belirlenmiş parlaklık (L) mangoların yeşil kabuğundan ölçülmüş 25 güne kadar 1-MCP tarafından etkilenmiş ve değerler MA siz depolanan meyvelerde daha yüksek çıkmıştır. MA depolama süresince meyve ağırlık kaybını korumak açısından oldukça etkilidir. MA' siz depolanmış meyveler ve 100 nL.L<sup>-1</sup> 1-MCP uygulanmışlar daha sert fakat bu duyusal kontrolü ortaya çıkarmamıştır. Duyusal analizler, MA ve onların MA de tutulmaksızın 500 nL.L<sup>-1</sup> 1-MCP uygulanmışlarında olgunlaşmayı ortaya koymuş ve hızlandırmıştır. Aromadaki veya renk arasındaki değişimin kontrol ve 100 nL.L<sup>-1</sup> uygulanmış meyvelerde farklılaşmadığı belirlenmemiştir (Cocozza ve ark. 2004).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

U.Ü. Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Araştırma ve Uygulama Bahçesindeki MM106 anacına aşılı 12 yaşlı ağaçlardan hasadı gerçekleştirilen Granny Smith elmaları, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Soğuk Muhafaza Araştırma ve Uygulama Ünitesine getirilmiştir. Uygulama ve muhafaza için uygun olanları seçilerek bir kısmına 1-MCP uygulanmış ve uygulanmamış elmalar MA oluşturularak soğuk hava deposuna alınmıştır.

Granny Smith elma çeşidinin kaynağı Avustralya'dır. Ağaç özellikleri ağacı zayıf-orta kuvvette, yarı dik-yayvan gelişir, her yıl ve bol ürün verir. Meyvesi orta iri-iri, yeşil zemin üzeri hafif donuk sarı renkli, kalitesi çok iyi olup, sert, çok sulu ve kendine özgü mayhoş bir tadı vardır. Meyveleri uygun şartlarda soğuk depolarda 9 ay süre ile saklanabilir. Geleneksel yerli elma çeşitlerimizden Hüryemez ve Demir Elmalarının yerini alma seyrini izlemektedir (Yapıcı 1988).

Muhafazaya ve uygulamaya uygun olan elmalar, AgroFresh A.Ş., Rohm ve Haas şirketlerinden temin edilen 0,625 ppm 1-MCP (Ethylbloc<sup>TM</sup>; % 0.14), 120 lt lik hava sızdırmaz plastik bidonlar içinde 24 saat +3°C' de gaz şeklinde uygulanmıştır. Bir gün sonunda ortam iyice havalandırılmıştır. Uygulama yapılmış ve yapılmamış elmalar 16x25 ebatlarındaki polistren kaplara her birine 5'er meyve konarak, modifiye atmosfer oluşturulmak üzere 27 µ kalınlığındaki düşük yoğunluklu delikli polietilen (LDPE) örtü materyali ile kaplanmıştır.

Modifiye atmosferi oluşturmak üzere denemede kullanılan LDPE örtü materyalinin kalınlık ve 0°C' deki gaz geçirgenlikleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Araştırma Enstitüsü' ne test ettirilmiştir. Buradan alınan sonuçlara göre, LDPE' nin kalınlığı 27µ, 0°C' deki O<sub>2</sub> geçirgenliği 116,34 ml/m<sup>2</sup>-gün-atm ve CO<sub>2</sub> geçirgenliği 115,92 ml/m<sup>2</sup>-gün-atm olarak belirlenmiştir.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Granny Smith Elma Çeşidine 1-MCP Uygulanması ve Soğukta Muhafazası

Optimum olgunlukta hasat edilen elmalar, hızla Bahçe Bitkileri Bölümü Soğuk Muhafaza Araştırma ve Uygulama Ünitesindeki Hasat Sonu Fizyolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Burada seçilen elmalara 0,625 ppm 1-MCP, 120 lt lik 3 hava sızdırmaz plastik bidon içerisinde gaz şeklinde 24 saat +3°C de uygulanmıştır (Şekil 3.1). Kontrol meyveleri de aynı süre ve ortam koşulunda 1-MCP uygulanmaksızın bekletilmiştir. Ertesi gün çalışmada modifiye atmosfer ambalaj materyali olarak kullanılacak delikli 27µ LDPE plastik örtü materyali her birinde 5 meyve olacak şekilde polistrende sarılarak her bir kasaya 3 er poşet olmak üzere 36x51x14 cm boyutlarındaki plastik kasalara yerleştirilmiştir. Önceden belirlenmiş analiz dönemlerinde (0., 90., 180. günler) kullanılmak amacıyla Granny Smith elmaları için önerilen  $0\pm 0.5$  °C sıcaklık ve %90-95 nispi nem koşullarında 180 gün süreyle muhafazaya alınmıştır. Muhafazaya ilaveten meyveler; raf ömrü durum tespiti amacıyla; 7 gün süreyle  $20\pm 2$  °C sıcaklık ve %60±5 nispi nem koşullarında tutulmuşlardır. Analizler depolama süresince 90 gün arayla (0, 90, 180) ve raf ömrü periyodu sonunda (90+7, 180+7) yapılmıştır.



Şekil 3.1. Granny Smith Çeşidine 1-MCP' nin Uygulanması

Deneme süresince; muhafaza ve raf ömrü sıcaklıklarının belirlenmesinde dijital termometre, depo nemini belirlemek amacıyla dijital nem ölçer kullanılmıştır.

Araştırma “Tesadüf Parselleri Faktöriyel Deneme Deseni” ne göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemeden elde edilen tüm veriler 0,05 düzeyinde DUNCAN testine göre değerlendirilmiştir.

### **3.2.2. Granny Smith Elma Çeşidinde Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Yapılan Fiziksel ve Kimyasal Analizler**

Muhafaza ve raf ömrü süresince belirlenen analiz dönemlerinde, elmalarda yapılan fiziksel ve kimyasal analizler aşağıda açıklanmıştır:

#### **Ağırlık Kaybı (%)**

Ürünlerin, muhafaza başlangıcında ağırlıkları tespit edilmiş ve her analiz döneminde ağırlıkları tekrar belirlenerek kayıplar, başlangıca göre (%) olarak bulunmuştur. Ölçümler 0.01 duyarlı terazi ile g cinsinden yapılmıştır.

#### **Solunum Hızı (mg CO<sub>2</sub>/ kg h)**

Ürünlerin hasat tarihinden depolama süresi ve raf ömrü sonuna kadar solunum hızlarında meydana gelen değişimler, CO<sub>2</sub> absorpsiyonu esasına dayanan Sürekli Hava Akımı Yöntemi ile mgCO<sub>2</sub>/kg.saat olarak, laboratuvar koşullarında (20±2°C) tespit edilmiştir (Dokuzoğuz 1960).

#### **Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) (%)**

Granny Smith elmalarından blender yardımıyla elde edilen meyve suyundaki suda çözünebilir kuru madde miktarı, N.O.W. (%0-32) refraktometresi kullanılarak % olarak belirlenmiştir.

#### **Titre Edilebilir Asit (TA) (%)**

Elmadan elde edilen meyve pulpundan 20 g numune alınıp, üzerine saf su ilave edilerek 100 ml' ye tamamlanmıştır. Karışımdan 20 ml örnek alınmış ve üzerine fenolfitalein belirtecinden 2-3 damla katıldıktan sonra 0.1 N NaOH çözeltisi ile en az 30sn kalan koyu pembe bir renk elde edilene kadar titre edilmiştir. Sonuçlar “malik asit” cinsinden (%) olarak hesaplanmıştır.

## **pH**

pH değerleri; hazırlanan belirli miktardaki meyve pulpunun yine belirli miktardaki saf su ile homojenize edilmesinden sonra cam elektrolu ve NEL pH 900 marka dijital pH metre yardımı ile tespit edilmiştir.

## **Meyve Eti Sertliği (lb)**

Meyve eti sertliğinin değişimi meyvelerin ekvatorial bölgesinden ve en az iki yerinden FT 327 marka penetrometrenin 11.1 inc' lik kalın uçlu başlığı ile lb olarak belirlenmiştir.

## **İçsel Etilen Konsantrasyonu (ppm)**

Elmaların çiçek çukuru bölgesinden spinal enjeksiyon iğnesiyle çekirdek evine ulaşılarak 10 ml lik enjeksiyon şırıngalara çekilen etilen gazı ile doldurulmuş 2,5 lt lik cam kavanozlarda 0 °C' de bekletilmiştir. Her analiz döneminde alınarak bekletilen etilen gazı daha sonra 10ml lik şırıngalardan 1 ml lik insülin şırıngalarına geçirilmiştir. Önceden etilen standardı verilmiş Agilent Technologies 689 on. Network GC System marka 150°C' de FID detektör gaz kromatografisine etilen gazı bir kerede verilmiş ve bilgisayar programı ile okunan değerler ppm cinsinden değerlendirilmiştir (Larrigaudiere ve ark. 1996).

## **Yüzeysel Yanıklık Oranı ve Şiddeti (%)**

Yüzeysel yanıklık oranı (Incidence of Superficial Scald) meyve popülasyonu göz önüne alınarak değerlendirilmiştir. Yüzeysel yanıklık şiddeti (Severity of Superficial Scald) her bir meyve için belirlenirken, 0: yok; %1-10: çok az; %11-33: orta; %34-66: fazla; %67-100: çok fazla değerleri kullanılmıştır (Zanella 2003).

## **Diğer Hastalık ve Bozulmaların Oranı (%)**

Çeşitli fizyolojik bozulmaların ve çürümelere oranı, her analiz döneminde belirlenmiştir. Diğer hastalık ve bozulmaların oranı belirlenirken her bir kasa içindeki 15 meyveden kaçında acı benek hastalığının bulunduğu tespit edilmiş (özellikle belirgin olarak bu hastalık dikkati çektiği için) ve 0: yok; %1-10: çok az; %11-33: orta; %34-66: fazla; %67-100: çok fazla olarak belirtilmiştir.



### **Genel Görünüm ve Tat**

Değerlendirmeler, 5 kişiden oluşan panelistler tarafından genel görünüm ve kalite değerleri incelenerek 10 üzerinden verilen puanlamaya göre (10-9: çok iyi; 8-7: iyi; 6-5: orta; 4-3: kötü; 2-1: çok kötü) yapılmıştır.

Panelistler değerlendirmeyi meyve sapının rengi, canlılığı, meyve kabuk rengi, su kaybı ve buruşma olarak yansımaları, çeşitli hastalık ve zararlıların sebep olduğu kusurları dikkate alarak yapılmıştır.

### **Meyve Kabuk Rengi**

Meyvelerin kabuk renkleri, Minolta marka CR 300 renk ölçer ile her bir meyvenin iki yüzünden okuma yapılmak suretiyle Lab alanında belirlenmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Soğukta Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler

Granny Smith elmalarının  $0\pm 0.5$  °C sıcaklık ve %90-95 nispi nem koşullarında 180 günlük muhafazaları sonucunda, meyvelerde yapılan analiz ve ölçümlerin depolama süresince değişimleri Çizelge 4.1.ve 4.2.' de verilmiştir.

#### 4.1.1. Ağırlık Kaybı

Granny Smith elmalarının soğukta muhafaza ve raf ömrü süresince meydana gelen ağırlık kayıplarındaki istatistiksel değişimler olarak önemli bulunmuştur.

Muhafaza süresince ağırlık kayıplarındaki farklılıklar muhafaza şekli itibariyle ele alındığında, NA' de meydana gelen ağırlık kayıplarının MA' den daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ağırlık kayıplarındaki değişimleri raf ömrü süresince incelediğimizde, en fazla ağırlık kaybının 180+7. günde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

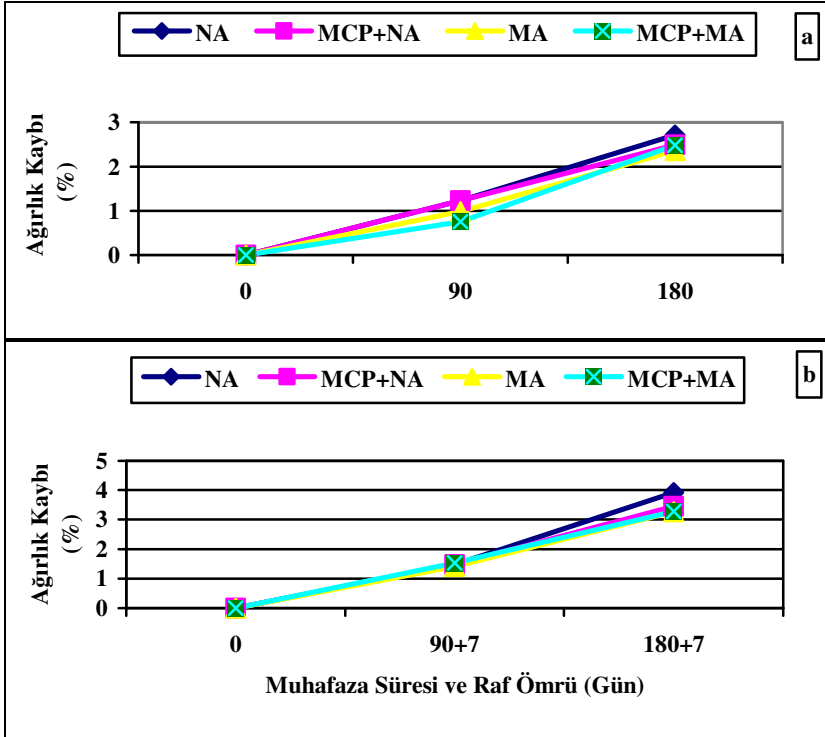
MA' de hem 1-MCP uygulanmış hem uygulanmamış elmalarda NA' göre ağırlık kaybı daha az görülmüştür. Bu etki raf ömrü sonuna kadar devam etmiştir.

**Çizelge 4.1.** Granny Smith Çeşidinde Normal ve Modifiye Atmosfer Koşullarında Soğukta Muhafaza Süresince Belirlenen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler

| Muhafaza Süresi (Gün) | Uygulama | Ağırlık Kaybı (%) | Solunum Hızı (mgCO <sub>2</sub> /kgh) | SÇKM (%) | TA (%)   | PH      | Meyve Eti Sertlik (lb) | İçsel Etilen (ppm) | Yüzeysel Yanıklık Oranı (%) | Yüzeysel Yanıklık Şiddeti (%) | Genel Görünüm | Tat     |
|-----------------------|----------|-------------------|---------------------------------------|----------|----------|---------|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|---------|
| 0                     | NA       | 0.00 c            | 46.61 d                               | 13.90 c  | 0.14 ab  | 3.13 d  | 19.37 a                | 2.32 b             | 0 b                         | 0 c                           | 10.00 a       | 8.00 ab |
|                       | MCP+NA   | 0.00 c            | 46.61 d                               | 13.90 c  | 0.14 ab  | 3.13 d  | 19.37 a                | 2.32 b             | 0 b                         | 0 c                           | 10.00 a       | 8.00 ab |
|                       | MA       | 0.00 c            | 46.61 d                               | 13.90 c  | 0.14 ab  | 3.13 d  | 19.37 a                | 2.32 b             | 0 b                         | 0 c                           | 10.00 a       | 8.00 ab |
|                       | MCP+MA   | 0.00 c            | 46.61 d                               | 13.90 cf | 0.14 ab  | 3.13 d  | 19.37 a                | 2.32 b             | 0 b                         | 0 c                           | 10.00 a       | 8.00 ab |
| 90                    | NA       | 1.23 b            | 113.38 a                              | 16.26 a  | 0.15 a   | 3.29 cd | 16.20 cd               | 20.98 a            | 0 b                         | 0 c                           | 9.00 ab       | 8.00 ab |
|                       | MCP+NA   | 1.23 b            | 117.00 a                              | 16.40 a  | 0.09 c   | 3.25 cd | 17.45 bc               | 3.88 b             | 0 b                         | 0 c                           | 9.25 bc       | 7.50 bc |
|                       | MA       | 0.99 b            | 126.18 a                              | 16.26 a  | 0.11 abc | 3.28 cd | 16.35 cd               | 15.94 a            | 0 b                         | 0 c                           | 9.00 ab       | 7.58 bc |
|                       | MCP+MA   | 0.76 b            | 116.69 a                              | 16.03 ab | 0.13 abc | 3.24 cd | 19.00 a                | 0.49 b             | 0 b                         | 0 c                           | 9.25 bc       | 6.30 c  |
| 180                   | NA       | 2.71 a            | 77.07 c                               | 15.66 ab | 0.10 bc  | 3.45 ab | 15.33 d                | 19.73 a            | 86 a                        | 55 b                          | 7.75 de       | 8.00 ab |
|                       | MCP+NA   | 2.49 a            | 37.69 d                               | 16 ab    | 0.13 abc | 3.33 bc | 19.28 a                | 1.13 b             | 0 b                         | 0 c                           | 8.00 d        | 9.00 a  |
|                       | MA       | 2.36 a            | 92.53 b                               | 14.66 bc | 0.11 abc | 3.46 ab | 14.91 d                | 21.30 a            | 93 a                        | 66 a                          | 7.75 de       | 7.50 bc |
|                       | MCP+MA   | 2.35 a            | 84.54 bc                              | 15.9 ab  | 0.11 abc | 3.53 a  | 18.28 ab               | 1.32 b             | 0 b                         | 0 c                           | 8.00 d        | 7.50 bc |

**Çizelge 4.2.** Granny Smith Çeşidinde Normal ve Modifiye Atmosfer Koşullarında Raf Ömrü Süresince Belirlenen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler

| Muhafaza Süresi (Gün) | Uygulama | Ağırlık Kaybı (%) | Solunum Hızı (mgCO <sub>2</sub> /kgh) | SÇKM (%)  | TA (%)  | PH      | Meyve Eti Sertlik (lb) | İçsel Etilen (ppm) | Yüzeysel Yanıklık Oranı (%) | Yüzeysel Yanıklık Şiddeti (%) | Genel Görünüm | Tat     |
|-----------------------|----------|-------------------|---------------------------------------|-----------|---------|---------|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|---------|
| 0                     | NA       | 0.00 c            | 46.61 d                               | 13.90 d   | 0.14 a  | 3.13 f  | 19.37 a                | 2.32 c             | 0 e                         | 0 c                           | 10.00 a       | 8.00 ab |
|                       | MCP+NA   | 0.00 c            | 46.61 d                               | 13.90 d   | 0.14 a  | 3.13 f  | 19.37 a                | 2.32 c             | 0 e                         | 0 c                           | 10.00 a       | 8.00 ab |
|                       | MA       | 0.00 c            | 46.61 d                               | 13.90 d   | 0.14 a  | 3.13 f  | 19.37 a                | 2.32 c             | 0 e                         | 0 c                           | 10.00 a       | 8.00 ab |
|                       | MCP+MA   | 0.00 c            | 46.61 d                               | 13.90 d   | 0.14 a  | 3.13 f  | 19.37 a                | 2.32 c             | 0 e                         | 0 c                           | 10.00 a       | 8.00 ab |
| 90+7                  | NA       | 1.48 b            | 124.86 a                              | 16.80 a   | 0.12 ab | 3.28 de | 15.36 c                | 23.12 b            | 72 d                        | 78 a                          | 9.00 ab       | 7.25 b  |
|                       | MCP+NA   | 1.47 b            | 122.95 a                              | 16.40 ab  | 0.14 a  | 3.23 e  | 17.02 b                | 1.30 c             | 0 e                         | 0 c                           | 9.30 bc       | 7.55 b  |
|                       | MA       | 1.41 b            | 104.95 b                              | 15.76 a   | 0.12 ab | 3.28 de | 14.63 cd               | 25.43 b            | 81 c                        | 78 a                          | 9.00 ab       | 8.30 ab |
|                       | MCP+MA   | 1.40 b            | 98.96 b                               | 16.53 ab  | 0.12 ab | 3.26 de | 18.52 a                | 3.60 c             | 0 e                         | 0 c                           | 9.32 bc       | 8.35 ab |
| 180+7                 | NA       | 3.91 a            | 76.34 c                               | 15.50 bc  | 0.10 bc | 3.40 b  | 13.70 d                | 53.88 a            | 88 b                        | 60 b                          | 7.75 de       | 8.25 ab |
|                       | MCP+NA   | 3.45 a            | 74.05 c                               | 16.10 abc | 0.12 ab | 3.30 d  | 18.30 ab               | 0.49 c             | 0 e                         | 0 c                           | 8.25 d        | 9.00 a  |
|                       | MA       | 3.26 a            | 68.34 c                               | 15.10 c   | 0.08 c  | 3.45 a  | 14.62 cd               | 52.96 a            | 95 a                        | 70 a                          | 7.75 de       | 7.00 b  |
|                       | MCP+MA   | 3.25 a            | 78.32 cd                              | 16.30 ab  | 0.12 ab | 3.35 c  | 18.25 ab               | 1.67 c             | 0 e                         | 0 c                           | 8.20 d        | 8.25 ab |



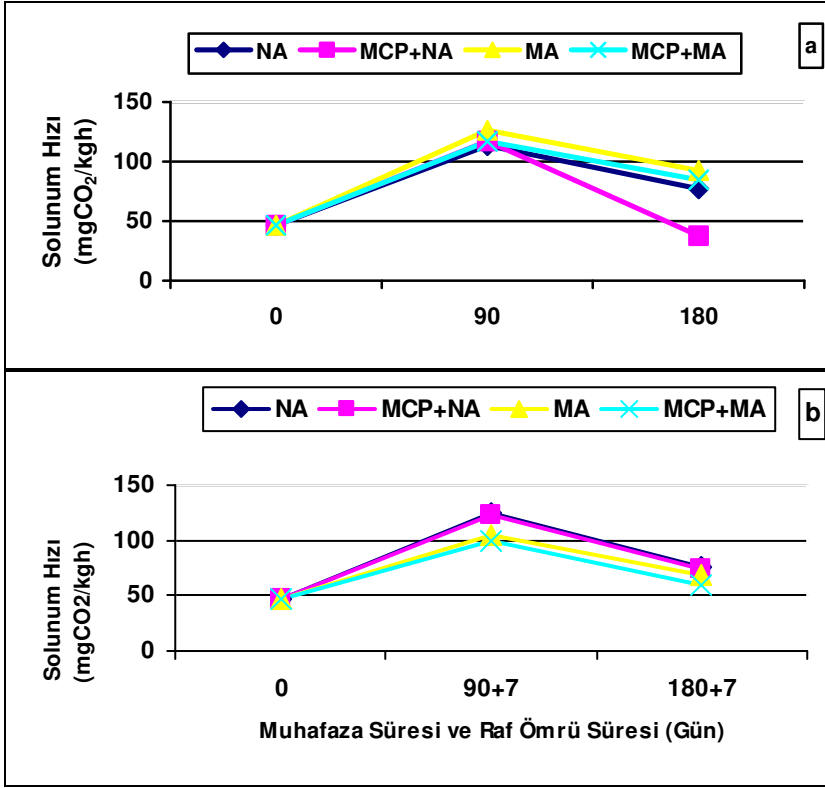
Şekil 4. 1. Granny Smith Çeşidinin Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Ağırlık Kaybı Değişimleri

#### 4.1.2. Solunum Hızı

Muhafaza ve raf ömrü süresince solunum hızlarında meydana gelen değişimlerin istatistiki olarak da önemli olmadığı belirlenmiştir.

Muhafaza şekilleriyle birlikte uygulamalara bakıldığında her iki muhafaza şeklinde de 1-MCP' li olarak muhafaza edilen elmaların solunum hızı 1-MCP' siz olarak muhafaza edilen elmalara göre farklı sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.2).

Muhafaza süresince solunum hızı değişimleri muhafaza şekli itibariyle ele alındığında 180.güne kadar NA' deki uygulamaların solunum hızlarının MA' den daha az olduğu görülmüştür (Şekil 4.2). İki grup (NA ve MA) arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak da önemli olmadığı belirlenmiştir. 180. gün muhafazaya ilaveten 7 günde raf süresi sonunda 1-MCP' li uygulamaların solunum oranları özellikle MA koşulunda daha düşük düzeylerde olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4.2.** Granny Smith Çeşidinin Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Solunum Hızı Değişimleri

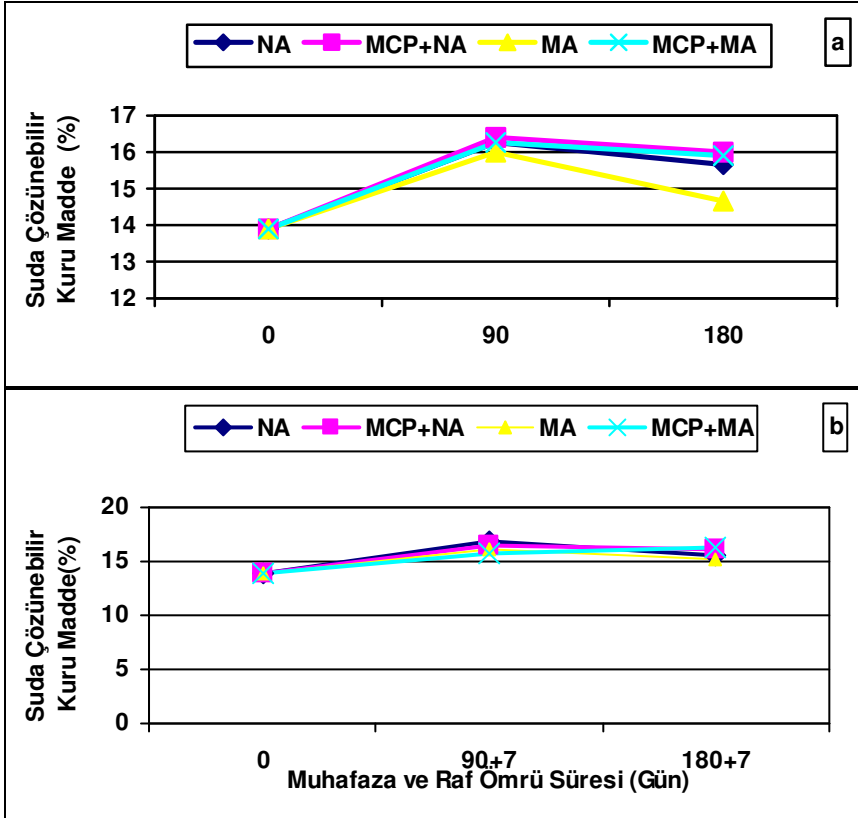
#### 4.1.3. Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM)

Granny Smith elmalarının SÇKM oranları muhafaza süresi ve uygulamalar düzeyinde incelendiğinde; belirlenen farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.1 ve 4.2).

SÇKM değerindeki değişimleri muhafaza süresi bakımından incelediğimizde; en yüksek SÇKM değerinin MCP+NA' de 90. günde görülürken. en düşük SÇKM değerinin ise her iki muhafaza şeklinde de muhafaza başlangıcında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3).

Muhafaza süresi uzadıkça istatistiki olarak önemli olan artışlar genel itibariyle muhafaza ve raf ömrü sonunda uygulamalar arası farklılık önemli değildir (Şekil 4.3).

Raf ömrü süresince SÇKM değeri değişimleri muhafaza şekli itibariyle ele alındığında. NA' deki SÇKM değerinin MA değerinden da yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3).



**Şekil 4.3.** Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM) Oranındaki Değişimler

#### 4.1.4. Titre Edilebilir Asit (TA)

Granny Smith elmalarının muhafazası süresince TA oranlarında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Muhafaza periyodunun başlangıcında 0.14 g/100ml olan titre edilebilir asit oranı, muhafaza süresince çok fazla değişikliğe uğramamış, muhafaza sonunda 0.10 g/100ml olarak değişmiştir.

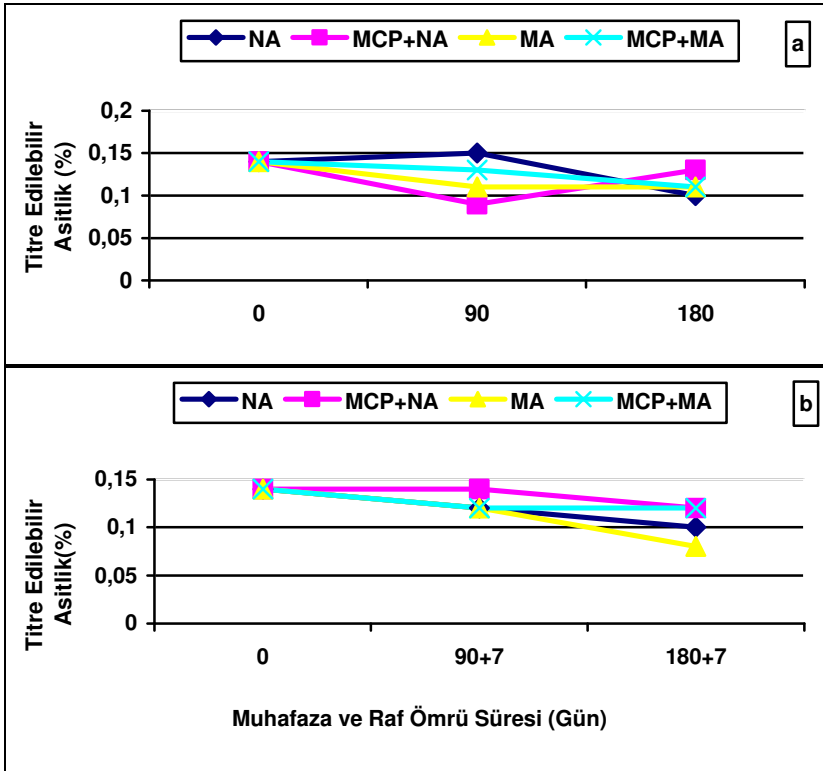
Raf ömrü süresince, fazla değişim göstermeyen TA değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Raf ömrü periyodunun başlangıcında 0.12 g/100ml olan TA, raf ömrü sonunda 0.10 g/100ml olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1. ve 4.2.).

MA' de Granny Smith elma çeşitlerinin TA oranları gerek muhafaza şekli gerekse MCP uygulaması açısından bakıldığında, uygulamalar arası belirlenen farklılıkların önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Muhafaza süresince TA değerlerindeki farklılıklar muhafaza şekli itibariyle ele alındığında NA' de meydana gelen TA değerindeki değişimin MA' deki ile karşılaştırıldığında daha az olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1. ve 4.2.).

Raf ömrü sonu itibariyle en yüksek TA değeri 90+7. gün MCP+NA uygulamalarından alınmıştır. NA koşullarında muhafaza süresince ve 90+7. güne kadar TA değerlerinin korunması yönünde belirgin olan böyle bir etkiden, aynı düzeyde 180+7. günde bahsetmek mümkün değildir (Şekil 4.4).

1-MCP' li uygulamalar, muhafaza süresince yalnızca NA koşulunda, raf ömrü sonunda ise her iki muhafaza koşulunda da TA değerlerinin daha yüksek seviyelerde korunmasını sağlamıştır.



**Şekil 4.4.** Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince TA (%) Değişimleri

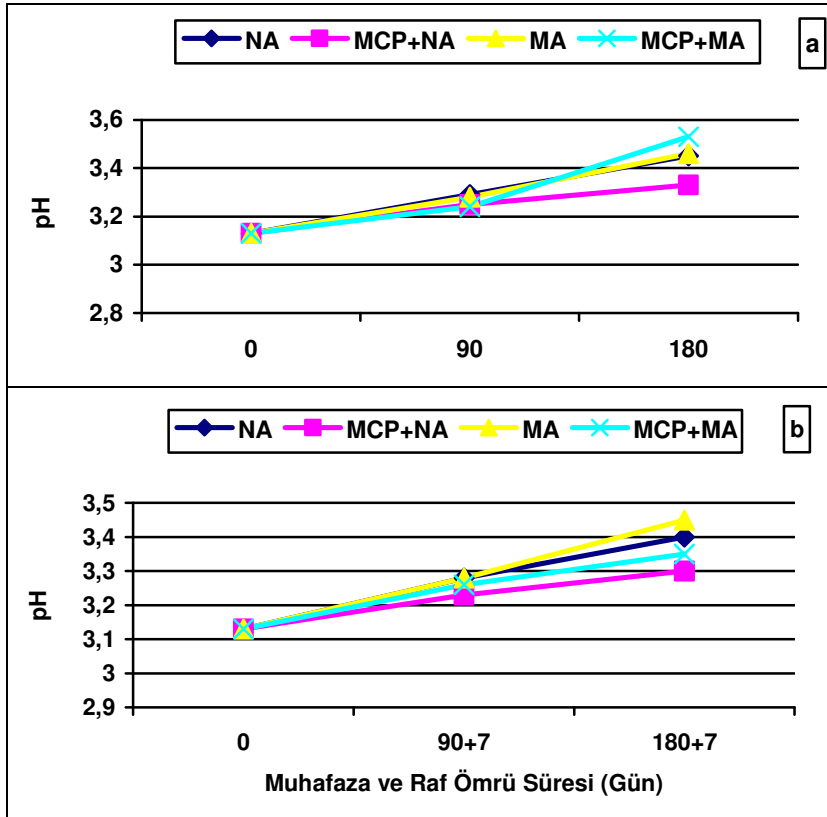


#### 4.1.5. pH

Uygulamaların pH değerleri, muhafaza ve raf ömrü süresince artmıştır. Granny Smith elmalarında zamana bağlı bu artışların istatistiksel olarak önemli olduğu, ancak uygulamalar arasındaki farklılıkların ise önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.1. ve 4.2.). Yani 1-MCP uygulamasının pH değerlerindeki değişimlerin muhafaza ve raf ömrü süresince etkili olmadığı belirlenmiştir.

Titre edilebilir asitliğe bağlı olarak pH değeri zıt yönde 180+7. günde artışla belirgin bir şekilde kendini göstermiştir.

Muhafaza süresince pH değerindeki farklılıklar muhafaza şekli itibariyle ele alındığında. NA' da meydana gelen çok az miktardaki farklılığın MA ile benzer olduğu görülmektedir (Şekil 4.5).



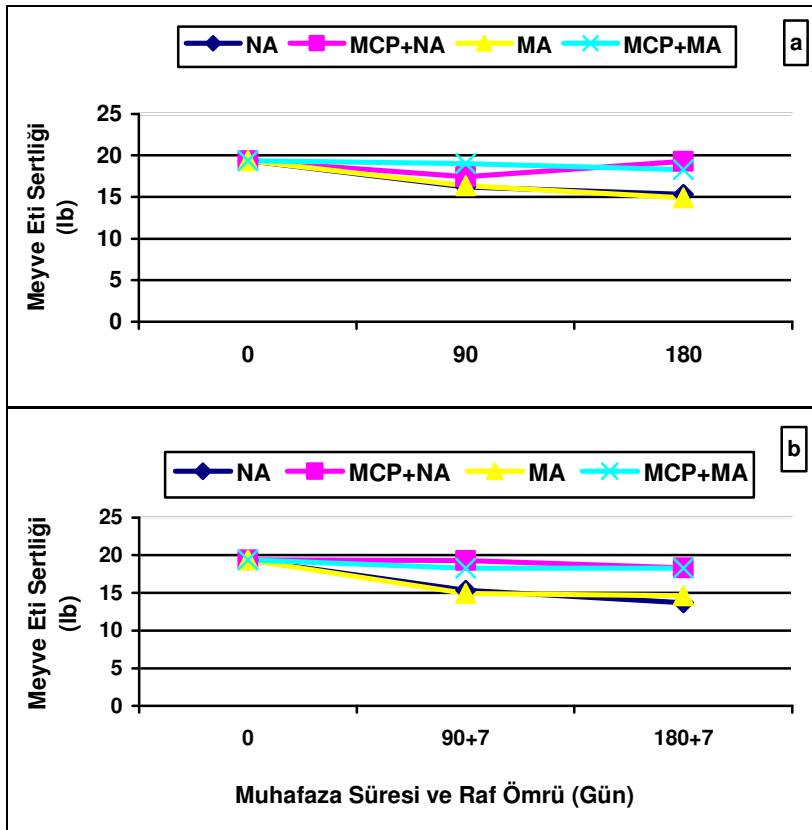
Şekil 4.5. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince pH Oranındaki Değişimler

#### 4.1.6. Meyve Eti Sertliği (MES)

Muhafaza ve raf ömrü süresince Granny Smith elmalarının meyve eti sertlik değerinde meydana gelen azalmalar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1. ve 4.2.).

Granny Smith elma meyvelerinde, muhafaza ve raf ömrü süresinin ilerlemesi meyve eti sertliğinin azalmasına neden olmuştur. Muhafaza ve raf ömrü sonunda en düşük meyve eti sertlik değerlerinin NA ve en yüksek meyve eti sertlik değerlerinin de MCP+NA uygulamasından elde edildiği görülmüştür (Şekil 4.6).

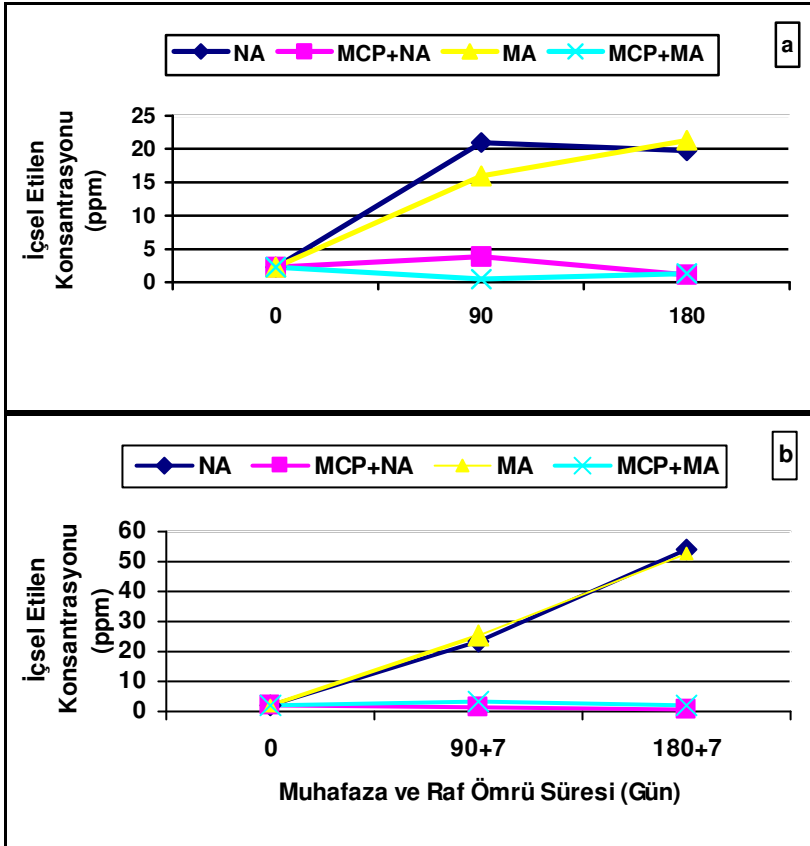
Muhafaza şekilleri ile birlikte uygulamalara bakıldığında, her iki muhafaza şeklinde de en düşük MES değeri 1-MCP' siz olarak muhafaza edilen (NA, MA) elmalarda belirlenirken, en yüksek MES değeri ise 1-MCP' li (MCP+NA, MCP+MA) olarak muhafaza edilen elmalarda tespit edilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Meyve Eti Sertliğindeki Değişimler

#### 4.1.7. İçsel Etilen Konsantrasyonu (ppm)

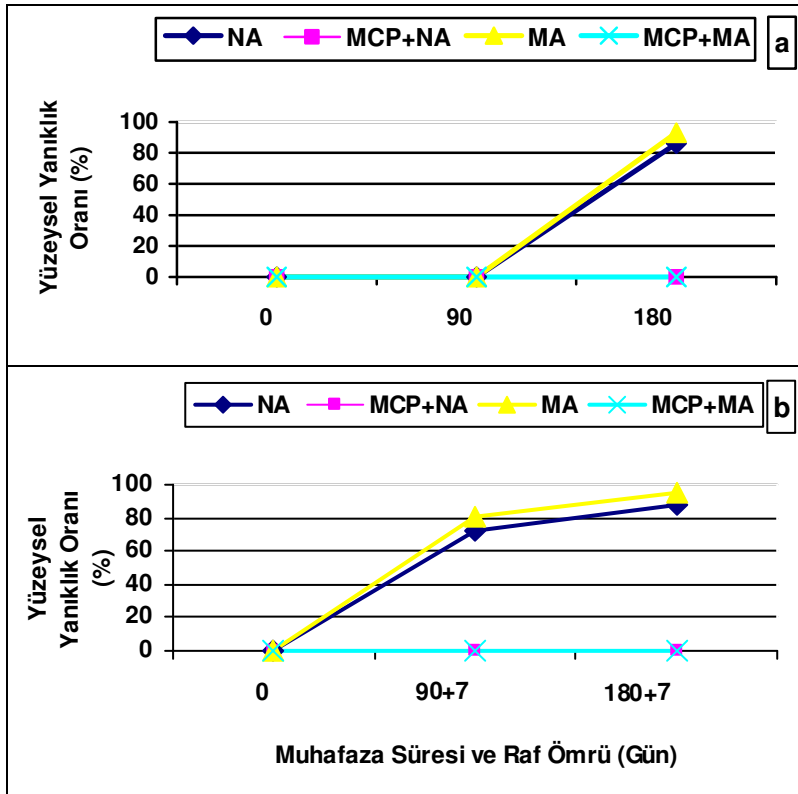
Granny Smith elmalarına 1-MCP uygulamasının içsel etilen konsantrasyonu üzerine etkinliği özellikle NA koşullarında özellikle 90.günde MA uygulamasında belirginlik kazanmıştır. MCP+NA uygulaması içsel etilen konsantrasyonu değerlerini başlangıç seviyelerinde kalacak şekilde tutmuştur. 1-MCP' nin içsel etilen konsantrasyonu üzerine olan bu etkinliği raf ömrü süresince de devam etmiştir. Muhafaza sonunda en yüksek içsel etilen konsantrasyonu değerinin elde edildiği MA uygulamasının oluşturduğu farklılık istatistiksel olarak da önemli olduğu belirlenmiştir. 1-MCP içsel etilen üretimini MCP+NA' da belirgin şekilde baskı altına almış ancak MCP+MA' da bu etki daha az olmuştur. 1-MCP' nin NA ve MA koşullarında etkinliği ise raf ömrü koşullarında belirginlik kazanmış ve istatistikel açıdan önemli olarak belirlenmiştir(Şekil4.7).



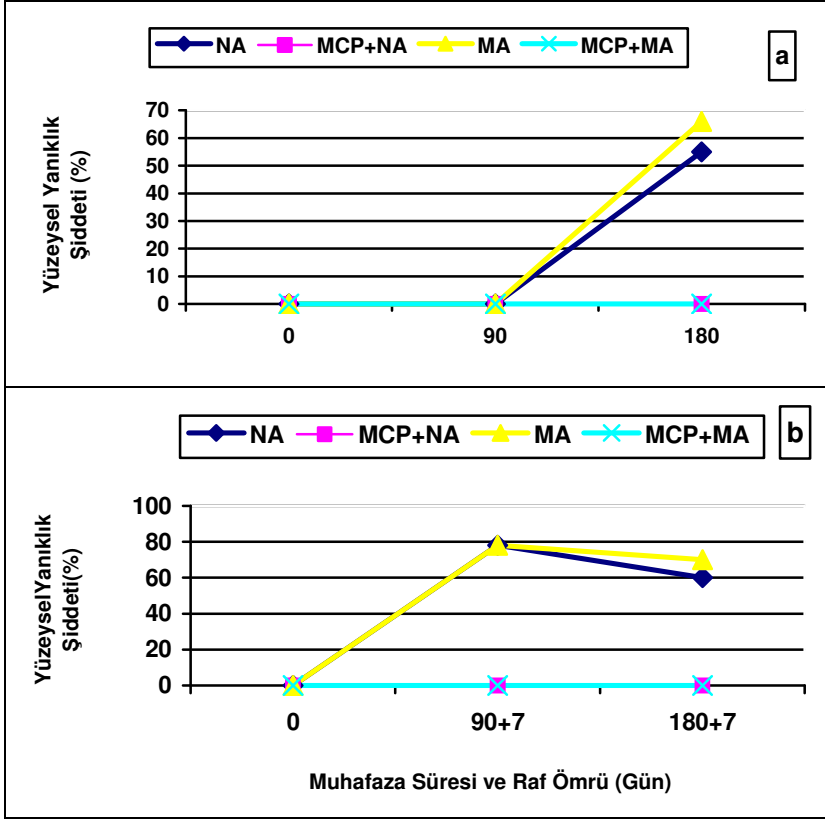
Şekil 4.7. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince İçsel Etilen Konsantrasyonundaki Değişimler

#### 4.1.8. Yüzeysel Yanıklık Oranı ve Şiddeti (%)

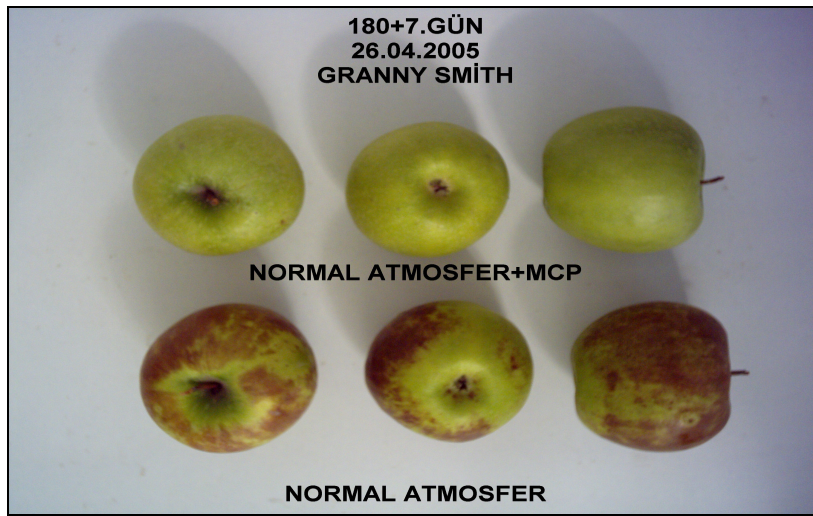
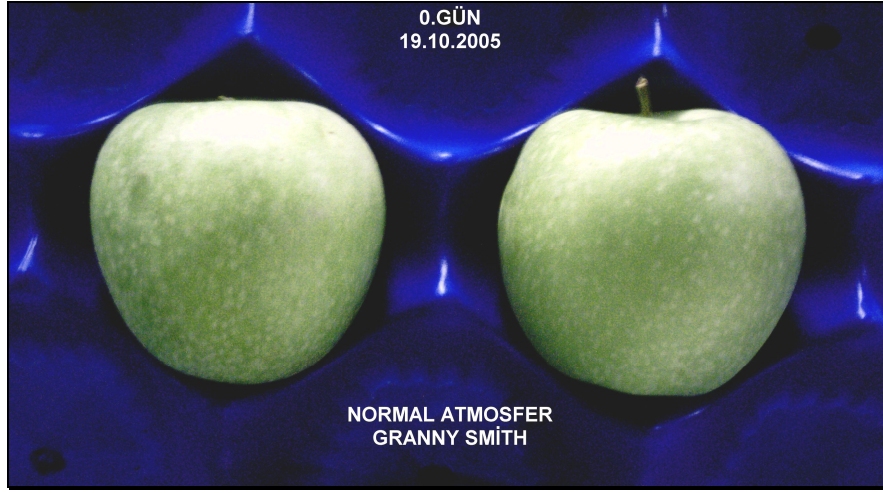
Granny Smith elmalarında, muhafazanın ilerlemesiyle birlikte 180. gün özellikle 1-MCP uygulanmamışlarda NA ve MA' de yüzeysel yanıklığa az miktarda rastlanmıştır. Muhafazaya ilaveten raf ömrü koşullarında bekletme süresince. 90+7. günden itibaren NA ortamında muhafaza edilen meyvelerde yüksek oranlarda yüzeysel yanıklık belirlenmiştir. Muhafazanın ilerlemesi ile birlikte NA uygulamasında yüzeysel yanıklık oranı daha da artmıştır. Raf ömrü süresince de özellikle 1-MCP' siz NA ve MA koşullarında, yanıklığın şiddetinde önemli düzeylerde artışlar kaydedilirken, yanıklığın varlığında olduğu gibi şiddeti de MCP+NA ve MCP+MA uygulamalarında etkili biçimde kontrol altında tutulmuştur (Şekil 4.10 ve 4.11). 1-MCP uygulamasının yüzeysel yanıklık oranı ve şiddeti üzerine olan olumlu etkisi NA koşullarında daha da belirginlik kazanmıştır. Aynı olumlu etkiye daha alt seviyelerde MA koşullarında da rastlanmıştır 1-MCP uygulanmamış elmalarda yüzeysel yanıklık oranı ve şiddetindeki artış MA' de daha belirgin şekilde kendini göstermektedir (Şekil 4.8 ve 4.9).



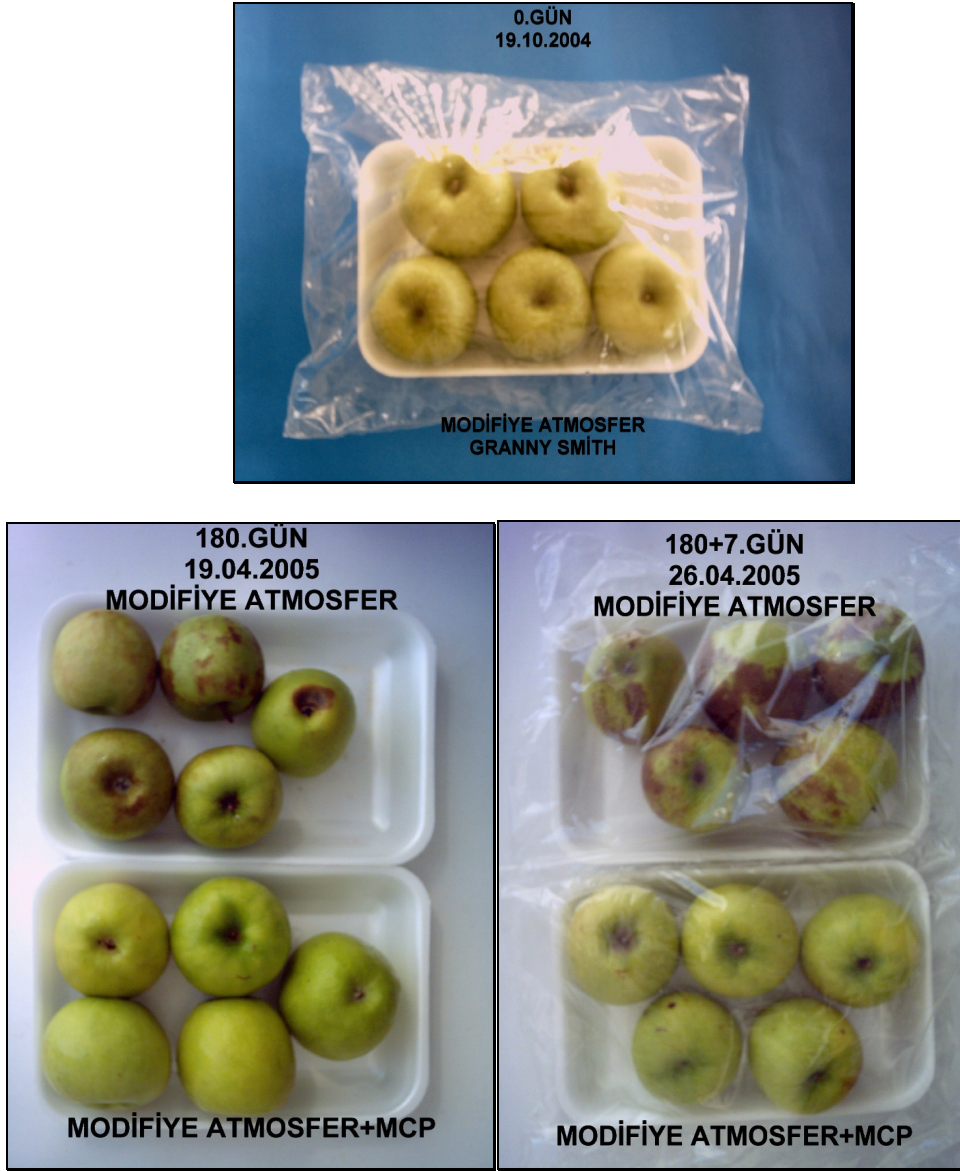
Şekil 4.8. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Yüzeysel Yanıklık Oranındaki Değişimler



**Şekil 4.9.** Granny Smith Çeşidinin Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Yüzeysel Yanıklık Şiddeti Değişimleri



**Şekil 4.10.** Granny Smith Çeşidinde Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Normal Atmosferde Meydana Gelen Yüzeysel Yanıklık Belirtileri

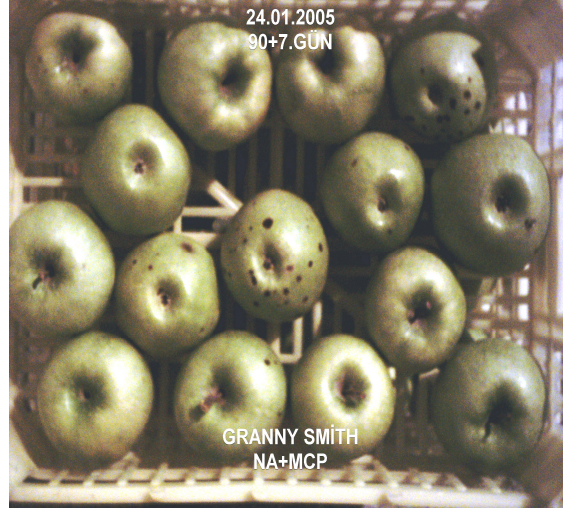


**Şekil 4.11.** Granny Smith Çeşidinde Muhafaza ve Raf Ömrü Süresince Modifiye Atmosferde Meydana Gelen Yüzeysel Yanıklık Belirtileri

#### 4.1.9. Diğer Hastalık ve Bozulmaların Oranı (%)

Muhafazanın 90. gününden itibaren MA de acı benek hastalığı ile karşılaşılmasına rağmen 1-MCP' li NA ve MA' de hastalık belirtisine 90+7. günden itibaren başlamış ve muhafaza süresince belirtiler devam etmiştir (Şekil 4.12). Hastalığın oranı genel olarak %20 olarak tespit edilmiştir. 1-MCP uygulaması. NA ve MA' de hastalığın önlenmesinde herhangi bir etkiye sahip olmamıştır.

Muhafazanın 180+7.günü NA ve MA'de 1-MCP uygulanmaksızın depolanan meyvelerde kahverengi çürüklüğe rastlanırken. 1-MCP uygulanmış NA ve MA' de depolanan meyvelerde bu durum daha az görülmüştür.



**Şekil 4.12.** Muhafazanın 90+7.günü MCP+NA' de Granny Smith Çeşidinde Görülen Acı Benek Hastalığı

#### 4.1.10. Genel Görünüm ve Tat

Genel görünüm açısından bakıldığında; 1-MCP uygulanmış NA ve MA' de bozulma görülmezken uygulanmamışlarda muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte acı benek ve kahverengileşmede artış görülmüş bu kahverengileşmelerin raf ömrü süresince özellikle MA uygulamalarında (MA; MCP+MA) daha da arttığı görülmüştür. Muhafaza ve raf ömrü süresince 1-MCP' li uygulamaların NA ortam koşulunda (MCP+NA). Genel dış görünümünü daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Muhafaza ve raf ömrü sonunda MCP+NA' de görülen bozulmalara MCP+MA' de de rastlanmamıştır (Şekil 4.13). Diğer bir deyişle; en iyi skorlar MCP+MA' den alınmıştır. MA uygulamasının muhafaza ve raf ömrü sonunda önemli olduğu belirlenmiştir.

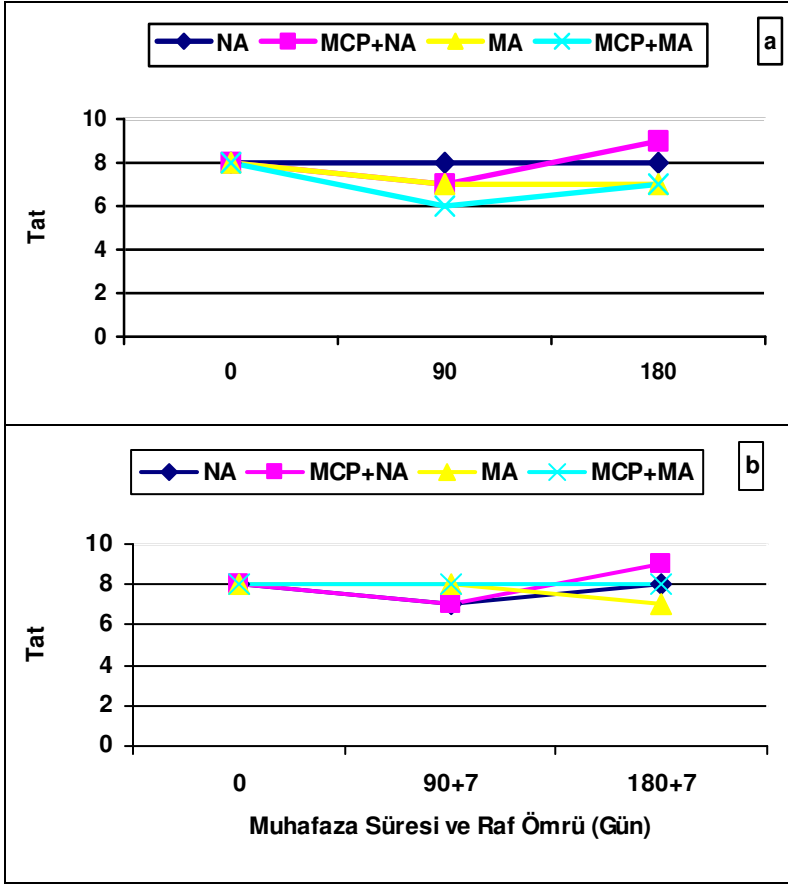




**Şekil 4.13.** Muhafaza ve Raf Ömrü Sonunda (180+7.Gün) Granny Smith Çeşidinde MCP+MA' deki Sağlıklı Durum

Uygulamalar arası farklılıkların raf ömrü süresince belirginlik kazandığı, lezzet skorlarının genel görünüm ile paralel biçimde değişim gösterdiği saptanmıştır. 1-MCP uygulanmış meyvelerdeki tadın, uygulanmamış meyvelere göre daha iyi olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1. ve 4.2.).

Tat değerlerinin sertliğe bağlı olarak. MCP+NA uygulamalarında NA' e göre daha üst düzeylerde korunduğu, bu durumun raf ömrü süresince de devam ettiği belirlenmiştir. MA uygulamalarında benzer sonuçlar gözlenmiştir. Muhafaza süresine ilaveten raf ömründe tat oranında belirgin şekilde artışlar görülmüştür (Şekil 4.14).

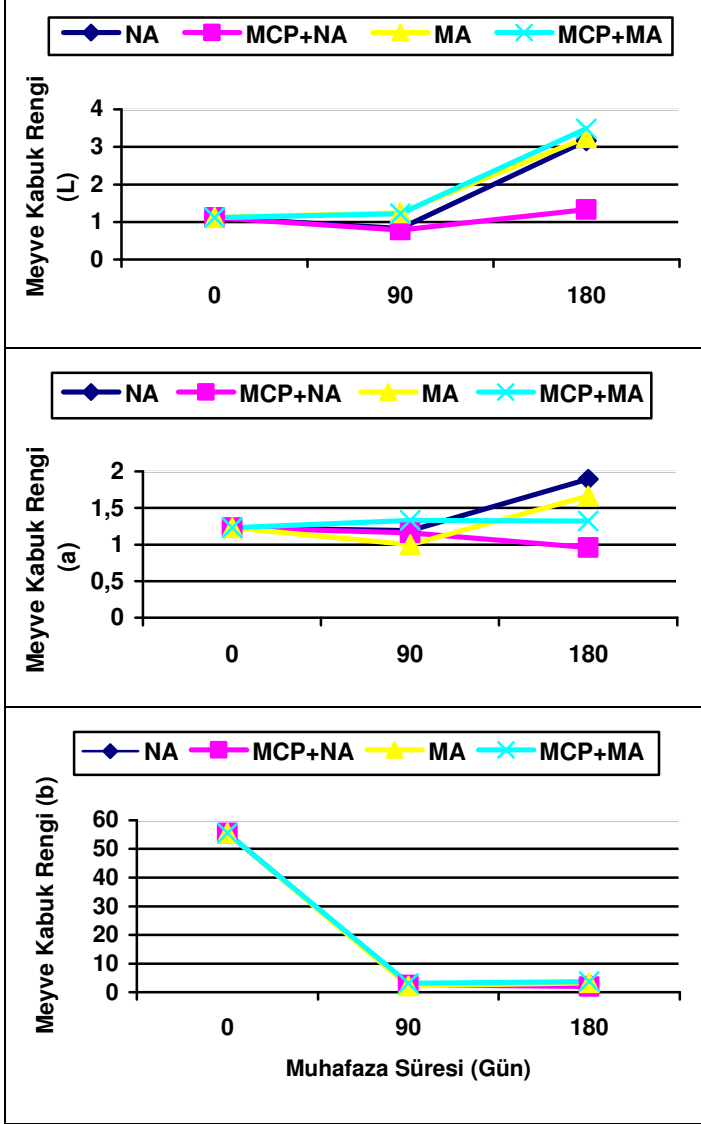


Şekil 4.14. Granny Smith Çeşidinin Muhafaza (a) ve Raf Ömrü (b) Süresince Tat Değişimleri

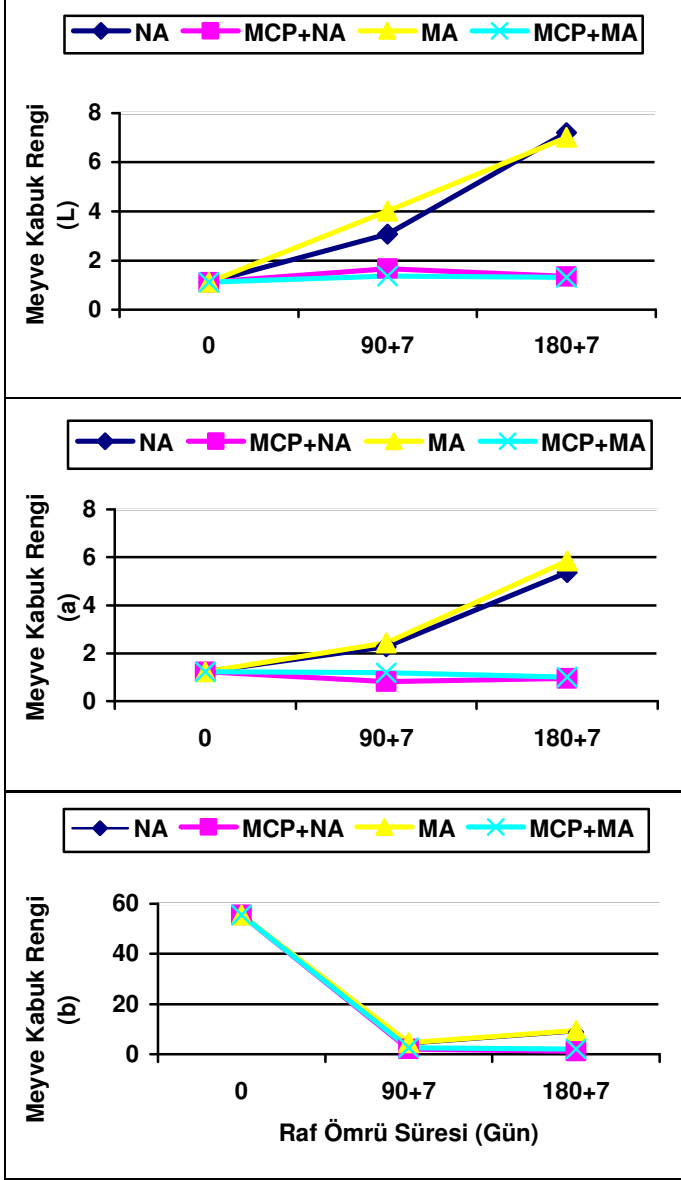
#### 4.1.11. Meyve Kabuk Rengi

Muhafaza ve raf ömrü periyotları süresince renkte meydana gelen değişimler bakımından incelendiğinde; parlaklığı temsil eden L değerinin muhafaza ve raf ömrü periyodu süresince NA ve MA' de azaldığı fakat 1-MCP uygulanmış meyvelerde uygulanmamışlara nazaran muhafaza süresinin sonlarına doğru bir azalış olduğu görülmüştür. Muhafaza periyodunun - değer göstererek yeşil rengi ifade eden a değerinin 180. günden itibaren 1-MCP uygulanmamış meyvelerde + değere dönüşmesiyle meyvelerdeki yeşil renk kaybolmaya başlamış 1-MCP uygulanmışlarda aksine yeşil renk korunmuştur. Meyvelerde sarı rengi ifade eden b değerinin ise

muhafaza ve özellikle raf ömrü süresince NA ve MA' de MCP uygulanmamış meyvelerde arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.15 ve 4.16).



Şekil 4. 15. Granny Smith Çeşidinde Muhafaza Süresince Meyve Kabuk Rengindeki Değişimler



Şekil 4. 16. Granny Smith Çeşidinde Raf Ömrü Süresince Meyve Kabuk Rengindeki Değişimler

## 5. TARTIŞMA

Çalışmamızda, muhafazanın başlangıcından sonuna kadar Granny Smith elmalarında hem NA' de hem de MA' de ağırlık kaybı gözlenmiştir. Ancak, 1-MCP uygulanmış elmalarda ağırlık kaybı uygulanmamışlara göre daha az olmuştur. Çalışmamızdan elde edilen bu sonuç Weis ve Bramlage (2002)' nin çalışmalarındaki 1-MCP uygulamasının Redchief Delicious elmalarında muhafaza süresince, McIntosh ve Redchief Delicious elmalarında muhafazaya ilaveten oda sıcaklıklarında da ağırlık kayıplarının azaltılması üzerine etkili olduğunu doğrulamıştır.

1-MCP uygulamasının Granny Smith elmalarında muhafaza süresince ve muhafazaya ilaveten oda sıcaklıklarında da ağırlık kayıplarının azaltılması üzerine etkili olduğunu belirlenmiştir. Fakat muhafaza süresince ağırlık kayıplarındaki farklılıklar muhafaza şekli itibariyle ele alındığında, NA' de meydana gelen ağırlık kayıplarının MA' den daha yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmamızda, MA+MCP uygulamasında muhafazanın 90. gününde ve buna ilaveten 7 gün raf ömrü koşullarında bekletme süresi sonunda (90+7) belirlenen etki, muhafazanın 180. gününde ve 180+7 raf ömrü sonunda azalarak devam etmiştir. NA koşullarında ise 1-MCP uygulamasının bu yönde bir etkisi 180+7.gün haricinde belirlenememiştir. Elmalarda düşük düzeylerde belirlenen ağırlık kayıplarının (MA ve MA+MCP uygulamalarında) 1-MCP uygulamasından ziyade, MA ortamından kaynaklanabileceği kanaatine varılmıştır.

Saftner ve ark. (2003), 1-MCP uygulamasının Golden Delicious elmalarında muhafaza süresince solunum hızının azaltılması üzerine etkili olduğunu bulmuşlardır. Böyle bir etki Granny Smith elmalarında 180+7. günde gözlenmiştir. Bu etki NA ortamında muhafaza sonunda da (180.gün) devam ederken, bu dönemdeki raf ömrü sonunda (180+7.gün) belirlenen düşük solunum oranları 1-MCP uygulamasının etkinliği olarak açıklanabilir. Bu sonuç, uzayan muhafaza sürelerine ilaveten raf ömrü koşullarında da solunumun engellenmesi yönündeki etkinliğin devamı için Mattheis ve ark. (2000)' in belirttiği gibi, muhafaza süresince tekrarlanan 1-MCP uygulamasının, etkinliğinin uzatılması yönündeki tavsiyelerini akla getirmektedir.

Farklı elma çeşitleri ile yürütülen çalışmalarda, 1-MCP uygulamasının MES korunması yönünde pozitif etkisinin olduğu belirlenmiştir (Rupasinghe ve ark., 2000;

Mattheis ve ark., 2001; Johnson, 2003; Lafer, 2003; Saftner ve ark., 2003; Zanella 2003). Çalışmamızda Granny Smith elmalarında gerek muhafaza gerekse raf ömrü süresince özellikle NA ortamında 1-MCP uygulamasından elde edilen sonuçlar yukarıdaki çalışmalar ile tamamen uyumludur. 1-MCP uygulamasının MES korunması üzerine etkisi NA ortamında çok daha belirgin olmuştur.

Granny Smith, Cortland, McIntosh ve Delicious elmalarında yürütülen çalışmalarda, 1-MCP uygulamasının ŞÇKM üzerine etkili olmadığı gözlenmiştir (Rupasinghe ve ark., 2000; DeEll ve ark., 2002; Zanella. 2003). Çalışmamızda Granny Smith elmalarında da benzer sonuçlar elde edilmiş uygulamalar arasında (NA, MA) ve 1-MCP uygulamasının (MCP+NA, MCP+MA) SÇKM üzerine etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

Aralarında Granny Smith elmalarının da bulunduğu farklı elma çeşitleri ile yürütülen çalışmalarda, 1-MCP uygulamasının meyvelerin TA içeriklerini koruduğu veya daha üst seviyelerde tuttuğu gözlenmiştir (Mattheis ve ark., 2001; Johnson, 2003; Lafer, 2003; Saftner va ark., 2003; Zanella, 2003). Benzer şekilde çalışmamızda da Granny Smith elmalarında 1-MCP' li uygulamalar, her iki ortam koşulunda da (NA ve MA) özellikle muhafaza süresince elmaların TA değerlerini az farkla olsa da daha üst düzeylerde korumuştur. Bu durum raf ömrü koşullarında 180+7. güne kadar devam ederken, 180+7. günde MA ortamında belirgin böyle bir etki saptanmamıştır. Bu da etkinliğin sürekliliği için, uzun süreli muhafazalarda Mattheis ve ark. (2000)' nın tekrarlanacak 1-MCP uygulamaları yönündeki tavsiyeleri ile uyuşmaktadır. Bununla birlikte 180+7. günde dahi NA ve MA koşullarında birbirine yakın olarak belirlenen TA değerleri NA' de biraz daha yüksek bulunmuştur. Tekrarlanacak 1-MCP uygulaması yönündeki tavsiye MA koşullarının üzerine ilave bir etkinin beklenmesi durumunda söz konusu olabilir.

Çalışmamızda 1-MCP uygulamasının Granny Smith elmalarında, pH değişimleri üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir. Uygulamaların pH değerlerindeki değişimler, TA oranlarındaki değişimlere zıt yönde gerçekleşmiştir. Yani; beklenildiği gibi muhafaza süresince TA değerleri azalırken pH değerlerinde artışlar belirlenmiştir. 1-MCP uygulanmış elmalarla uygulanmamışlar arasındaki farklılıkta pH değerlerine zıt yönde

az veya hiç değişmemiştir. 180+7. gün MA değerleri haricinde bu değişimler ve uygulamalar arası farklılıklar üzerine 1-MCP' nin etkisi olmamıştır.

Çalışmamızda, 1-MCP uygulamasının Granny Smith elmalarında özellikle NA koşullarında içsel etilen konsantrasyonunu çok etkili biçimde baskı altında tuttuğu tespit edilmiştir. Bu etkinin raf ömrü koşullarında daha da etkin olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda 1-MCP' nin içsel etilen konsantrasyonunun bastırılması üzerine özellikle NA koşullarında belirlediğimiz olumlu etkisi, Rupasinghe ve ark. (2000), Mattheis ve ark. (2001), Weis ve Bramlage (2002) ve Saftner ve ark. (2003) araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca çalışmamızda muhafazaya ilaveten raf ömrü sonunda (180+7. gün) içsel etilen konsantrasyonunun baskı altında tutulması üzerine MCP+NA kombinasyonun daha etkili olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuç, Watkins ve ark. (2000), Mattheis ve ark.(2001), Weis ve Bramlage (2002)' nin Fuji, Braeburn, McIntosh, Delicious, Empire, Law Rome gibi farklı elmalarda elde ettikleri sonuçlar ile uyumludur.

Bazı elma çeşitlerinde 1-MCP' nin etkinliği üzerine yürütölen çalışmalarda elde edilen olumlu sonuçlardan biri de yüzeysel yanıklık (Superficial Scald) oran (Incidence of Superfical Scald) ve şiddetinin (Severity of Superfical Scald) azaltılmasıdır (Watkins ve ark., 2000; DeEll ve ark., 2002; Johnson, 2003; Shaham ve ark., 2003; Zanella. 2003). Çalışmamızda Granny Smith elmalarında muhafaza süresince yüzeysel yanıklık ile karşılaşılmazken, raf ömrü süreleri sonunda ise özellikle NA koşulunda yüzeysel yanıklık ciddi boyutlarda artış göstermiştir. Bu kapsamda çalışmamız sonucunda 1-MCP uygulamasının yüzeysel yanıklığın azaltılması üzerine oldukça etkili olduğu belirlenmiştir. Yüzeysel yanıklık oranı muhafazanın son gününe kadar 1-MCP uygulanmış elmalarda hiç görülmezken 1-MCP uygulanmamış elmalarda % 72 ve daha yüksek oranlarda yüzeysel yanıklığa (Incidence of Superfical Scald) rastlanmıştır. Bu oranlara bağlı olarak elmalarda yüzeysel yanıklık şiddeti de tespit edilmiştir. Muhafazanın 90+7.gününden itibaren 1-MCP uygulanmış ve uygulanmamış meyvelerde yüzeysel yanıklık oranı ve şiddeti belirli bir şekilde kendini göstermiştir. Buna ilaveten yüzeysel yanıklığın engellenmesi üzerine en iyi sonuçlar, etilen üretiminde de olduğu gibi, hem MCP+NA hem MCP+MA' de elde edilmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bu sonuçlar yukarıdaki kaynaklar ile de benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda, 1-MCP' nin uygulanmasıyla, Granny Smith elmaları için önemli sayılan acı benek hastalığının önüne geçilememiştir. Bu sonuç Argenta ve ark. 2001 yılında yaptıkları çalışma sonucu; Braeburn meyvelerinde acı benek gelişimi, 1-MCP uygulananlardan uzun süre etkilenmemiştir ifadesiyle benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda 1-MCP uygulamasının muhafaza ve raf ömrü süresince elmaların genel dış görünüm skorlarını daha üst düzeylerde koruduğu belirlenmiştir. Bu durum, 1-MCP uygulamasının etilen üretimi ve solunum hızının azaltılması ile TA, MES ve yeşil rengin korunmasına bağlı olarak olgulaşmanın geciktirilmesi, ayrıca yüzeysel yanıklığın engellenmesi gibi olumlu etkilerinin doğal bir sonucu olarak açıklanabilir. Çalışmamızdan elde edilen bu sonucu destekler nitelikte, Mattheis ve ark. (2001)' da 1-MCP' nin kabuktaki klorofil ve yeşil renk kaybını geciktirerek elmaların görünümü üzerine pozitif etkide bulunduğunu belirlemişlerdir.

Çalışmamızdaki 1-MCP uygulamasının Granny Smith elmalarında meyve kabuğu rengini muhafaza ve raf ömrü süresince başlangıç seviyelerine daha yakın düzeylerde koruduğu belirlenmiştir. Meyve kabuğundaki klorofil kaybının engellenmesine bağlı olarak gerçekleşen bu durumun, 1-MCP uygulanan elmaların yeşil renklerinin daha üst düzeylerde korunmasını sağladığı bilinmektedir. Çalışmamızda belirlenen ve Granny Smith elmalarında istenen, bu sonucun, Mattheis ve ark. (2001); Johnson (2003) ve Saftner ve ark. (2003) raporları ile benzerlik gösterdiği görülmektedir.

1-MCP uygulamaları çalışmamızdaki elmalarda muhafaza ve raf ömrü süresince daha yüksek lezzet skorlarının elde edilmesini sağlamıştır. Bu durum 1-MCP ile solunum hızının azaltılmasına bağlı olarak tüketilen SÇKM' nin önemli kısmını oluşturan şekerlerin bünyede azalmasını engellemesinin yanında, TA değerlerinin korunmasına da bağlı olarak gelişen bir sonuç olarak görülebilir.

Sonuç olarak, Granny Smith elmaları ile yürüttüğümüz bu çalışmada, 1-MCP uygulamasının ağırlık kaybı, TA, MES kayıplarının azaltılması, solunum hızı ve içsel etilen konsantrasyonunun baskı altında tutulması üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca özellikle yüzeysel yanıklığa hassas bir çeşit olan Granny Smith elmalarında yüzeysel yanıklık oranı ve şiddeti üzerine oldukça olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda, 1-MCP uygulamasının özellikle muhafaza süresince elmalarda görülen acı benek hastalığı oranlarında belirlenen önemli olmayan



düzeylerdeki artışlar sebebiyle, bu yönde yapılacak detaylı araştırmalar faydalı olabilir. Ayrıca 1-MCP uygulamasının etkilerinin; konsantrasyon ve süresi ile uygulama zamanındaki meyvenin olgunluk durumu ve ortam sıcaklığına bağlı olarak olgunluğu engellemeye ihtiyaç duyulan konsantrasyonunun değişebileceği, etilen reseptörlerine 1-MCP' nin bağlanması kesin olmasına rağmen oluşabilecek yeni reseptörler sebebiyle tekrarlanacak 1-MCP uygulamasının etki süresini uzatabileceği unutulmamalıdır.

**KAYNAKLAR**

**ARGENTA, L., X. FAN., J. MATTHEISS 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.

**BATES, B.R. And WARNER, H. 2001.** Perishables Handling Quarterly. AgroFresh Inc.. Issue No. 108 p 10-12

**BEAUDRY, R. And 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.

**BENMHEND, D. 2002.** 1-Methylcyclopropene (MCP) (224459) Fact Sheet. Regulatory Action Leader. Biopesticides and Pollution Prevention Division. Issue 4. Environmental Protection Agency, Washington.

**BLANKENSHIP, S. 2001.** Ethylene Effects and the Benefits of 1-MCP. Horticultural Science North Carolina State University. Raleigh. NC. Perishables Handling Quarterl, Issue No:108, p 2-4

**COCOZZA, F.M., R.E. ALVES, H.A.C. FILGUEIRAS, D.S. GARRUTI, M.E.C. PEREIRA, J.T. JORGE. 2004.** Sensory and Physical Evaluations of Cold Stored ‘Tommy Atkins’ Mangoes Influenced by 1-MCP and Modified Atmosphere Packaging ISHS Acta Horticulturae 645: VII International Mango Symposium, Brazil.

**CROUCH, I. 2003.** 1-Methylcyclopropene (SmartFresh™) as an alternative to modified atmosphere and controlled atmosphere storage of apples and pears. *Acta Horticulturae* 600: 433-439.

**DEELL, J. R., M.P. DENNIS, M.D. PORTEOUS, H.P.V. RUPASINGHE. 2002.** Influence of Temperature and Duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Treatment on Apple Quality. *Postharvest Biology and Technology* 24. 349-353.

**DOKUZOĞUZ, M. 1960.** Meyve ve Sebzeleerde Hasat-Tasnif-Ambalaj-Muhafaza-Nakil (Ege Üniv.Zir.Fak.). Yay.No:10, 137 s.

**DONGFANG, H.M.A., W. SHUSHANG, D.X. YING, W. AOYING. 2003.** Effect of 1-MCP Treatment on Ethylene Production on Quality Retention of ‘Delicious’ Apples. *Acta Horticulturae Sinica*. 30(1) 11-4

**HACKER, S. 2002.** 1-methylcyclopropene (1-MCP) NYSDEC Letter - Major Change in Labeling 9/02. 5123 Comstock Hall Cornell University, Ithaca.

<http://www.umass.edu/fruitadvisor/NEAPMG/157-159pdf>

“Use of 1-MCP to slow ripening in storage”

<http://www.cjsethylenefilters.com/research/grannysmith.htm>

“Effect of Ethylene Absorption on the Storage of Granny Smith Apples Held in Polyethylene Bags”

<http://www.cumminsnursery.com/maincrop.htm>

“Maincrop Apples”

- HUBER, DJ., J. JEONG, L-C, MAO. 2003.** Softening of Ripening Fruits in Response to 1-methylcyclopropene Applications. *Acta Hort.* 628:193-202.
- JAMES, W. And KOLLMAN, G. 2003.** SmartFresh™ The Smart Choice for Apples. Apple Technical Bulletin. AgroFresh Inc. A. Rohm and Haas Company. pp 1-17
- JOHNSON, D.S. 2003.** Improvement in the Storage Quality of Apples in the UK by the Use of 1-MCP (SmartFresh). Proceedings of International Conference Postharvest Unlimited. *Acta Hort.* No. 59: 39-47.
- KLUGE, R.A., JACOMINO, A.P. 2002.** Shelf Life of Peaches Treated with 1-MCP. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* Vol.59 no.1
- LAFER, G. 2003.** Effects of 1-MCP Treatments on Fruit Quality and Storability of Different Apple Varieties. Proceedings of International Conference Postharvest Unlimited, *Acta Hort.* No. 59: 65-69.
- LARRIGAUDIÈRE, C., E. PINTO, M. VENDRELL, 1996.** Differential Effects of Ethephon and Seniphos on Color Development of ‘Starking Delicious’ Apple. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(4): 746-750.
- LEVERENTZ, B., W.S. CONWAY, W.J. JANISIEWICZ, R.A. SAFTNER, M.J. CAMP. 2002.** Effect of Combining 1-MCP Treatment. Heat Treatment. and Biocontrol on the Reduction of Postharvest Decay of ‘Golden Delicious’ Apples. *Postharvest Biology and Technology* 27. 221-233.
- LUO, Z. 2005.** Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of postharvest persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit. *Food Science and Technology.* 25 pp. 293–300.
- MATTHEIS, J., X. FAN, L. ARGENTA. 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., X. FAN, L. ARGENTA. 2001.** Responses of Pacific Northwest Apples to 1-methylcyclopropene (MCP). Proceeding of 2001 Washington Tree Fruit Postharvest Conference. March 13th-14th. Wenatchee. WA.
- MITCHAM, E.J., C.H. CRISOSTO, A.A. KADER. 2000.** Apple 'Granny Smith' Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. University of California One Shields Ave., Davis. CA
- MOZETIC, B., P. TREBSE, M. SIMCIC, J. HRIBAR. 2004.** Response of Cherry Cultivar Lambert Compact to Treatment with 1-Methylcyclopropene. Postharvest News and Information 15 (5):2217
- PRE-AYMARD, C., A. WEKSLER, S. LURIE. 2003.** Responses of 'Anna' a Rapidly Ripening Summer Apple to 1-MCP. Postharvest Biology and Technology 27 (2) 163-170.
- 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.
- RUPASINGHE, H.P.V., D.P. MURR, G. PALIYATLI, L. SKOG. 2000.** Inhibitory Effect of 1-MCP on Ripening and Superficial Scald Development in 'McIntosh' and 'Delicious' Apples. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 75. 271-276.
- SAFTNER, R.A., J.A. ABBOTT, W.S. CONWAY, C.L. BARDEN. 2003.** Effects of 1-methylcyclopropene and heat treatments on ripening and postharvest decay development in 'golden delicious' apples. J. of the Amer. Soc. for Hort. Sci. 128(1):120-127.

- SALVADOR, A., J. CUQUERELLA, S. ÚBEDA. 2003.** 1-methylcyclopropene delays ripening process of 'black diamond' plum. ISHS Acta Horticulturae 599: International Conference. Belgium
- SHAHAM, Z., A. LERS, S. LURIE, 2003.** Effect of Heat or 1-Methylcyclopropene on Antioxidative Enzyme Activities and Antioxidants in Apples in Relation to Superficial Scald Development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 128 (5):761-766.
- SUN, X.S., W.H. WANG, Z.H. WANG, Z.Q. LI, Z.Y. ZHANG. 2003.** Effects of 1-MCP on physiological changes of 'Jonagold' apples at ambient temperature after harvest. Acta Horticulturae Sinica 30: 90-92.
- WANG, Z And DILLEY, D.R. 1999.** Control of superficial scald of apples scald of apples. Postharvest Biol. Technol. 18. 201-213
- WATKINS, C.B., J.F. NOCK. 2003.** Honeycrisp Maturity and Storage Recommendations . p81-87. In: Apple Handling and Storage, Proceedings Storage Workshop 2003, Dept Hort. Publ. 22.
- 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 (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. Post. Biol. Technol. 19, 17-32.
- WATKINS, C.B. And WHITAKER, B.D. 2000.** Responses of Early. Mid and Late season apple Cultivars to Postharvest Application of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Under Air and Controlled Atmosphere Storage Conditions. Postharvest Biology and Technology 19:17-32.
- WEIS, S.A. And BRAMLAGE, W.J. 2002.** 1-MCP: How Useful can It be on New England Apples? Fruit Notes. Vol.67. 5-9.

- WESTERCAMP, P., M.E. BIARGUIES, C. COUREAV. 2003.** The control of scald; what advances? Centre Technique Interprofessionel des fruits et Legumes. No:188. 34-36. Paris. France.
- VILAS, E., B. KADER. 2001.** Effect of 1-MCP on Fresh-Cut Fruits. Department of Pomology. UC Davis. Perishables Handling Quarterl. Issue No:108, p 25
- YAPICI, M. 1988.** Elma Yetiştiriciliği. Yayınlanmamış Kitap. TOKAT
- ZAGORY, D. 2000.** What Modified Atmosphere Packaging Can and Can't Do For You? 16<sup>th</sup> Annual Postharvest Conferance and Trade Show. Yakima. 5 p.
- ZANELLA, A. 2003.** Control of Apple Superfical Scald and Ripening a Comparison Between 1-Methylcyclopropene and Diphenylamine Postharvest Treatments. Initial Low Oxygen stress and Ultra Low Oxygen Storage. Postharvest Biology and Technology 27:69-78.

## TEŞEKKÜR

Saygıdeğer danışman hocam Doç.Dr. M. Hakan Özer'e çalışmalarım süresince yardımı ve bilgisiyle katkılarını esirgemediği için teşekkür ederim.

Bölümümüzün tüm öğretim üyesi hocalarıma, Araştırma Görevlisi arkadaşlarıma, özellikle Öğrt. Görv. Dr. Bülent Akbudak' a ve Semra Çay' a çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemedikleri için teşekkür ederim.

Ayrıca ambalaj materyalini karşılayan Kerevitaş A.Ş. ve çalışanlarına. içsel etilen analizinin yapılması için ortam sağlayan Yalova Atatürk Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsüne, ambalaj materyalinin geçirgenlik testinin yapılışında yardımcı olan İda Plastik A.Ş. ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım boyunca maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan, gerektiğinde benimle birlikte çalışan aileme teşekkürlerimi sunarım.



## ÖZGEÇMİŞ

Kayseri' de 1979 yılında doğdu. İlk orta, lise öğrenimini Kayseri' de tamamladı. 1997 yılında girdiği Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nden 2001 yılında Ziraat Mühendisi unvanıyla mezun oldu. 2003 yılında Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı' nda yüksek lisans öğrenimine başlayarak. 2005 yılında Araştırma Görevliliğine atandı. Halen aynı Ana bilim Dalı' nda görevine ve öğrenimine devam etmektedir.