

# 'Hayward' Kivi Çeşidinde Kontrollü Atmosfer ve 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Kombinasyonunun Meyve Kalitesi ve Muhafazası Üzerine Etkileri

Adem DOĞAN<sup>1</sup>, Mehmet Seçkin KURUBAŞ<sup>1</sup>, Mustafa ERKAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü  
erkan@akdeniz.edu.tr (Sorumlu Yazar)

Özet

Çalışmada, 625 ppb dozunda 1-Methylcyclopropene (1-MCP)'in yalnız ve kontrollü atmosfer (KA)'de depolama (%1 O<sub>2</sub> : %3 CO<sub>2</sub>) ile kombinasyonunun 'Hayward' kivi çeşidinin derim sonrası dayanımı ve meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, optimal derim zamanında derilen kiviler, farklı muhafaza ortamlarında depolama için 3 farklı gruba (Kontrol, 1-MCP, KA+1-MCP) ayrılmış ve tüm meyveler 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 180 gün süreyle depolanmıştır. Değişik muhafaza ortamlarından 60'ar gün aralıklarla alınan meyve örneklerinde etilen üretimi, ağırlık kaybı, suda çözünabilir kuru madde miktarı (SÇKM), titre edilebilir asit miktarı (TEA), meyve et rengi (C\* ve h>) değişimleri ile muhafaza sırasında ortaya çıkan pazarlanamaz meyve miktarları belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, 1-MCP + KA ortamında depolanan meyvelerde diğer muhafaza ortamlarına göre daha düşük oranlarda etilen üretimi ile ağırlık kaybı meydana gelmiş ve pazarlanabilir meyve miktarı daha yüksek bulunmuştur. Bu ortamda depolanan meyveler muhafaza sonunda daha yüksek meyve eti sertliği, TEA miktarı, h> değeri ve C\* değerlerine sahip olmuşlardır. Sonuç olarak, kivilerin %1 O<sub>2</sub> : %3 CO<sub>2</sub> içeren KA + 625 ppb 1-MCP uygulaması yapılarak kalitelerinde fazla bir değişim olmadan 180 gün süreyle başarılı bir şekilde depolanabileceği tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kivi, 1-MCP, kontrollü atmosfer, muhafaza, kalite

## Combined Effects of Controlled Atmosphere and 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on the Storage Performance and Quality of Kiwifruit

Abstract

In this study, the effects of 1-Methylcyclopropene (1-MCP), controlled atmosphere (CA) alone and combination of 1-MCP+CA on postharvest performance and fruit quality of 'Hayward' kiwifruit were investigated. Kiwifruit were separated into three groups for different postharvest treatments. The first group of fruit was exposed to 625 ppb 1-MCP and the second group of fruit was treated with 625 ppb 1-MCP and then stored in CA (1% O<sub>2</sub> : 3% CO<sub>2</sub>) conditions. The third group of fruit was not treated and considered as control group. Then, all fruit samples were stored at 0°C temperature with 90-95% RH for 180 days. Fruit samples were taken from different storage conditions at 60-days intervals and various physical and chemical analyses such as ethylene production, weight loss, soluble solids content, titratable acidity, flesh firmness, fruit color (C\* and h>) and percentage of unmarketable fruits were determined on the fruit samples. At the end of the study, the lowest ethylene production, weight loss and unmarketable fruit percentage were recorded in samples stored in 1-MCP+CA treatment. The fruit stored in 1-MCP+CA had higher flesh firmness, titratable acidity, h> and C\* values comparing to the other treatments. In conclusion, kiwifruit were successfully stored in 625 ppb 1-MCP + CA (1% O<sub>2</sub> : 3% CO<sub>2</sub>) conditions for 180 days with minimal quality losses.

**Keywords:** Kiwifruit, 1-MCP, controlled atmosphere, storage, quality

### 1. Giriş

Anavatani Çin olan kivin ilk kültürel yetiştiricilik çalışmaları Yeni Zelanda'da yapılmış ve 1970'li yıllardan sonra bu meyvenin yetiştiriciliği başta Avrupa olmak üzere dünyanın pek çok bölgesine yayılmıştır (Ferguson, 1991). Ülkemizde ise kivi yetiştiriciliği çalışmaları ilk olarak 1988 yılında Yalova'da başlamış olup, günümüzde ülkemizin değişik bölgelerinde ticari olarak üretimi gerçekleştirilmektedir (Karadeniz, 2004). Kivi ülkemize sonradan giren bir meyve türü olmasına rağmen meyveleri beğenilerek tüketilmekte ve buna bağlı olarak da son yıllarda üretim miktarı hızlı bir artış eğilimi göstermektedir (TUİK, 2013). Dünya kivi üretimi son istatistiklere göre 3.261.474 tona ulaşmış bulunmaktadır. Bu üretim içerisinde Çin (1.765.847 ton),

İtalya (447.560 ton), Yeni Zelanda (382.337 ton) ve Şili (255.758 ton) en önemli üretici ülkeler konumundadır (FAO, 2013). Ülkemiz ise Yunanistan ve Fransa'nın ardından 41.635 tonluk üretim ile dünyada 7. sırada yer almaktadır (FAO, 2013). Kivi içerdiği yüksek C vitamini miktarı, antioksidan aktivitesi, potasyum miktarı ve lifli yapısı nedeniyle biyokimyasal içeriği zengin meyveler arasındadır.

Kivi, klimakterik bir meyve türü olmasından dolayı etilene son derece hassastır (Crisosto ve Kader, 1999). Olgunlaştırma hormonu olarak bilinen etilen ise kivi muhafazası üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Diğer tüm meyve türlerinde olduğu gibi kivi muhafazasının başarılı bir şekilde yapılması için depolama sıcaklığı, ortam nemi, atmosfer bileşimi yanında mutlaka muha-

faza ortamındaki etilenin de kontrol edilmesi gereklidir. Kivi gibi etilene oldukça hassas olan ürünlerde depolama başarısı için etilen sentezinin engellenmesi ve ürünün bulunduğu ortamdan etilenin uzaklaştırılması son derece önemlidir.

1-MCP, klimakterik meyve ve sebze türlerinde genel anlamda etileni bloke edici özelliği olan bir kimyasaldır (Sisler ve Serek, 1997). Kontrollü atmosferde depolama ise temel olarak meyve ve sebzelerin solunum hızını ve etilen üretimini sınırlandıran bir muhafaza yöntemidir. 1-MCP, etileni bloke ederek derim sonrasında olgunlaşmayı kontrol eden uygulamalar içinde en uygulanabilir ve etkili olan yöntem olarak kabul edilmektedir. 1-MCP, olgunlaşma üzerine etkili olan etilen reseptörlerini tutar ve etilenin bağlanması engelleyerek etkili olur ve etilenin olgunlaşma üzerine olan hızlandırıcı etkisini ortadan kaldırır (Blankenship ve Dole, 2003). Bahçe ürünlerinde 1-MCP'nin etkinliği; uygulama dozu, uygulama süresi, meyvenin olgunluk durumu ve etilen reseptörünün yeniden sentezlenme durumuna bağlıdır (Watkins vd., 2000). Benzer şekilde, 1-MCP'nin kivilerde solunum hızını azaltarak meyve etinde yumuşamayı yavaşlattığı (Hewett vd., 1999; Kim vd., 2001), renk değişimi, suda çözünür kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asit miktarının korunmasında da etkili olduğu belirtilmiştir (Yıldırım, 2010). Kivi muhafazası konusunda 1-MCP uygulaması ve Kontrollü Atmosferde (KA)'de depolama konusunda değişik çalışmalar bulunmaktadır (Watkins vd., 2000; Öz ve Eriş, 2009; Hewett vd., 1999; Kim vd., 2001). Ancak bu iki yöntemin birlikte kullanılması konusunda yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmada, derim sonrası 1-MCP uygulamasının tek başına ve KA' de muhafaza ile birlikte kullanımının "Hayward" kivi çeşidinde uzun süreli depolamada kalite özelliklerinin korunması ve muhafaza performansı üzerine etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal

Çalışma 2013- 2014 yıllarında yapılmış ve materyal olarak, 'Hayward' kivi çeşidi meyveleri kullanılmıştır. Optimal derim zamanında toplanan kiviler, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarına taşınmış ve burada ön soğutma işlemleri yapılmıştır. Ön soğutması yapılan ve çeşide özgü, yarasız ve hasarsız meyveler seçilerek uygulama yapılmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Uygulama yapılan tüm meyveler 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 180 gün süreyle depolanmıştır. Çalışmada, kontrol uygulaması yanında 625 ppb 1-MCP ve %1 O<sub>2</sub>: %3 CO<sub>2</sub> içeren KA + 625 ppb 1-MCP kombinasyonu uygulamaları yapılmıştır. 1-MCP uygulaması gaz geçirmez 1 m<sup>3</sup> hacimli özel yapılmış gaz

geçirmez tanklar içerisinde 0°C sıcaklıkta 24 saat süreyle uygulanmıştır. Depolama periyodunun başlangıcında ve depolama süresince 60 gün aralıklarla 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 meyve olacak şekilde analiz örnekleri alınmıştır.

## 2.1. Metot

### 2.1.1. Ağırlık kaybı

Kivilerin meyve ağırlığı muhafaza başlangıcında 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi (Denver TP-152, Denver Instruments, USA) ile tartılmıştır. Muhafaza periyodu süresince değişik muhafaza ortamlarından 60'ar gün aralıklarla alınan meyve örnekleri tekrar tartılarak ağırlık kayıpları başlangıç ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır.

### 2.1.2. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı

Meyve örneklerinden elde edilen meyve usaresindeki SÇKM miktarı dijital bir refraktometre (Hanna HI96801, Hanna Instruments, USA) ile üç alt örnekte ölçülmüştür. Sonuçta bu değerlerin ortalaması alınarak SÇKM miktarı % olarak hesaplanmıştır.

### 2.1.3. Titre edilebilir asit miktarı

Meyve örneklerinden elde edilen meyve usaresi süzülükten sonra, süzütüden alınan 2 ml örnek üzerine 38 ml saf su ilave edilerek, 0.1 N NaOH çözeltisi ve bir pH metre (Inolab pH 720, WTW, Germany) yardımıyla pH=8.1'e kadar titre edilmiştir. Titrasyon işlemi her bir örnek için 3 kez tekrarlanarak ve elde edilen değerlerin ortalaması alınarak her bir örnek için titre edilebilir asit miktarı g sitrik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare olarak hesaplanmıştır.

### 2.1.4. Meyve eti sertliği

Meyve eti sertliği, meyvenin ekvator bölgesinde 3 farklı noktada kabuk uzaklaştırıldıktan sonra 7.9 mm çapında bir uçla Effegi marka el penetrometresi (Effegi FT 327, Italy) yardımıyla ölçülmüştür. Ölçülen değerler Newton (N) olarak ifade edilmiştir.

### 2.1.5. Meyve et rengi

Meyve örneklerinin meyve et renginin değişimleri MINOLTA CR-200 (MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) marka renk ölçme cihazı ile belirlenmiştir. *L\**, *a\** ve *b\** değerleri, piyasada doğrudan alıcı ve satıcı tarafından algılanan renk olguları olmadığı için bu değerlerden insanların renk algısına hitap eden hue açısı (*h°*) ve chroma (*C\**) değerleri hesaplanmaktadır. Hue açısı, *a\** ve *b\** değerlerinin keşiştiği noktadan geçen doğrunun X ekseni ile yaptığı açıyı ifade etmektedir. Açı 0° olduğunda kırmızı; 90° olduğunda sarı; 180° olduğunda yeşil ve 270° olduğunda mavi renge karşılık gelmektedir. Chroma değeri, meyve kabuğunun canlılığını-donukluğunu ifade etmektedir. Donuk renklerde kroma değerleri

düşükken canlı renklerde ise kroma değeri yükselmektedir.

Sonuçlar, Chroma ve Hue açı değerleri cinsinden belirlenmiştir. Chroma değeri ve hue açı değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

$$C^*: \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h^{\circ}: \tan^{-1} (a^*/b^*)$$

### 2.1.6. Pazarlanamaz meyve miktarı

Depolama süresince meyvelerde meydana gelen çürüme ve ağırlık kaybına bağlı olarak pazarlanamaz durumdaki meyveler gözlemlenerek ayrılmış ve miktarı toplam meyvenin yüzdesi olarak verilmiştir.

### 2.1.7. Etilen üretimi

1-MCP ve KA+1-MCP uygulamaları yapılan ve uygulama yapılmayan (kontrol) meyveler  $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve  $\%90 \pm 5$  oransal nemde depolanmış ve "Hayward" kivi çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan etilen miktarı belirlenmiştir. Etilen ölçümleri için ağırlığı belli olan meyve örnekleri  $20^{\circ}\text{C}$  sıcaklıktaki bir odada 1 saat süreyle 3 L'lik gaz geçirmez kavanozlarda bekletilmiş ve bu kavanozlardan gaz sızdırmaz şırınga ile alınan gaz örneklerinde etilen miktarları Gaz Kromatografi (GC) cihazında (Thermo Electron S.p.A., Strada Rivoltana, Milan, Italy) alev iyonlaştırma dedektörü (FID) kullanılarak belirlenmiştir. Etilen ölçümleri sırasında fırın, enjeksiyon bloğu ve dedektör sıcaklığı sırasıyla 90, 150 ve  $170^{\circ}\text{C}$  olarak ayarlanmıştır. Ayrıca, taşıyıcı gaz olarak helyum (25 mL/dak.), hidrojen (35 mL/dak.) ve kuru hava (350 mL/dak.) kullanılmıştır.

Meyvelerin etilen üretim miktarı hesaplanırken kullanılan formül aşağıda verilmiştir:

$$C_2H_4 \text{ üretim miktarı } (\mu\text{l } C_2H_4 \text{ kg}^{-1} \cdot \text{sa}^{-1}) = X \cdot \frac{V_k - V_i}{T \cdot G}$$

X= Örnek alanı (ppm) / Standart alanı (ppm)

V<sub>k</sub>= Kavanoz hacmi (L)

V<sub>i</sub>= Kavanoza konulan ürün hacmi (L)

T= Kavanozda kapalı kalma süresi (saat)

G= Meyve ağırlığı (kg)

**Çizelge 1.** Değişik derim sonrası uygulamaları yapılarak depolanan kivilerde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan meyve eti sertlik miktarları (N)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (gün)				Ort. (Uyg.)
	0	60	120	180	
Kontrol	66.5 a	24.4 e	9.5 g	6.8 h	26.8 c*
1-MCP	66.5 a	35.4 c	22.7 e	10.9 g	33.9 b
KA+1-MCP	66.5 a	40.6 b	31.8 d	16.4 f	38.8 a
Ort. (Muh. Sür.)	66.5 a	33.5 b	21.3 c	11.4 d	

\*: Duncan testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

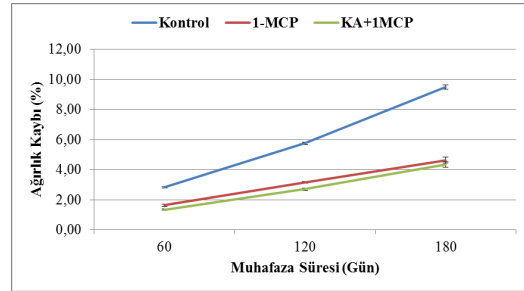
### 2.1.8. İstatistiksel değerlendirme

Deneme, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 15 meyve olacak şekilde "Tesadüf Parselleri" deneme desenine göre planlanmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması Duncan testine göre yapılmıştır. Elde edilen veriler 'SAS' (SAS Inst., Cary, NC, USA) istatistik paket programında değerlendirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Ağırlık kaybı

Derim sonrası 1-MCP ve KA+1-MCP uygulamalarının kivilerin ağırlık kaybı üzerine etkileri Şekil 1'de verilmiştir. Çalışmada, muhafaza periyodunun uzamasına paralel olarak kivilerde ağırlık kayıpları artış göstermiş ve 180 gün süren depolama sonunda ortalama olarak  $\%6.16$  olarak tespit edilmiştir. Araştırmada muhafazanın 180. günü sonunda en yüksek ağırlık kaybı kontrol grubunda ( $\%9.51$ ) meydana gelmiştir. KA+1-MCP kombinasyonunun ağırlık kaybı ( $\%4.33$ ) 1-MCP uygulamasından ( $\%4.66$ ) daha düşük olmasına rağmen aralarında istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir. Ancak, muhafaza ortalamaları



**Şekil 1.** Farklı derim sonrası uygulamaların kivilerin ağırlık kaybı üzerine etkisi (%)

karşılaştırıldığında KA+1-MCP kombinasyonu ( $\%2.79$ ) en etkili sonucu verdiği belirlenmiştir. Çalışmada meyvelerdeki ağırlık kaybının azaltılmasında, 1-MCP ve KA+1-MCP uygulamalarının meyvelerin solunum hızını yavaşlatmasının etkili olduğu düşünülmektedir. 1-MCP uygulaması ve KA'de depolamanın kivi başta olmak üzere değişik bahçe ürünlerinde olgunlaşmayı yavaşlatıcı etkisi daha önce yapılan çalışmalarda da belirtilmiştir (Watkins vd., 2000; Öz ve Eriş, 2009). Burdon ve Clark (2001) kivi meyvelerinde derim sonrası su kaybını araştırdıkları çalış-

**Çizelge 2.** Değişik derim sonrası uygulamalar yapılarak depolanan kivilerde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan SÇKM miktarları (%)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (gün)				Ort. (Uyg.)
	0	60	120	180	
Kontrol	8.51 h	12.20 ef	14.53 c	16.73 a	12.99 a*
1-MCP	8.51 h	11.40 f	13.53 d	15.80 ab	12.31 b
KA+1-MCP	8.51 h	10.40 g	13.07 ed	15.27 bc	11.81 c
Ort. (Muh. Sür.)	8.51 d	11.33 c	13.71 b	15.93 a	

\* : Duncan testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

mada, muhafaza süresince su kaybı nedeniyle oluşan ağırlık kaybının %8-10'a kadar çıkabileceğini bildirmişlerdir. Kivilerde su kaybı sonucunda meydana gelen buruşmalar meyvenin satışına olumsuz etki yapmaktadır. Bu nedenle, ticari önemi yüksek olan bu türde pazarlama başarısı için su kaybı nedeniyle oluşan ağırlık kaybının azaltılması son derece önemlidir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, Duman (2011) tarafından farklı dozlardaki 1-MCP uygulamaları ve ambalajların kivi muhafazası üzerine etkileri ile Yıldırım (2010)'ın normal ve KA'de depolamanın kivilerde depolama üzerine etkileri konusunda yapmış oldukları çalışmaların sonuçları ile uyum içerisinde.

### 3.2. Meyve eti sertliği

Çalışmada, meyve eti sertliği muhafaza süresince başlangıca göre azalmıştır. Muhafazanın başlangıcında 66.5 N olan meyve eti sertliği, 180 günlük muhafazanın sonunda 11.4 N'a kadar düşmüştür. Farklı uygulamalara ait ortalama değerler karşılaştırıldığında ise, en fazla düşüş kontrol grubunda, en az düşüş ise KA+1-MCP uygulamasında meydana gelmiştir (Tablo 1). Öz ve Eriş (2009) normal ve KA'de depolamanın kivi muhafazası üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapmış oldukları çalışmada, meyve eti sertliğini korumada KA'de depolamanın daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu etkinin KA'de muhafazanın ürünlerin solunumunu yavaşlatmasından kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir. Diğer taraftan 1-MCP uygulamalarının meyve eti sertliğini korumada etkili olduğu araştırma bulgularımıza benzer şekilde kivide (Duman, 2011), elmada (Watkins vd., 2000), Avrupa tipi eriklerde (Mitcham vd., 2001), Japon tipi eriklerde (Erkan vd., 2005), Trabzon hurmasında (Nakano vd., 2001) ve domateste (Kaynaş vd., 2006) de saptanmıştır. 1-MCP uygulaması özellikle iklimlerik meyvelerde etilen üretimini bloke ederek meyvelerin yumuşamasını engellemektedir. Çalışmamızda, 1-MCP'nin kivin meyve eti

sertliğini korumada gösterdiği benzer etkileri Zhao vd. (2005) ve Neves vd. (2003) tarafından yapılan araştırmalarda da bildirilmiştir. Çalışmamıza benzer olarak, Watkins vd. (2000) 3 farklı elma çeşidinde meyve eti sertliğinin korunmasında KA+1-MCP uygulamasının daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

### 3.3. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı

Çalışmada, kivilerde muhafaza süresince saptanan SÇKM miktarları depolamanın uzamasına paralel olarak artış göstermiştir (Tablo 2). Muhafazanın başlangıcında kivilerin %8.51 olan SÇKM miktarı, muhafazanın sonunda %15.93'e yükselmiştir. Kivilerde meyve etindeki nişastanın olgunlaşma ile şekere dönüşerek meyvelerdeki SÇKM miktarını artırdığı belirtilmiştir (Nicolas vd., 1986). Uygulamalar arasında muhafaza süresince en yüksek SÇKM miktarı kontrol grubunda (%12.99), en düşük SÇKM miktarı ise KA+1-MCP uygulamasında bulunmuştur. Manolopoulou ve Papadopoulou (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, 4 farklı kivi çeşidinin SÇKM miktarındaki değişimler 17 hafta boyunca izlenmiş ve kivilerde SÇKM miktarının çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde muhafaza süresince artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Muhafaza süresince bahçe ürünlerinin SÇKM miktarlarındaki değişimlerin bu ürünlerin nişasta ve karbonhidrat yapısındaki değişimler ile ağırlık kaybından kaynaklandığı bildirilmiştir (Öz ve Eriş, 2009). Kivilerin muhafazasında 1-MCP uygulaması ve KA'de depolamanın ise etilen üretimini yavaşlatarak olgunlaşmayı geciktirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, 1-MCP uygulamasının muhafaza üzerine olumlu etkilerinin Duman (2011) ve Boquete vd. (2004) ile KA'de depolamanın etkinliği Öz ve Eriş (2009) tarafından yapılan çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

**Çizelge 3.** Değişik derim sonrası uygulamalar yapılarak depolanan kivilerde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan TEA miktarları (g sitrik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare)

Uygulamalar	Muhafaza süresi (gün)				Ort. (Uyg.)
	0	60	120	180	
Kontrol	2.77 a	1.85 bc	1.48 e	1.05 f	1.79 c*
1-MCP	2.77 a	1.95 bc	1.54 de	1.37 e	1.91 b
KA+1-MCP	2.77 a	2.07 b	1.76 c	1.73 cd	2.08 a
Ort. (Muh. Sür.)	2.77 a	1.96 b	1.59 c	1.38 d	

\* : Duncan testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

### 3.4. Titre edilebilir asit (TEA) miktarı

Muhafaza süresince kivi meyvelerinin asitlik değerlerinde azalışlar gözlemlenmiştir (Tablo 3). Kivilerin TEA miktarında muhafaza süresinin ilk 60 günü sonunda hızlı bir kayıp olur iken, muhafazanın geri kalan dönemlerinde ise kayıp hızında yavaşlama olmuştur. Nitekim kivilerin muhafazanın başlangıcında ortalama 2.77 g sitrik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare olan TEA miktarı, 180 günlük muhafaza süresi sonunda 1.38 g sitrik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare olmuştur. Kivi muhafazası konusunda yapılan bir çalışmada da deneme sonuçlarımıza benzer şekilde muhafaza sırasında TEA miktarının azalış eğiliminde olduğu belirtilmiştir (Krupa vd., 2011). TEA miktarı, meyvedeki organik asitler ile yakından ilişkili olup organik asitlerin solunumda kullanılmasından dolayı

**Çizelge 4.** Değişik derim sonrası uygulamalar yapılarak depolanan kivilerde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan meyve renginin C\* değerleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (gün)				Ort. (Uyg.)
	0	60	120	180	
Kontrol	34.9 a	27.5 bcd	26.5 cd	23.9 e	28.2 c*
1-MCP	34.9 a	28.1 bc	27.7 bcd	25.8 d	29.1 b
KA+1-MCP	34.9 a	29.3 b	28.7 b	27.3 bcd	30.0 a
Ort. (Muh. Sür.)	34.9 a	28.3 b	27.6 b	25.7 c	

\* : Duncan testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

asitlik seviyesinin muhafaza süresince azaldığı bildirilmiştir (Maftoonazad vd., 2008). TEA miktarı bakımından muhafaza ortamları karşılaştırıldığında ise KA+1-MCP kombinasyonu asitliğin korunması açısından diğer uygulamalara göre daha başarılı bulunmuştur. Nitekim 180 gün süren muhafaza süresince kontrol grubunda ortalama 1.79 g sitrik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare olan TEA miktarı, KA+1-MCP kombinasyonunda aynı süre sonunda ortalama 2.08 g sitrik asit 100 mL<sup>-1</sup> usare olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer olarak Wang vd. (2010)'de 1-MCP uygulamasının kivilerde etilen sentezini engelleyerek asit parçalanmasını yavaşlattığını bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar 1-MCP uygulaması yapılan Hayward kivi çeşidinin muhafazasında Koukounaras ve Sfakiotakis (2007) tarafından da belirtilmiştir. KA'de depolama ise kivilerin solunumunu yavaşlatarak, olgunlaşmasını geciktirerek asit parçalanmasını engellemiştir. Kivi muhafazası konusunda yapılan diğer çalışmalarda da KA'de depolamanın kivilerde TEA miktarının azalışını engellediği bildirilmiştir (Nicolas vd., 1986).

**Çizelge 5.** Değişik derim sonrası uygulamalar yapılarak depolanan kivilerde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan meyve renginin h> değerleri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (gün)				Ort. (Uyg.)
	0	60	120	180	
Kontrol	113.5 a	111.0 bc	108.9 c	100.8 e	108.6 c*
1-MCP	113.5 a	112.0 ab	110.2 bc	103.9 d	109.9 b
KA+1-MCP	113.5 a	113.4 a	112.4 ab	104.6 d	111.0 a
Ort. (Muh. Sür.)	113.5 a	112.1 b	110.5 c	103.1 d	

\* : Duncan testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $P \leq 0.05$ ).

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde kivilerin TEA miktarındaki kayıpların engellemesinde KA'de depolamanın daha etkili olduğu Li vd. (2015) tarafından da bildirilmiştir.

### 3.5. Meyve Rengi

#### 3.5.1. Chroma (C\*) değeri

Kivilerde depolama sırasında saptanan meyve renginin C\* değerleri üzerine muhafaza süresi ve derim sonrası uygulamalarının etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 4). Muhafaza süresince kivilerin meyve renginin C\* değeri azalmıştır. Kivilerin muhafazanın başlangıcında 34.9 olan C\* değeri, 180 günlük muhafaza süresi sonunda 25.7'ye kadar düşmüştür. Derim sonrası uygulamaları karşılaştırıldığında ise çalışmada en yük-

sek C\* değeri 30.0 ile KA+1-MCP kombinasyonunda, en düşük C\* değeri ise 28.2 ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Kivi meyvelerinde C\* değerindeki farklılıkların klorofil miktarındaki değişimlerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Fuke vd., 1985). Çalışmamızdan elde edilen sonuçlara benzer şekilde 1-MCP uygulamasının Hayward kivi çeşidinde klorofil parçalanmasını engellediği değişik araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Boquete vd., 2004; Koukounaras ve Sfakiotakis 2007).

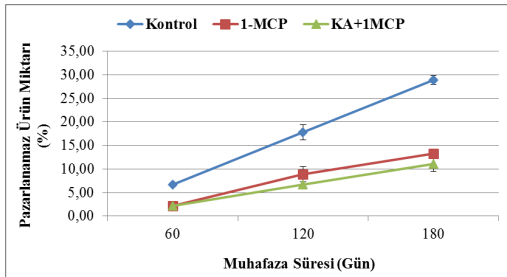
#### 3.5.2. Hue açısı (h°) değeri

Kivilerde depolama süresince saptanan meyve renginin h° değerleri üzerine muhafaza süresi ve derim sonrası uygulamalarının etkisi önemli bulunmuştur (Tablo 4). Çalışmada, muhafaza süresince meyve renginin h° değeri tüm muhafaza ortamlarında azalış göstermiştir. Muhafazanın başlangıcında 113.5 olan h° değeri, çalışmanın ilk 120 günü yavaş bir şekilde azalmış ve çalışmanın sonunda ise 103.1'e kadar düşmüştür. Derim sonrası uygulamaları karşılaştırıldığında ise çalışmada en yüksek h° değeri 111.0 ile KA + 1-MCP kombinasyonunda, en düşük de-

ğer ise 108.6 ile kontrol grubunda tespit edilmiştir (Tablo 5). Jeong vd. (2003) avokado muhafazası konusunda yapmış oldukları çalışmada, 1-MCP uygulamasının meyve renginin korunmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. KA'de depolamanın kivilerde renk değişimi üzerine olumlu etkisi daha önce yapılan çalışmada da belirtilmiştir (Öz, 2006). Bu çalışmada KA+1-MCP kombinasyonunun 1-MCP uygulamasının tek başına kullanımına göre daha başarılı sonuç verdiği tespit edilmiştir.

### 3.6. Pazarlanamaz meyve miktarı

Kivilerde muhafaza sırasında ortam koşullarının uygun olmaması nedeniyle ortaya çıkan pazarlanamaz durumdaki ürünler sadece çürüme kaynaklı değil ayrıca aşırı su kaybına bağlı olarak da oluşmaktadır. Farklı derim sonrası uygulamaların kivi meyvelerinde muhafaza süresince ortaya çıkan pazarlanamaz meyve miktarı üzerine etkileri Şekil 2'de verilmiştir. Pazarlanamaz meyve miktarı, muhafaza süresi ve uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte süre uzadıkça artmıştır. Muhafazanın 60. Gününde ortalama %3.70 olan pazarlanamaz meyve miktarı muhafazanın 180. günü sonunda 17.78'e kadar yükselmiştir. Çalışmada muhafaza sonunda en yüksek pazarlanamaz meyve miktarı kontrol grubu meyvele-



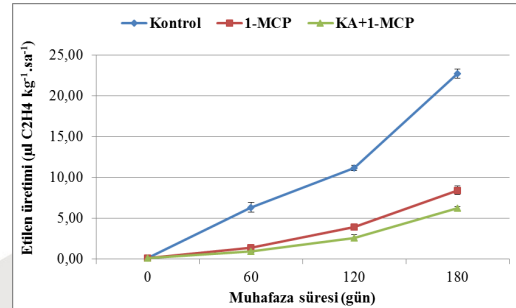
**Şekil 2.** Değişik derim sonrası uygulamalar yapılan kivilerde farklı depolama süreleri sonunda saptanan pazarlanamaz meyve miktarları (%)

rinde (%28.89) tespit edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda KA+1-MCP uygulamasında oluşan ortalama pazarlanamaz ürün miktarı (%11.11), sadece 1-MCP uygulamasına (%13.13) göre daha düşük tespit edilmesine rağmen bu iki uygulama arasında istatistiksel düzeyde önemli bir farklılık tespit edilememiştir. Çürük meyve gelişimini engellemek amacıyla kullanılan değişik kimyasalların insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri nedeniyle son yıllarda bu ürünlerinin kullanımına kısıtlamalar getirilmektedir. Meyve ve sebzelerdeki derim sonrası kayıpları önlemek amacıyla yapılan değişik çalışmalar, araştırmacıları daha çok insan ve çevre sağlığına duyarlı çözümlere ve alternatif yöntemlere yönelmektedir (Janisiewicz vd., 2003). Alternatif yöntemler arasında 1-MCP uygulaması özellikle klimakterik ürünlerde örneğin, kivi (Koukounaras ve Sfakiotakis, 2007), erik (Menniti vd., 2004) ve

şeftali (Liu vd., 2005)'de hasat sonrası çürümele-ri engelleme konusunda başarılı bulunmuştur. Sivakumar vd. (2012) mango üzerine 1-MCP ve KA'de depolamanın etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, 1-MCP ve KA'de depolama kombinasyonunun imidazol etken maddeli fungusite karşı alternatif çevre dostu uygulama olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Park vd. (2015a) organik, geleneksel ve yarı organik üretim sistemi ile üretilen kivilerin 0°C sıcaklıkta 24 hafta süreyle muhafaza performansını karşılaştırmışlar ve bu ürünlerde muhafaza sırasında oluşan çürüme miktarlarının %10.4 ile %35.0 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar tarafından yapılan başka bir başka çalışmada 1-MCP uygulamasının kivilerde çürüme miktarını azalttığını belirtmişlerdir (Park vd., 2015b)

### 3.7. Etilen üretimi

Farklı derim sonrası uygulamalarının kivi meyvelerinin etilen üretimleri üzerine etkileri Şekil 3'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak etilen üretimi tüm uygulamalarda artış göstermiştir. Muhafaza periyodunun başında kivilerin ortalama 0.16  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{h}^{-1}$  olan etilen üretimi, 60. gün sonunda 2.88  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{h}^{-1}$ , 120 gün sonunda 5.88  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{h}^{-1}$  ve 180. gününde 12.44  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{h}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Farklı uygulamaların etilen üretim miktarları üzerine etkileri incelendiğinde, depolama sonunda en yüksek etilen üretim miktarı kontrol grubu kivilerde 22.70  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{h}^{-1}$  tespit edilir iken, en düşük etilen miktarı ise KA + 1-MCP uygulaması yapılmış kivilerde 6.20  $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{h}^{-1}$  olarak saptanmıştır. Çalışma süresince KA + 1-MCP



**Şekil 3.** Değişik derim sonrası uygulamalar yapılan kivilerde farklı depolama süreleri sonunda saptanan etilen üretim miktarları ( $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1}\text{.sa}^{-1}$ )

kombinasyonunda depolanan kivilerde saptanan etilen üretim miktarlarının diğer uygulamalardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçları, Rizzolo vd. (2015)'nin 1-MCP uygulaması yaptıkları 'Abbe Fetel' armutlarında elde ettikleri sonuçlara benzer olmuştur.

#### 4. Sonuç

Bu çalışma sonucunda, kivilerin derim sonrası depolama ömrünü kısıtlayan en önemli faktörlerin ağırlık kaybı ve buna bağlı oluşan buruşmalar ile çürümelere bağlı kalite kayıplarının olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada incelenen kriterler açısından en iyi sonuç KA+1-MCP kombinasyonunda tespit edilmiştir. Kivinin derim sonrasında kalitesini koruması açısından 1-MCP veya KA'de depolama uygulamalarından en az birinin yapılması veya çalışmamızdaki gibi bu iki uygulamanın birlikte kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Hedeflenen depolama süresinin kısa olduğu durumlarda 625 ppb dozunda 1-MCP uygulamasının yeterli olacağı, ancak hedeflenen sürenin uzun olduğu depolamalarda ise KA+1-MCP kombinasyonunun daha başarılı olacağı sonucuna varılmıştır. Çalışma sonucunda, kivilerin 0°C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde %1 O<sub>2</sub> : %3 CO<sub>2</sub> içeren KA + 1-MCP kombinasyonunda 180 gün boyunca pazarlanabilir kalitesini koruyacak biçimde depolanabileceği belirlenmiştir.

#### 5. Kaynaklar

Blankenship SM, Dole JM, 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharvest Biology Technology* 28: 1-25.

Boquete EJ, Trinchero GD, Fraschina AA, Vilella F, Sozzi GO, 2004. Ripening of 'Hayward' Kiwifruit Treated With 1-Methylcyclopropene After Cold Storage. *Postharvest Biology Technology* 32(1): 57-65.

Burdon J, Clark C, 2001. Effect of Postharvest Water Loss on 'Hayward' Kiwifruit Water Status. *Postharvest Biology Technology* 22: 215-225.

Crisosto CH, Kader AA, 1999. Kiwifruit Postharvest Quality Maintenance Guidelines, Department of Pomology, University of California, Davis, CA95616, 9p. <http://kare.ucanr.edu/files/123823.pdf>.

Duman G, 2011. Kivi (*Actinidia deliciosa*) Meyvesinde Farklı Hasat Sonrası Uygulamalar ve Farklı Ambalaj Tiplerinin Depolama Süresi ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53s, Çanakkale.

Erkan M, Karasahin I, Sahin G, Eren İ, Karamürsel F, 2005. Modified Atmosphere and %3,3 1-MCP Combination Affect Postharvest Quality of Japanese Type Plums. 9<sup>th</sup> International Controlled Atmosphere Research Conference, 5-10 July, 2005, Michigan State University, USA.

FAO, 2013. Statistical database. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Accessed 10 November 2016.

Ferguson AR, 1991. Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*), *Acta Horticulture* 209: 603-653.

Fuke Y, Sasago K, Matsuoka H, 1985. Determination of Chlorophylls in Kiwifruit and Their Changes During Ripening. *Journal of Food Science* 50: 1220-1223.

Hewett EW, Kim HO, Lallu N, 1999. Postharvest Physiology of Kiwifruit: The Challenges Ahead. *Acta Horticulturae* 498: 203-214.

Janisiewicz WJ, Leverenz B, Conway WS, Saftner RA, Reed AN, Camp MJ, 2003. Control of Bitter Rot and Blue Mold of Apples by Integrating Heat and Antagonist Treatments on 1-MCP Treated Fruit Stored Under Controlled Atmosphere Conditions. *Postharvest Biology Technology* 29(2): 29-143.

Jeong J, Huber DJ, Sargent SA, 2003. Delay of Avocado (*Persea americana*) Fruit Ripening by 1-Methylcyclopropene and Wax Treatments. *Postharvest Biology Technology* 28(2): 247-257.

Karadeniz T, 2004. Türkiye Kivi Üretim Durumu. *Alatırım* 3(1): 23-27.

Kaynaş K, Sakaldaş M, Kuzucu FC, 2006. Hasat sonrası %3,3 1-MCP Uygulamalarının Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen Domateslerde Depolama Süresi ve Meyve Kalitesi Üzerine Olan Etkileri, VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, 19-22 Eylül 2006, 70-75, Kahramanmaraş.

Kim HO, Hewett EW, Lallu N, 2001. Softening and Ethylene Production of Kiwifruit Reduced With 1-Methylcyclopropene. *Acta Horticulturae* 553: 167-170.

Koukounaras A, Sfakiotakis E, 2007. Effect of 1-MCP Prestorage Treatment on Ethylene and CO<sub>2</sub> Production and Quality of 'Hayward' Kiwifruit During Shelf-life After Short, Medium and Long Term Cold Storage. *Postharvest Biology Technology* 46(2): 174-180.

Krupa T, Latocha P, Liwińska A, 2011. Changes of Physicochemical Quality, Phenolics and Vitamin C Content in Hardy Kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) During Storage. *Scientia Horticulturae* 130(2): 410-417.

Li H, Zhu Y, Luo F, He H, Yuan H, Gao J, Zeng X, Huang C, 2015. Use of Controlled Atmospheres to Maintain Postharvest Quality and Improve Storage Stability of a Novel Red-Fleshed Kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch. var. *rufopulpa* [CF Liang et RH Huang] CF Liang et AR Ferguson). *Journal of Food Processing and Preservation* 39(6): 907-914.

Liu HX, Jiang WB, Zhou LG, Wang BG, Luo YB, 2005. The Effects of 1-Methylcyclopropene on Peach Fruit (*Prunus persica* L. cv. Jiubao) Ripening and Disease Resistance. *International*

- Journal of Food Science Technology 40: 1-17.
- Maftoonzad N, Ramaswamy HS, Marcotte M, 2008. Shelf-life Extension of Peaches Through Sodium Alginate and Methyl Cellulose Edible Coatings. International Journal of Food Science Technology 43: 951-957.
- Manolopoulou H, Papadopoulou P, 1998. A Study of Respiratory and Physico-Chemical Changes of Four Kiwi Fruit Cultivars During the Cool-Storage. Food Chemistry 63: 529-534.
- Menniti AM, Gregori R, Donati I, 2004. 1-Methylcyclopropene Retards Postharvest Softening of Plums. Postharvest Biology Technology 31: 269-275.
- Mitcham B, Mattheis J, Bower J, Biasi B, Clayton M, 2001. Responses of European Pears to % 3,3 1-MCP. Persihables Handling Quarterly 108: 16-19.
- Nakano R, Harima S, Ogura E, Inoue S, Kubo Y, Inaba A, 2001. Involvement of Stres-Induced Ethylene Biosynthesis in Fruit Softening of "Saijo" Persimmon. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 70: 581-585.
- Neves LC, Corrent A, Marini L, Lucchetta L, Zanuzo M, Gonçalves ED, Zanatta J, Cantillano FR, Rombaldi CV, 2003. Atmosfera Modificada e 1-Metilciclopropeno na Conservação Pós-colheita de Kiwis cv. Bruno. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal 25(3), 390-393.
- Nicolas J, Buret M, Duprat F, Moras P, Nicolas M, Rothman C, 1986. Effects of Different Conditions of Cold Storage Upon Physico-Chemical Changes of Kiwifruit. Acta Horticulturae 194: 216-272.
- Öz AT, 2006. Farklı Zamanlarda Hasat Edilen Kivilerde (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) Normal ve Kontrollü Atmosfer Koşullarında Soğuk Muhafaza Süresinin Etilen Biyosentezine etkisi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 154s, Bursa.
- Öz AT, Eriş A, 2009. Kontrollü Atmosfer (KA) ve Normal Atmosfer (NA) Koşullarında Depolamanın Farklı Zamanlarda Derilen "Hayward" (*Actinidia deliciosa*) Kivi Çeşidinin Kalite Değişimine Etkisi. Gıda 34(2): 83-89.
- Park YS, Polovka M, Suhaj M, Ham KS, Kang SG, Park YK, Arancibi-Avila P, Toledo F, Sanchez MR, Gorinstein S, 2015a. The Postharvest Performance of Kiwifruit After Long Cold Storage. European Food Research and Technology 241: 601-613.
- Park YS, Im MH, Gorinstein S, 2015b. Shelf Life Extension and Antioxidant Activity of 'Hayward' Kiwi Fruit as a Result of Prestorage Conditioning and 1-Methylcyclopropene Treatment. Journal of Food Science and Technology 52(5): 2711-2720.
- Rizzolo A, Grassi M, Vanoli M, 2015. Influence of Storage (Time, Temperature, Atmosphere) on Ripening, Ethylene Production and Texture of 1-MCP Treated 'Abbé Fétel' Pears. Postharvest Biology Technology 109: 20-29.
- Sisler EC, Serek M, 1997. Inhibitors of Ethylene Responses in Plants at The Receptor Level; Recent Developments. Physiologia Plantarum 100: 577-582.
- Sivakumar D, Van Deventer F, Terry LA, Polenta GA, Korsten L, 2012. Combination of 1-Methylcyclopropene Treatment and Controlled Atmosphere Storage Retains Overall Fruit Quality and Bioactive Compounds in Mango. Journal of The Science of Food and Agriculture 92(4): 821-830.
- TÜİK, 2013. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://rapory.tuik.gov.tr/06-04-2015-13:03:37-54878269092133602895510717.html>. Erişim Tarihi: 5 Ekim 2016.
- Wang SN, Ren XL, Ren Y, 2010. Effects of 1-MCP Treatment on Shelf-life Quality of Kiwi Fruit [J]. Journal of Northwest A & F University (Natural Science Edition)7: 025.
- Watkins CB, Nock JF, Whitaker BD, 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 Technology 19(1): 17-32.
- Yıldırım I, 2010. Hayward Kivi Çeşidinin Normal ve Kontrollü Atmosfer Koşullarında Depolanması Üzerine Araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 180s, Antalya.
- Zhao YL, Li JH, Shi JX, Wang CS, 2005. Effect of 1-MCP Treatment on Post-harvest Physiology of Kiwi Fruit [J]. Journal of Shanxi Agricultural Sciences 1: 017.