

Derim Sonrası 1-Metilsiklopropan Uygulamalarının ‘Silifke Aşısı’ Nar Çeşidi Meyvelerinde İnsan Sağlığına Yararlı Bazı Bileşiklerin Korunumuna Etkisi

Özge ÖZÜPEK¹Nurdan TUNA GÜNEŞ¹A. İlhami KÖKSAL¹Bilgin KAYA²¹Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara²Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Ankara

*Sorumlu yazar

E-posta: ozgeozupek@gmail.com

Geliş Tarihi: 05 Kasım 2015

Kabul Tarihi: 21 Aralık 2015

ÖZET

İnsan sağlığına yararlı bileşikleri yüksek düzeyde içermesi nedeniyle nar (*Punica granatum* L.) meyvesinin ülkemizde üretimi ve tüketimi giderek artmaktadır. Ayrıca derim sonrası dönemde söz konusu bileşiklerin korunumu ve bu amaçla uygun derim sonrası uygulamaların kullanımı önemli bir noktadır. Çalışma, son yıllarda etilene gösterilen tepkinin inhibe edilerek muhafaza süresinin uzatılması amacıyla yaygın olarak kullanılan 1-metilsiklopropan (1-MCP) uygulamalarının insan sağlığına yararlı bazı bileşiklerin korunumuna etkisini ve etki düzeyini belirlemek amacıyla 2009-2012 yıllarında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde yürütülmüştür. Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu Araştırma ve Uygulama Bahçesi'nden ticari derim zamanında derilen ‘Silifke Aşısı’ nar çeşidi meyveleri, iki farklı dozda (300 ve 1000 ppb) 1-MCP uygulamalarından sonra 3°C ve 5°C sıcaklık ve %85-90 nispi nem koşullarında muhafaza edilmiştir. Muhafaza periyodu sırasında 30'ar günlük aralıklar ile meyve suyunun C vitamini ve antioksidan aktivitesindeki değişimler izlenmiştir. Raf ömrü belirlemeleri, her ay alınıp 20°C sıcaklıkta tutulan örneklerde gerçekleştirilmiştir. Her iki yılda da C vitamini miktarı ve antioksidan aktivitesi, muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte düşüş göstermiştir. Özellikle 1000 ppb 1-MCP uygulaması 3°C ve 5°C'de depolanan meyvelerde C vitamini korunumunda etkili olmuştur. Farklı uygulamaların antioksidan aktivitesinin korunumundaki etki düzeyi daha az olmuştur. Sonuçta işleme uygun bir çeşit olan ‘Silifke Aşısı’ meyvelerinde zorunlu depolama durumunda, raf ömrü sürecindeki C vitamini korunumunun 1000 ppb 1-MCP uygulaması ile sağlanabileceği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: 1-MCP, *Punica granatum* L., C vitamini, antioksidan aktivitesi

The Effect of Postharvest 1-Methylcyclopropane Treatments on Keeping of Some Health Benefit Compounds in Fruit of Pomegranate cv. ‘Silifke Aşısı’

ABSTRACT

Production and consumption of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit in Turkey has increased ever because of its high health benefit capacity. Additionally, keeping of health benefit compounds in postharvest period and using of suitable postharvest treatments are important points. This research was carried out to determine the effect and effect level of 1-methylcyclopropane (1-MCP) which has been commonly used to prolong storage period via inhibiting ethylene response in recent years, on keeping of some health benefit compounds during 2009-2012 years at Ankara University Faculty of Agriculture Department of Horticulture. The fruit of ‘Silifke Aşısı’ pomegranate cultivar were harvested at commercial harvest time in Research and Application Orchard of Alata Horticulture Station and stored at 3°C and 5°C temperature and 85-90% relative humidity conditions after 1-MCP treatments at two doses (300 and 1000 ppb). Changes in vitamin C and antioxidant activity in fruit juice were followed at 30 days intervals during cold storage. Shelf life determinations were realized in samples kept at 20°C. In both years, vitamin C and antioxidant activity decreased by storage period. Especially 1000 ppb 1-MCP treatment was effective in keeping of vitamin C content of pomegranates stored at 3°C and 5°C. The effect level of different treatments on keeping of antioxidant activity was limited. As a results, it seems that in fruit of ‘Silifke Aşısı’ which is an industrial cultivar, keeping of vitamin C during shelf life period could be achieved by 1000 ppb 1-MCP treatment.

Keywords: 1-MCP, *Punica granatum* L., vitamin C, antioxidant activity

GİRİŞ

Anavatanı Türkiye'nin de içinde bulunduğu Orta Doğu Bölgesi'nde geniş bir alanı kapsayan ve kutsal kitaplarda kutsal bir meyve olarak belirtilen nar meyvesi üretimi ve tüketimi yıldan yıla artan bir meyve durumuna gelmiştir. Tıp literatürlerinde nar meyvesinin prostat kanseri [1], akciğer kanseri [2,3], kalp hastalıkları [4] HIV [5], sıtma [6] ve Alzheimer [7] hastalıklarına karşı tedavi edici özelliği bulunduğu kanıtlanmıştır. Nar meyvesinin tedavi edici bu özellik-

leri bünyesinde bulunan gallik asit, klorojenik asit, kafeik asit, kateşin, antosiyanin gibi doğal antioksidan özelliklere sahip fenolik bileşikleri ve C vitamini bulundurmasından kaynaklanmaktadır [8]. Son dönemlerde özellikle insan sağlığı açısından önem arz eden antikanserijen, antimikrobiyal, antioksidan ve antiinflamatuar etkileri nedeniyle bu meyve tüketiciler tarafından çok fazla tercih edilen fonksiyonel gıdalar arasında yer almaktadır [9]. Bu bağlamda ülkemizde ve dünyada nar meyvesinin üretimi ve tüketimi hızlı bir artış göstermiştir. Dünya nar üretiminde birinci sırada olan Hin-

distan'ı sırasıyla İran, Çin, Türkiye, A.B.D. ve Pakistan takip etmektedir [10]. Ülkemiz nar üretimi 1991 yılında 53.000 ton'dan, 2014 yılında 397.335 ton'a yükselmiştir [11].

Klimakterik olmayan meyve türlerinden biri olan nar tüketime en uygun kalite ve yeme olumunda hasat edilmektedir [12]. Uzun süreli depolamada üşüme zararı, çürüme ve ağırlık kaybı depolamayı sınırlandırmaktadır [13]. Nar meyveleri 5°C'den daha düşük sıcaklıklarda 2 aydan daha uzun süre muhafaza edildiğinde kabukta kahverengileşme, dane rengi açılması, zar kahverengileşmesi gibi üşüme zararı belirtileri göstermektedir [14]. Bu nedenle nar meyveleri çeşit ve ekolojiye bağlı olarak 5 °C ve 8 °C sıcaklıklar arasında muhafaza edilmelidir [15]. Yapılan çalışmalar bu sıcaklık aralığında depolanan meyvelerin içsel kalite özellikleri ile ilgili çok az bilgi vermektedir. Özellikle nar meyvelerinin besin içeriklerine yönelik kalite kayıplarının derim sonrası aşamalarda en aza indirilerek iç ve dış pazarlardaki talebin karşılanabilmesi için ülkemizde bu meyve türüne uygun depolama ve pazarlama koşulları oluşturulması önemlidir.

1-methylcyclopropane (1-MCP), özellikle klimakterik türlerde, etilen reseptörlerine etilenden önce bağlanarak etilene bağlı olgunlaşma reaksiyonlarını engellemektedir. 1-MCP'nin bahçe bitkileri ürünleri üzerindeki olgunlaşmayı geciktirici etkisinin, bu bileşiğin etilen reseptörlerine etilenden önce bağlanarak etilene bağlı olan olgunlaşma reaksiyonlarını engellediğinden kaynaklandığı belirtilmektedir [16]. Birçok çalışma 1-MCP'nin klimakterik meyvelerde olgunlaşmanın geciktirilmesi ve kalitenin korunumundaki olumlu etkisini gösterirken, 1-MCP'nin klimakterik olmayan meyve türlerindeki etkisinin belirlendiği çalışmalar kısıtlıdır [17].

'Silifke Aşısı' nar çeşidi meyvelerinde muhafaza süresi boyunca 1-MCP'nin kalite korunumuna etkisinin belirlendiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle araştırmada farklı konsantrasyonlarda 1-MCP uygulamalarının 'Silifke Aşısı' çeşidi nar meyvelerinin farklı sıcaklıklarda muhafazası süresince insan sağlığına yararlı bazı bileşiklerin korunumuna etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2009-2012 yılları arasında 2 yıl tekrarlamalı olarak Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyonu'ndan temin edilen 'Silifke Aşısı' nar çeşitlerine ait meyveler kullanılmıştır.

Nar meyveleri ticari derim zamanında derildikten hemen sonra Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı'na getirilmiş ve soğukta muhafazaya uygun olan meyveler kasalanmıştır. Meyve kasaları polietilen ambalaj materyali ile sarılmış ve 1 m³'lük kapalı hacimlerde 24 saat süresince, oda sıcaklığında 300 ppb ve 1000 ppb olmak üzere iki farklı konsantrasyonda 1-MCP (SmartFreshSM) uygulamalarına maruz bırakılmıştır. Kontrol grubu meyveler hiçbir uygulama yapılmaksızın aynı koşullarda bekletilmiştir. Uygulama süresi sonunda meyveler, hemen 3±1°C ve 5±1°C sıcaklık ve %85-90 nispi nem koşullarındaki soğuk hava depolarında 4 ay süre ile muhafaza edilmiştir. Ayrıca çalışma süresince her bir analiz tarihinde soğuk muhafazadan alınıp 20±1°C sıcaklıkta 15 gün tutulan meyvelerde konularak raf ömrü analizleri gerçekleştirilmiştir.

C vitamini miktarı belirlemeleri için 5 g örnek santrifüj tüplerinde 10 ml %6'lık (W/V) metafosforik asit çözeltisi ile 15 saniye dakikada 24000 devirde homojenize edilmiş, he-

men sonra 1°C sıcaklıkta dakikada 14000 devirde 10 dakika süre ile santrifüj edilmiştir. Sulu kısımdan alınan örnekler 0.45 µm delik çapına sahip olan örnek süzme filtrelerinden geçirilerek vialler içinde toplanmıştır. Ekstraksiyonu yapılan örnekler hiç bekletilmeksizin yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde (Shimadzu LC 10 AT VP) C18 kolonda (Phenomenex Luna C18, 250 x 4.60 mm, 5 µ) analiz edilmiştir. Kolon fırını sıcaklığı 25°C olarak ayarlanmıştır. Sistemde mobil faz olarak 1 ml/dakika akış hızında pH düzeyi sülfirik asit (H₂SO₄) (Sigma-Aldrich 339741) ile 2.2'e ayarlanmış ultra saf su kullanılmıştır. Okumalar DAD dedektörde 254 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Örneklerde C vitamini pikinin tanımlanması ve kuantifikasyonu için farklı konsantrasyonlardaki L-askorbik asit (Sigma-Aldrich A5960) standardı kullanılmıştır.

Nar meyvelerinin antioksidan aktivitesi bazı modifikasyonlar ile [18]'e göre belirlenmiştir. 2 ml nar suyu 8 ml Metanol (MeOH) (Sigma-Aldrich 34860) ile seyreltilerek iyice karıştırılmıştır. 5 adet tüpün içerisine 600 µl 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) (Sigma-Aldrich D9132) çözeltisi koyulmuş ve bu tüplere sırasıyla 20,40, 60, 80 ve 100 µl seyreltilmiş nar suyu eklenmiştir. Tüpler daha sonra MeOH ile 6 ml'ye tamamlanmış ve vortex ile iyice karıştırılarak her bir örneğe için bir tüpe 600µl DPPH çözeltisi koyulmuş, bu tüpte son hacim MeOH ile 6 ml'ye tamamlanmıştır. Karanlıkta 15 dakika inkübasyona bırakılan şahit ve nar sularının absorpsiyon değerleri spektrofotometrede (Analytik Jena, Specord 2000) 517 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Her bir örnek hacmine karşılık gelen % inhibisyon değerleri hesaplanmıştır. Belirlenen inhibisyon değerleri, örnek hacimlerine karşı grafiğe alınıp doğrusal regresyon analizi ile her bir örneğe ilişkin eğri çizilmiş ve regresyon eşitliği hesaplanmıştır. Bu eşitlik ve seyreltme faktörü kullanılarak her bir örneğe ait radikalın % 50'sinin inhibisyonunu sağlayan konsantrasyon olan EC₅₀ değeri hesaplanmıştır.

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekkerrürlü ve her tekkerrürde 10 meyve ile yürütülmüştür. Çalışma sonunda elde olunan değerlere, Minitab paket programı ile varyans analizi uygulanmış ve ortaya çıkan önemli farklılıklar Duncan testi ile % 5 hata sınırında saptanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

'Silifke Aşısı' çeşidi meyvelerinde çalışmanın 1. yılında muhafaza süresince ölçülen C vitamini kapsamı değerleri muhafaza süresine göre değişmiştir (Çizelge 1). 120 günlük muhafaza süresi boyunca düzenli olarak düşüş gösteren C vitamini değerleri, istatistiksel düzeyde en düşük düzeye 90. (9,09 mg/100 g) ve 120. gün (7,83 mg/100 g) örneklerinde ulaşmıştır.

Çalışmanın 1. yılında raf ömrü sonunda ölçülen C vitamini değerlerinin değişimi üzerinde muhafaza süresi x uygulama interaksyonları istatistiksel düzeyde etkili olmuştur (Çizelge 1). Muhafaza başlangıcındaki örneklerde raf ömrü sonunda 15,21 mg/100 g olarak belirlenen bu parametre değerleri, analiz tarihlerinin ilerlemesi ile birlikte önemli düşüş göstermiştir. 90. günde alınan örneklerde raf ömrü sonunda en yüksek C vitamini kapsamı 13,80 mg/100 g olarak 1000 ppb 1-MCP + 3°C uygulamasında yer alan meyvelerde ölçülmüştür. Diğer uygulamalarda yer alan meyvelerde ölçülen değerler, istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve en düşük değerleri yansıtmıştır (Çizelge 2).

Çalışmanın 2. yılında nar meyvelerinin C vitamini kapsamı muhafaza süresi başlangıcında 20,50 mg/100 g olarak saptanmıştır. 4 aylık muhafaza süresince meyvelerin C vi-

tamini kapsamı değerlerinde ortaya çıkan değişimde muhafaza süresi ve uygulamalar ayrı ayrı etkili olmuştur. Her bir muhafaza süresi süresinde kaydedilen ortalama C vitamini değerleri muhafaza periyodu ile birlikte düşüş eğilimi izlemiştir. İstatistiksel düzeyde en düşük değer 120. gün örneklerinde 8,62 mg /100 g olarak saptanmıştır. Uygulamalara ait ortalama C vitamini değerleri içinde ise en yüksek değer, 1000 ppb 1-MCP + 3°C uygulamasında 15,27 mg/100 g olarak saptanmıştır. Bu değer ile Kontrol + 5°C (13,52 mg/100 g) ve 300 ppb 1-MCP + 5°C (13,60 mg/100 g) uygulamalarına ait değerler aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 3).

Çalışmanın 2. yılında raf ömrü sonunda ölçülen C vitamini değerlerinin değişimi üzerinde sadece muhafaza süresi istatistiksel anlamda etkili olmuştur. Bu değerlerin değişimi üzerinde uygulamaların etkisi istatistiksel düzeyde önemli bulunmamıştır. Muhafaza süresi başlangıcında alınan örneklerde raf ömrü sonunda ortalama 12,35 mg/100 g olarak ölçülen bu parametre değeri 90. gün sonunda alınan örneklerde 8,95 mg/100 g olarak en düşük düzeyde saptanmıştır. Bu değer ile 30. (10,56 mg/100 g) ve 60. (9,61 mg/100 g) gün örneklerinde raf ömrü sonunda ölçülen değerler aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4).

Nar meyvelerinde C vitamini kapsamı depolama sıcaklığı ve süresine bağlı olarak değişmektedir [19]. Genel olarak bakıldığında muhafaza ve raf ömrü periyodunun ilerlemesine paralel olarak nar meyvelerinin C vitamini kapsamlarında düşüş gözlenmiştir. Benzer değişim [20, 21, 22] tarafından da bildirilmiştir. Farklı olarak [23] tarafından yapılan çalışmada 'Mollar de Elche' ve 'Assaria' nar çeşitlerinde 5 °C sıcaklıkta 4 aylık muhafaza süresince C vitamini kapsamının arttığı bildirilmiştir. Çalışmamızdaki C vitamini kapsamındaki düşüş kontrol meyvelerinde uygulama yapılmış meyvelere göre daha yüksek oranlarda gerçekleşmiştir. Nar meyvelerinin C vitamini kapsamının korunumunda 1000 ppb 1-MCP uygulamasının etkili olduğu söylenebilir.

Çalışmada antioksidan değerleri EC₅₀ (Efficient Concentration) olarak ifade edilmiştir. Bu değer, ortamda bulunan DPPH radikalının %50'sini inhibe eden antioksidan maddenin konsantrasyonunu ifade etmektedir. Bu bağlamda bu değer ne kadar küçük olursa, antioksidan aktivite o kadar yüksek olmaktadır. Çalışmanın 1. ve 2. yıllarında gerek soğuk muhafaza süresi boyunca gerekse raf ömrü sonunda ölçülen antioksidan aktivitesi değerlerinin değişiminde muhafaza süresi x uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 5, 6, 7, 8). Çalışmanın 1. yılında 300 ppb 1-MCP + 5°C dışında kalan diğer tüm uygulamalarda soğuk muhafaza periyodu süresince meyve suyunun antioksidan aktivitesi düzenli düşüş göstermiştir. Uygulamalara göre en yüksek aktivite değerleri 30. gün örneklerinde Kontrol + 5°C (460,20 µl), 60. gün örneklerinde 1000 ppb 1-MCP + 5°C (527,83 µl), 90. gün örneklerinde Kontrol + 3°C (638,50 µl) ve 120. gün sonunda alınan örneklerde 300 ppb 1-MCP + 5°C (462,00 µl) uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 5).

Çalışmanın 1. yılında raf ömrü periyodu sonunda ölçülen antioksidan aktivitesi değerleri örnekleme zamanlarının ilerlemesine paralel olarak dalgalanmalar göstermiştir. En yüksek aktivite değerleri 30. gün örneklerinde 529,00 µl olarak 300 ppb 1-MCP + 5°C ve 90. gün örneklerinde 365,49 µl olarak 1000 ppb 1-MCP + 3°C uygulaması ile 280,17 µl olarak 300 ppb 1-MCP + 3°C uygulamalarında belirlenmiştir. 60. gün örneklerinde raf ömrü sonunda Kontrol + 3°C uygulaması hariç tüm uygulamalarda kaydedilen antioksidan aktivitesi değerleri aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 6).

Çalışmanın 2. yılında Kontrol + 5°C dışında kalan diğer tüm uygulamalarda meyve suyundaki antioksidan aktivitesi değerleri muhafaza süresinin ilerlemesiyle birlikte düşüş göstermiştir. Uygulamalara göre en yüksek aktivite değerleri 30. gün örneklerinde 300 ppb 1-MCP + 5°C (545,20 µl), 60. gün örneklerinde Kontrol + 5°C (652,30 µl), 90. gün örneklerinde Kontrol + 5°C (691,60 µl) ve 120. gün örneklerinde Kontrol + 5°C (677,57 µl) olarak saptanmıştır. Özellikle 120. gün örneklerinde 3°C sıcaklıkta muhafaza edilen bütün meyvelerde istatistiksel düzeyde daha düşük antioksidan aktivitesi belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çalışmanın 2. yılında raf ömrü periyodu sonunda ölçülen antioksidan aktivite değerleri Kontrol + 3°C, 300 ppb 1-MCP + 3°C ve 1000 ppb 1-MCP + 3°C dışında kalan diğer tüm uygulamalardaki meyvelerde düşüş göstermiştir. En yüksek aktivite değerleri 30. gün örneklerinde 1000 ppb 1-MCP + 5°C (580,27 µl) ve 1000 ppb 1-MCP + 5°C (561,40 µl), 60. gün örneklerinde 1000 ppb 1-MCP + 3°C (567,80 µl), 90 gün örneklerinde ise 300 ppb 1-MCP + 3°C (631,33 µl) ve 1000 ppb 1-MCP + 3°C (599,40 µl) uygulamalarında gözlenmiştir (Çizelge 8).

Nar meyvelerinin antioksidan aktivitesi muhafaza ve raf ömrü periyodunun ilerlemesi ile birlikte düşüş göstermiştir. Benzer değişim [22, 24, 25, 26] tarafından da bildirilmiştir. Farklı olarak [27] tarafından yapılan çalışmada 5 °C ve % 92 oransal nem koşullarında 8 hafta muhafaza edilen 'Bhagwa' and 'Ruby' nar çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinde muhafaza süresinin ilerlemesi ile birlikte değişim olmadığı gözlenmiştir. Çalışmamızda farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarının 'Silifke Aşısı' nar meyvelerinin antioksidan aktivitesinin korunumundaki etki düzeyi az olmuştur. Benzer şekilde 1-MCP uygulamalarının muhafaza periyodu süresince nar meyvelerinin insan sağlığına yararlı bileşiklerden fenolik bileşiklerin korunumunda etkisinin düşük, antosiyanin korunumunda daha etkili olduğu [28] tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 1. ‘Silifke Aşısı’ çeşidi meyvelerinde 1. yılda muhafaza süresince C vitamini kapsamı (mg/100 g yaş ağırlık) değerlerinde oluşan değişimler

Muhafaza süresi (gün)	Uygulamalar						Ortalama
	Kontrol + 3 °C	300 ppb 1-MCP + 3 °C	1000 ppb 1-MCP + 3 °C	Kontrol + 5°C	300 ppb 1-MCP + 5 °C	1000 ppb 1-MCP + 5 °C	
0	12,98±4,29	12,98±4,29	12,98±4,29	12,98±4,29	12,98±4,29	12,98±4,29	12,98±4,29 a ¹
30	11,94±1,67	12,01±1,00	15,29±3,53	10,66±3,63	12,54±2,48	12,79±2,92	12,54±2,69 a
60	13,15±11,66	12,77±6,08	11,49±2,06	9,49±2,56	16,32±3,21	12,86±3,59	12,68±5,36 a
90	5,34±1,31	6,67±2,25	9,70±4,07	12,79±1,33	7,01±0,80	13,06±0,93	9,09±3,56 b
120	1,89±0,76	9,05±2,13	9,25±3,51	7,93±0,53	10,67±1,10	8,21±0,27	7,83±3,24 b
Ortalama	9,06±6,82	10,70±4,12	11,74±3,94	10,77±3,29	11,91±4,04	11,98±3,27	

¹p≤ 0,05 düzeyinde dikey harflendirmeler ortalama değerler için analiz tarihleri arasındaki farklılıkları göstermektedir, LSD= 2,590.

Çizelge 2. ‘Silifke Aşısı’ çeşidi meyvelerinde 1. yılda raf ömrü süresince C vitamini kapsamı (mg/100 g yaş ağırlık) değerlerinde oluşan değişimler

Muhafaza süresi (gün)	Uygulamalar						Ortalama
	Kontrol + 3 °C	300 ppb 1-MCP + 3 °C	1000 ppb 1-MCP + 3 °C	Kontrol + 5°C	300 ppb 1-MCP + 5 °C	1000 ppb 1-MCP + 5 °C	
0+15gün	15,21±0,70 a,a ¹	15,21±0,70 a,a	15,21±0,70 a,a	15,21±0,70 a,a	15,21±0,70 a,a	15,21±0,70 a,a	15,21±0,70
30+15gün	12,05±1,49 ab,ab	9,77±1,48 b,ab	9,67±0,83 b,ab	8,29±2,28 b,b	12,72±1,77 a,a	13,83±0,73 a,a	11,05±2,37
60+15gün	10,80±2,11 b,a	7,43±2,63 b,a	11,35±2,90 ab,a	10,43±3,63 b,a	11,39±4,06 a,a	9,38±1,67 b,a	10,13±2,86
90+15gün	9,53±1,87 b,b	5,80±1,54 b,b	13,80±3,93 a,a	9,08±2,16 b,b	6,53±3,60 b,b	9,66±3,40 b,b	9,07±3,61
Ortalama	11,90±2,61	9,55±4,00	12,51±3,10	10,75±3,49	11,46±4,12	12,02±3,15	

¹p≤ 0,05 düzeyinde birinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza sıcaklığı ve uygulama için muhafaza süreleri, ikinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza süresi için muhafaza sıcaklığı ve uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir, LSD= 3,834

Çizelge 3. ‘Silifke Aşısı’ çeşidi meyvelerinde 2. yılda muhafaza süresince C vitamini kapsamı (mg/100 g yaş ağırlık) değerlerinde oluşan değişimler

Muhafaza süresi (gün)	Uygulamalar						Ortalama
	Kontrol + 3 °C	300 ppb 1-MCP + 3 °C	1000 ppb 1-MCP + 3 °C	Kontrol + 5°C	300 ppb 1-MCP + 5 °C	1000 ppb 1-MCP + 5 °C	
0	20,50±1,63	20,50±1,63	20,50±1,63	20,50±1,63	20,50±1,63	20,50±1,63	20,50±1,63 a ¹
30	12,13±2,29	9,51±0,33	13,02±1,84	14,10±1,94	16,09±3,68	12,29±1,12	12,85±2,73 b
60	10,12±3,34	10,53±1,09	16,75±3,25	12,29±1,88	10,94±1,02	11,40±1,49	12,00±2,95 b
90	12,02±0,84	10,99±3,04	14,02±2,24	12,41±2,20	10,87±1,94	13,52±0,79	12,30±2,07 b
120	4,61±1,59	8,52±3,92	12,08±2,00	8,31±5,10	9,62±2,25	8,62±0,50	8,62±3,37 c
Ortalama	11,88±5,59 b ¹	12,01±4,93 b	15,27±3,70 a	13,52±4,79 ab	13,60±4,68 ab	13,27±4,24 b	

¹p≤ 0,05 düzeyinde dikey harflendirmeler analiz tarihleri (LSD= 1,525), yatay harflendirmeler ise uygulamalar (LSD= 1,671) arasındaki farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4. ‘Silifke Aşısı’ çeşidi meyvelerinde 2. yılda raf ömrü süresince C vitamini kapsamı (mg/100 g yaş ağırlık) değerlerinde oluşan değişimler

Muhafaza süresi (gün)	Uygulamalar						Ortalama
	Kontrol + 3 °C	300 ppb 1-MCP + 3 °C	1000 ppb 1-MCP + 3 °C	Kontrol + 5°C	300 ppb 1-MCP + 5 °C	1000 ppb 1-MCP + 5 °C	
0+15gün	12,35±1,62	12,35±1,62	12,35±1,62	12,35±1,62	12,35±1,62	12,35±1,62	12,35±1,62 a ¹
30+15gün	8,69±3,02	10,92±4,98	11,57±4,05	11,65±0,95	9,66±2,04	10,88±1,25	10,56±2,81 b
60+15gün	6,58±1,36	7,66±2,47	11,41±0,08	10,29±2,90	10,51±1,84	11,20±1,05	9,61±2,45 b
90+15gün	8,72±3,64	8,51±3,38	11,41±1,06	9,79±1,75	6,19±0,59	9,10±1,28	8,95±2,49 b
Ortalama	9,08±3,13	9,86±3,49	11,69±2,01	11,02±2,02	9,68±2,75	10,88±1,71	

¹p≤ 0,05 düzeyinde dikey harflendirmeler ortalama değerler için analiz tarihleri arasındaki farklılıkları göstermektedir, LSD= 1,565.

Çizelge 5 ‘Silifke Aşısı’ çeşidi nar meyvelerinde 1. yılda muhafaza süresince antioksidan aktivitesi (μl) değerlerinde oluşan değişimler

Muhafaza süresi (gün)	Uygulamalar						Ortalama
	Kontrol + 3 °C	300 ppb 1-MCP + 3 °C	1000 ppb 1-MCP + 3 °C	Kontrol + 5 °C	300 ppb 1-MCP + 5 °C	1000 ppb 1-MCP + 5 °C	
0	555,15±7,58 b,a ¹	555,15±7,58 b,a	555,15±7,58 b,a	555,15±7,58 c,a	555,15±7,58 bc,a	555,15±7,58 b,a	555,15±2,60
30	531,70±44,00 b,bc	664,90±28,20 b,ab	539,97±0,34 b,bc	460,20±68,2 c,c	669,34±9,35 b,ab	727,70±46,40 a,a	599,00±26,60
60	745,60±14,90 a,a	573,60±64,00 b,bc	618,00±25,50 ab,abc	717,80±55,40 b,ab	650,70±65,80 b,abc	527,83±8,49 b,c	638,90±24,20
90	638,50±69,00 ab,b	686,40±12,40 ab,ab	702,00±14,40 a,ab	766,00±117,00 ab,ab	836,70±45,20 a,a	818,78±7,95 ba,a	741,40±26,70
120	745,40±22,5 a,b	823,60±66,8 a,ab	729,00±107,00 a,b	900,31±3,23 a,a	462,00±107,00 c,c	720,60±18,6 a,b	730,10±40,40
Ortalama	643,30±28,30	660,70±30,50	628,80±27,70	679,90±48,40	634,80±40,40	670,00±30,90	

¹p≤ 0,05 düzeyinde birinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza sıcaklığı ve uygulama için muhafaza süreleri, ikinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza süresi için muhafaza sıcaklığı ve uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir, LSD= 132,2.

Çizelge 6 ‘Silifke Aşısı’ çeşidi nar meyvelerinde 1. yılda raf ömrü süresince antioksidan aktivitesi (μl) değerlerinde oluşan değişimler

Muhafaza süresi (gün)	Uygulamalar						Ortalama
	Kontrol + 3 °C	300 ppb 1-MCP + 3 °C	1000 ppb 1-MCP + 3 °C	Kontrol + 5 °C	300 ppb 1-MCP + 5 °C	1000 ppb 1-MCP + 5 °C	
0+15gün	680,10±47,00 ab,a ¹	680,10±47,00 a,a	680,10±47,00 a,a	680,10±47,00 a,a	680,10±47,00 a,a	680,10±47,00 a,a	680,10±16,10
30+15gün	688,40±47,10 ab,a	616,30±38,10 a,ab	576,13±1,17 a,ab	685,40±73,30 a,a	674,70±17,80 a,a	529,00±29,30 b,b	628,30±20,30
60+15gün	752,39±1,38 a,a	568,14±2,56 a,b	575,68±1,10 a,b	476,72±1,37 b,b	537,60±89,90 b,b	541,10±90,70 b,b	575,30±27,40
90+15gün	612,70±75,20 b,ab	380,17±1,45 b,c	365,49±1,68 b,c	585,68±1,53 ab,ab	656,56±2,67 a,a	502,42±5,04 b,b	517,20±29,10
Ortalama	672,0±21,80	567,20±29,70	512,60±34,60	609,50±25,30	641,20±22,40	522,30±32,8	

¹p≤ 0,05 düzeyinde birinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza sıcaklığı ve uygulama için muhafaza süreleri, ikinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza süresi için muhafaza sıcaklığı ve uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir, LSD= 113,3.

Çizelge 7 ‘Silifke Aşısı’ çeşidi nar meyvelerinde 2. yılda muhafaza süresince antioksidan aktivitesi (μl) değerlerinde oluşan değişimler

Muhafaza süresi (gün)	Uygulamalar						Ortalama
	Kontrol + 3 °C	300 ppb 1-MCP + 3 °C	1000 ppb 1-MCP + 3 °C	Kontrol + 5 °C	300 ppb 1-MCP + 5 °C	1000 ppb 1-MCP + 5 °C	
0	645,90±0,98 b,a ¹	645,90±0,98 b,a	645,90±0,98 b,a	645,90±0,98 a,a	645,90±0,98 c,a	645,90±0,98 c,a	645,90±0,33
30	840,20±50,80 a,a	873,00±109,00 a,a	732,40±37,30 ab,b	695,00±39,00 a,b	545,20±15,20 c,c	787,20±14,10 b,ab	745,50±32,20
60	769,70±43,20 a,b	793,90±34,90 a,b	775,30±26,40 a,b	652,30±22,60 a,c	897,60±64,90 a,a	917,00±106,00 a,a	801,00±29,10
90	865,08±4,32 a,a	829,31±2,79 a,a	800,61±7,22 a,ab	691,60±0,22 a,b	786,41±4,24 b,ab	793,60±14,60 b,ab	794,40±13,10
120	852,71±2,88 a,a	841,62±4,86 a,a	795,70±11,20 a,a	677,57±3,77 a,b	764,07±4,19 b,ab	785,55±3,28 b,a	786,20±14,10
Ortalama	794,70±24,50	796,80±28,80	750,00±17,30	672,48±9,34	727,80±34,4	785,80±29,3	

¹p≤ 0,05 düzeyinde birinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza sıcaklığı ve uygulama için muhafaza süreleri, ikinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza süresi için muhafaza sıcaklığı ve uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir, LSD= 100,8.

Çizelge 8 ‘Silifke Aşısı’ çeşidi nar meyvelerinde 2. yılda raf ömrü süresince antioksidan aktivitesi (μl) değerlerinde oluşan değişimler

Muhafaza süresi (gün)	Uygulamalar						Ortalama
	Kontrol + 3 °C	300 ppb 1-MCP + 3 °C	1000 ppb 1-MCP + 3 °C	Kontrol + 5 °C	300 ppb 1-MCP + 5 °C	1000 ppb 1-MCP + 5 °C	
0+15gün	560,00±3,10 d,a ¹	560,00±3,10 b,a	560,00±3,10 a,a	560,00±3,10 d,a	560,00±3,10 c,a	560,00±3,10 b,a	560,00±1,06
30+15gün	724,30±27,50 c,a	626,06±5,68 b,bc	580,27±3,87 a,c	682,73±2,85 c,ab	630,64±4,35 b,bc	561,40±2,60 b,c	634,20±14,20
60+15gün	1033,40±5,58 a,a	745,20±33,40 a,c	567,80±54,50 a,d	818,70±40,40 b,b	822,70±47,50 a,b	870,50±62,30 a,b	809,70±37,10
90+15gün	871,10±31,50 b,a	631,33±6,86 b,b	599,40±6,40 a,b	909,74±2,25 a,a	873,80±53,20 a,a	874,50±19,90 a,a	793,30±32,10
Ortalama	755,30±48,00	643,20±17,10	559,70±13,60	717,90±35,20	714,90±33,60	647,60±53,60	

¹p≤ 0,05 düzeyinde birinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza sıcaklığı ve uygulama için muhafaza süreleri, ikinci sıra harflendirmeler her bir muhafaza süresi için muhafaza sıcaklığı ve uygulamalar arasındaki farklılıkları göstermektedir, LSD= 68,17.

KAYNAKLAR

- [1] Malik, A., Afaq, F., Sarfaraz, S., Adhami, V.M., Sved, D.N., Mukhtar, H. 2005. Pomegranate fruit juice for chemoprevention and chemotherapy of prostate cancer. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(41): 14813-14818.
- [2] Khan, N., Hadi, N., Afaq, F., Syed, D.N., Kweon, M.H., Mukhtar, H. 2007. Pomegranate fruit extract inhibits prosurvival pathways in human A549 lung carcinoma cells and tumor growth in athymic nude mice. *Carcinogenesis*, 28(1): 163-173.
- [3] Lansky, E.P., Newman, R.A. 2007. *Punica granatum* (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology*, 109(2): 177-206.
- [4] Johanningsmeier, S.D., Harris, G.K. 2011. Pomegranate as a functional food and nutraceutical source. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2: 181-201.
- [5] Neurath, A.R., Strick, N., Li, Y.Y., Debnath, A.K. 2005. *Punica granatum* (pomegranate) juice provides an HIV-1 entry inhibitor and candidate topical microbicide. *Annual National. Academy of Sciences*, 1056: 311-327.
- [6] Dell’Aglia, M., Galli, G.V., Bulgari, M., Basilico, N., Romeo, S. 2010. Ellagitannins of the fruit rind of pomegranate (*Punica granatum*) antagonize in vitro the host inflammatory response mechanisms involved in the onset of malaria. *Malaria Journal*, 9:1-9.
- [7] Hartman, R.E., Shah, A., Fagan, A.M. 2006. Pomegranate juice decreases amyloid load and improves behavior in a mouse model of Alzheimer’s disease. *Neurobiology of Disease*, 24(3): 506-515.
- [8] Akpınar-Bayizit, A., Özcan, T., Yılmaz-Ersan, L. 2012. The therapeutic potential of pomegranate and its products for prevention of cancer. In: Georgakilas A, editör. *Cancer Prevention-From Mechanisms to Translational Benefits*. Winchester, InTech, 331-372.
- [9] Costantini, S., Rusolo, F., De Vito, V., Moccia, S., Picariello, G., Capone, F., Guerriero, E., Castello, G., Volpe, M. G. 2014. Potential anti-inflammatory effects of the hydrophilic fraction of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed oil on breast cancer cell lines. *Molecules*, 19(6): 8644-8660.
- [10] Legua, P., Melgarejo, P., Abdelmajid, H., Jose Martinez, J., Martinez, R., Ilham, H., Hafida, H., Hernandez, F. 2012. Total phenols and antioxidant capacity in 10 Moroccan pomegranate varieties. *Journal of Food Science*, 71(1):

115-120.

[11] Anonim 2014. Web Sitesi: <http://tuik.gov.tr>. Erişim Tarihi: 15.10.2015.

[12] Elyatem, M.S., Kader, A.A. 1984. Postharvest physiology and storage behavior of pomegranate fruit. *Scientia Horticulturae*, 24: 287-298.

[13] Defilippi, B.G., Whitaker, B.D., Hess-Pierce, B.M., Kader, A.A. 2006. Development and control of scald on wonderful pomegranates during long-term storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41: 234-243.

[14] Artés, F., Tudela, J.A., Villaescusa, R. 2000. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. *Postharvest Biology and Technology*, 18: 245-251.

[15] Elyatem, S.M., Kader, A.A. 1984. Post-harvest physiology and storage behaviour of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 24: 287-298.

[16] Sisler, E.C., Blankenship, S.M. 1996. Method of counteracting an ethylene response in plants. U.S. Patent 5518988.

[17] Massolo, JF, Concellón, A, Chaves, AR, Vicente, AR. 2011. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) delays senescence, maintains quality and reduces browning of non-climacteric eggplant (*Solanum melongena* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 59: 10-15.

[18] Benvenuti, S., Pellati, F., Melegari, M., Bertelli, D. 2004. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of Rubus, Ribes, and Aronia. *Journal of Food Science*. 69: 164-169.

[19] Kader, A.A. 1988. Influence of preharvest and postharvest environment on nutritional composition of fruit and vegetables. In: Quebedeaux, B., Bliss, F.A. (Eds.), *Horticulture and Human Health, Contributions of Fruits and Vegetables*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 18-32.

[20] Barmann, K., Asrey, R., Pal, R.K., Kaur, C., Jha, S.K. 2014. Influence of putrescine and carnauba wax on functional and sensory quality of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits during storage. *Journal of Food Science and Technology*, 51: 111-117.

[21] Küpper, W., Pekmezci, M., Henze, J. 1995. Studies on CA storage of pomegranate (*Punica granatum* L., cv. Hicaz). *Acta Horticulturae*, 398:101-108.

[22] Arendse, E., Fawole, O.A., Opara, U.L. 2014. Effects of postharvest storage conditions on phytochemical and radical-scavenging activity of pomegranate fruit (cv. Won-

derful). *Scientia Horticulturae*, 169: 125-129.

[23] Miguel, M.G., Fontes, C., Martins, D., Neves, A., Antunes, D. 2006. Effects of post-harvest treatment and storage time on the organic acid content in 'Assaria' and 'Mollar' pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit. *Italian Journal of Food Science*, 18: 317-322.

[24] Selçuk, N, Erkan, M. 2014. Changes in antioxidant activity and postharvest quality of sweet pomegranates Cv. Hicrannar under modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 92: 29-36.

[25] D'Aquino, S., Palma, A., Schirra, M., Continella, A., Tribulato, E., La Malfa, S. 2010. Influence of film wrapping and fludioxonil application on quality of pomegranate fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 55: 121-128.

[26] Sayyari, M., Castillo, S., Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Serrano, M. 2011. Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 60: 136-142.

[27] Fawole, O.A., Opara, U.L. 2013. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. *Industrial Crops and Products*, 47: 300-309.

[28] Zhang, L.H., Zhang, Y.H., Li, L.L., Li, Y.X. 2008. Effect of 1-MCP on peel browning of pomegranates. *Acta Horticulturae*, 774: 275-281.