

Kalsiyum Uygulamasının Depolama Süresince Nar Meyvelerinin Fizyolojik ve Patolojik Bozukluklar ile Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi

Bilge TÜRK¹, Fatih ŞEN¹

¹Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova/İZMİR
bilgee.turk@gmail.com (Sorumlu Yazar)

Özet

Çalışma, kalsiyum (Ca) uygulamasının 'Hicaznar' nar (*Punica granatum* L.) meyvelerinde depolama süresince görülen kayıplara ve kalite değişimlerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Nar ağaçlarına Ca uygulamaları; a) Altı kez (bir kez topraktan 50 g CaNO₃ ağaç⁻¹ ve 5 kez yaprakтан %0.35 CaO), b) İki kez (yapraktan %0.35 CaO) ve c) Uygulama yapılmayanlar (kontrol) olmak üzere üç farklı şekilde yapılmıştır. Nar meyveleri modifiye atmosfer ambalajlarına konup, ön soğutma yapılarak ambalajların ağzı kapatılmıştır. Nar meyveleri 6±0.5°C sıcaklık ve %90 oransal nemde 5 ay süreyle muhafaza edilmiştir. Ca uygulaması nar meyvelerinin kabuk ve tanesindeki Ca miktarını arttırmıştır. Depolama süresinin ilerlemesiyle özellikle 6 kez Ca uygulaması ağırlık kaybı ve iç zar kahverengileşmesini azaltıcı, toplam fenol miktarını ise arttırıcı yönde etkili olmuştur. Ca uygulamaları depolama sonunda çürüklük gelişimini azaltmış, 6 kez, 2 kez Ca uygulaması ve kontroldeki çürüklük gelişimi sırasıyla %6.3, %7.5 ve %12.5 olarak saptanmıştır. Nar meyvelerinin kabuk ve tane rengine, antioksidan aktivitesi, toplam suda çözünür kuru madde ve asit miktarına Ca uygulamalarının etkisi kontrole benzerlik göstermiştir. Sonuçlar, özellikle 6 kez Ca uygulanan nar meyvelerinin kalitelerini koruyarak daha az kayıpla 5 ay depolanabileceğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: *Punica granatum* L., Ca uygulaması, bozukluklar, kalite, depolama.

Assessing Effects of Calcium Applications on Physiological and Pathological Disorders and Quality Changes of Pomegranate during Storage

Abstract

This study aimed to assess the effect of Ca applications and harvest maturity on loss rate and quality changes of pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Hicaznar) fruit during storage. Ca was applied as; a) Six times (once to the soil at 50 g CaNO₃ tree⁻¹ + 5 times as foliar application at 0.035% CaO), b) two times foliar application at 0.035% CaO) and c) Untreated control. Pomegranate fruits were placed in modified atmosphere packaging, precooled and then stored for 5 months at 6±0.5°C temperature and 90% relative humidity conditions. Ca applications increased Ca concentrations both in fruit peel and in arils. Especially during the latter part of the storage period, 6 times Ca application decreased weight loss and brown discoloration of the white segments separating the arils and increased the total phenolic content of fruit. Ca applications decreased decay development resulting as 6.3, 7.5 and 12.5 % in 6 and 2 times Ca application and control, respectively. The effect of both Ca applications on aril color, antioxidant activity, total soluble solids and titratable acidity were similar to the control group. The results showed that pomegranate fruit receiving Ca repeatedly (6 times) can be stored successfully for 5 months with the minimum loss rate.

Keywords: *Punica granatum* L., Ca application, disorders, quality, storage.

1. Giriş

Nar, besin içerikleri bakımından oldukça zengin olduğunun ve sağlık açısından olumlu etkilerinin bilimsel araştırmalarca kanıtlanmış olmasından dolayı fonksiyonel gıdalar sınıfına dahil edilmiştir (Holland et al., 2009; Viuda-Martos et al., 2010; Tapias et al., 2014).

Nar üretim miktarında görülen hızlı artışa paralel olarak, ihracat miktarında da önemli artışlar yaşanmış ve bu durum kaliteli nar üretimi ve depolama olanaklarının artmasında etkili olmuştur (Anonim, 2012). Ancak nar üretiminde gözlenen bu hızlı artışla birlikte, ürünün pazarlama kanallarındaki sorunlar da beraberinde gelmiştir. Nar meyvesinin hem ihracatta hem de ülke içi tüketiminin artırılmasının en önemli yollarından biri

de bu ürünün daha uzun süre kaliteli bir şekilde depolanmasıdır. Nar meyvelerinin depolanmasında, kalite değişimleri, fizyolojik ve patolojik kayıplar önemli bir sorun teşkil etmektedir. Nar meyvelerinin depolanmasında son yıllarda kabuk ve iç zar kahverengileşmesi önemli kayıplara neden olabilmektedir. Bu bozuklukları etkileyen faktörler tam olarak bilinmemektedir.

Ca, geniş ölçüde elma yetiştiriciliğinde uygulanmakla birlikte, son yıllarda birçok depolanan meyve türünde de uygulanmaya başlanmıştır. Nar bahçelerinde Ca uygulamaları genellikle göz ardı edilmekte veya doğru zamanda yeterli miktarda yapılmamaktadır. Birçok meyvede, kalsiyumun konukçunun fiziksel direncini attırmak amacıyla uygulanmasına yönelik çalışmalar halen devam etmektedir. Hasat öncesi Ca yaprak-

tan uygulamalarla, meyvelerin depolanma süresi uzatılabilmektedir (Gerasopoulos et al., 1996). Nar meyvelerinin depolanmasına Ca uygulamalarının etkileri ile ilgili çalışmalar sınırlıdır.

Bu çalışma, Ca uygulaması ve hasat olgunluğunun 'Hicaznar' nar çeşidinin depolama süresince kabuk ve iç zar kahverengileşmesi, patolojik ve fizyolojik bozukluklar ile kalite değişimlerine etkisini ortaya koymak amacı ile yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Bitkisel materyal

Çalışmanın bitkisel materyalini, nar üretiminin yoğun yapıldığı bölgelerden biri olan İzmir ilinin Selçuk ilçesindeki bir üreticiye ait 8 yaşında, 2.5 m x 4 m dikim sıklığına sahip 'Hicaznar' nar (*Punica granatum* L.) bahçesinden, ticari olgunlukta hasat edilen meyveler oluşturmuştur.

Ca Uygulamaları

Nar ağaçlarına Ca uygulamaları; a) Altı kez Ca uygulaması (15 Haziran 50 g CaNO₃ ağaç⁻¹ topraktan ve Temmuz başından itibaren 15 gün aralıklarla yapraktan %0,035 CaO), b) İki kez Ca uygulaması (15 Ağustos ve 10 Eylül yapraktan % 0,035 CaO) ve c) Uygulama yapılmayanlar (kontrol) olmak üzere üç farklı şekilde yapılmıştır. Yapraktan Ca uygulamalarında %12 suda çözünür kalsiyum oksit (CaO) içeren ürün (Sett, Stoller, ABD) kullanılmış, yayıcı yapıştırıcı (% 0,02, Petroband, Hektaş) eklenmiştir. Uygulamalar öğleden sonra yapraktan pülverizatör ile ağacın her yerini iyice ıslatılacak şekilde yapılmıştır. Çalışma tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak kurulmuş ve 40 ağaç bir tekerrür kabul edilmiştir.

Hasat edilen nar meyveleri aynı gün içinde Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne taşınarak; çalışmada, güneş yanıklığı ve kabuk zararlanması göstermeyen, orta boydaki sağlam nar meyveleri kullanılmıştır.

Hasat edilen nar meyveleri kasalara yerleştirilen MAP ambalajlarının (Life Pack®, Aypek, Bursa, Türkiye) içine konarak, ön soğutma yapılmış ve sonra ambalajların ağzı kapatılmıştır. Nar meyveleri 6±0.5°C sıcaklık ve %90 oransal nemde 5 ay süreyle depolanmıştır (Şen et al., 2013). Nar meyvelerinde iç zar kahverengileşmesi, çürüklük gelişimi, ağırlık kaybı 30 günlük periyotlarla belirlenmiştir. Kalite değişimleri depolama önce-

si, 3, 4 ve 5 aylık depolanmış nar meyvelerinde yapılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekrarlı olarak planlanmış, içinde 12 adet nar meyvesi bulunan MA ambalajları bir tekerrür olarak kabul edilmiştir.

Fiziksel analizler

Her tekerrürden alınan 10 nar meyvesinin ağırlığı hassas terazi ile tartılarak ortalama meyve ağırlığı (g), 0.01 mm'ye duyarlı dijital kumpas ile meyve eni (cm), kaliksli ve kaliksiz boyu (cm) ve kabuk kalınlığı (mm) saptanmıştır.

Ca miktarı

Her tekerrürden alınan 4 meyvede Ca miktarlarını belirlemek için meyve kabuğu, iç zar ve nar tanesinden örnekler alınmıştır (Ferguson ve Watkins, 1988). Ca analizleri HNO₃:HClO₄ (4:1) karışımı ile hazırlanan ekstraktlarda, flame (alev) fotometresi ile okunarak belirlenmiştir. Sonuçlar kuru maddeye göre hesaplanmıştır (Kacar ve İnal, 2008).

Fizyolojik ve patolojik bozukluklar

Her tekerrürdeki 5 nar meyvesi dikkatlice kesilerek iç zar kahverengileşmesi 1-4 skalasına göre değerlendirilmiş ve iç zar kahverengileşme indeksi hesaplanmıştır. Nar meyveleri, iç zarın kahverengileşme durumuna göre 1: yok, 2: az, 3: orta, 4: yoğun olarak gruplandırılarak her gruba giren meyve sayısı belirlenmiştir. İç zar kahverengileşme indeksi; her sınıftaki meyve sayısı ile kahverengileşme derecesinin çarpımının toplam meyve sayısına bölünmesiyle bulunmuştur.

Sağlam ve çürük meyveler ayrılıp sayılarak belirlenmiş ve yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Çürük meyvelerden izolasyon yoluyla yapılan etmen saptaması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde yürütülmüştür.

Ağırlık kaybı

Depolama öncesi ağırlıkları belirlenen örneklerin, depodan çıkarıldıktan sonra ağırlıkları, hassas terazi ile tartılarak yüzde (%) olarak saptanmıştır.

Nar kabuğu ve tanesinin renk ölçümleri

Kabuk rengi, meyvenin ekvator bölgesindeki 4 farklı noktadan, tane rengi ise, meyveler kesilip parçalara ayrılarak, tanelenmeden önce değişik noktalardan Minolta kolorimetresi (CR-400,

Minolta Co, Japonya) ile CIE L* a* b* cinsinden ölçülmüştür. Elde edilen a* ve b* değerlerinden hue açısı (h°) değeri hesaplanmıştır.

Kimyasal analizler

Suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarı, nar tanelerinin sıkılmasıyla elde edilen nar suyundan dijital refraktometre (PR-1, Atago, Japonya) ile saptanmış ve elde edilen sonuçlar % olarak ifade edilmiştir (Karaçalı, 2012). Titre edilebilir asit (TA) miktarı, 3 ml meyve suyunun 0.1 N NaOH ile pH 8.1'e kadar titre edilerek harcanan NaOH miktarından hesaplanmış ve g sitrik asit 100 ml⁻¹ olarak ifade edilmiştir. Olgunluk indeksi, SÇKM miktarının TA miktarına bölünmesiyle bulunmuştur (Karaçalı, 2012).

Toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi

Toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi için nar suyundan alınan 3 ml örneğe 25 ml metanol eklenerek ekstraksiyon yapılmıştır. Toplam fenolik madde içeriği Folin-Ciocalteu kalorimetrik yöntemi modifiye edilerek spektrofotometre (Bio 100, Varian, Avustralya) ile saptanmıştır (Swain and Hillis, 1959). Çözeltilerin spektrofotometrede 725 nm dalga boyunda absorbanları okunmuş, sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri (GAE 100 ml⁻¹) olarak ifade edilmiştir. Antioksidan aktivitesinin belirlenmesinde Ferric Reducing Antioxidant Power (FRAP) yöntemi kullanılmıştır. Çözeltilerin spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda absorbanları okunmuş, sonuçlar µmol trolox eşdeğeri (TE) ml⁻¹ olarak verilmiştir (Benzie and Strain, 1996).

İstatistiksel analiz

Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Denemeden elde edilen veriler IBM® SPSS® Statistics 19 (IBM, NY, USA) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Her depolama dönemi için ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi (P≤0.05) ile belirlenmiştir.

Çizelge 1. Ca uygulamasının nar meyvelerinin meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve kabuk kalınlığına etkileri

Table 1. Effects of Ca treatments on fruit weight and diameter, fruit height with and without calyx and peel thickness of pomegranate fruits

Ca uygulaması	Meyve ağırlığı (g)	En (cm)	Kalikssiz boy (cm)	Kalikslı boy (cm)	Kabuk kalınlığı (mm)
Kontrol	449 ^{o.d.}	9.55 ^{o.d.}	83.0 ^{o.d.}	101.8 ^{o.d.}	4.22 ^{o.d.}
2 kez	460	9.61	84.5	103.5	4.18
6 kez	478	9.80	85.6	107.7	4.17

^{o.d.}, önemli değil.

3. Bulgular

Fiziksel Özelliklerin ve Ca İçeriklerinin Belirlenmesi

Ca uygulamasının nar meyvelerinin meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve kabuk kalınlığına etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Nar meyvelerinin ağırlığı, eni, kaliksiz ve kalikslı boyuna, kabuk kalınlığına Ca uygulamalarının etkileri birbirine benzerlik göstermiştir. İncelenen bu fiziksel parametreler sırasıyla 449-478 g, 9.55-9.80 mm, 83.0-85.6 mm, 101.8-107.7 mm ve 4.17-4.22 mm arasında değişmiştir.

Ca uygulamasının nar meyvelerinin kabuk, tane ve iç zarındaki Ca miktarına etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Ca uygulamalarının kabuk ve tane Ca miktarına etkisi önemli (P≤ 0.05) iken, iç zarda önemsiz olmuştur. Ca'nın yer aldığı uygulamalar, kontrole göre kabuktaki Ca miktarını arttırmıştır. 6 ve 2 kez Ca uygulamalarında kabukta Ca miktarı sırasıyla ortalama %0.0 ve %0.28 iken, kontrolde %0.23 olarak saptanmıştır. Tanedeki Ca miktarı, 6 kez Ca uygulanan meyvelerde en yüksek (%0.07), kontrolde ise en düşük (%0.04) bulunmuştur. Ca uygulamalarının iç zardaki Ca miktarlarına etkisi birbirine benzerlik göstermiş, %0.09 ile %0.11 arasında değişmiştir.

Nar Meyvelerinde Kayıplar ve Kalite Değişimleri

Ca uygulamasının depolama süresince nar meyvelerinin ağırlık kaybı ve çürüklük gelişimine etkileri Çizelge 3'de sunulmuştur. Nar meyvelerinin ağırlık kaybına Ca uygulamalarının etkisi tüm depolama dönemleri sonrası istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Tüm depolama dönemlerinde 6 kez Ca uygulaması yapılan nar meyvelerinin ağırlık kaybı kontrol meyvelerine göre daha düşük olmuştur. 2 kez Ca uygulanan nar meyvelerinin ağırlık kaybı, 3 aylık depolama sonrası kontrole, 5 aylık depolama sonrası 6 kez Ca uygulamasına benzerken, 4 aylık depolama sonrası bu ikisinin arasında yer almıştır. 6 kez

Çizelge 2. Ca uygulamasının nar meyvelerinin kabuk, tane ve iç zarındaki Ca miktarına (%) etkileri

Table 2. Effects of Ca treatments on Ca contents in fruit peel arils and the white segments separating the arils of pomegranate fruits

Ca uygulaması	Kabuk	Tane	İç zar
Kontrol	0.23 b ^{z*}	0.04 b*	0.11 ^{ö.d.}
2 kez Ca	0.28 a	0.06 ab	0.10
6 kez	0.30 a	0.07 a	0.09

^z Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir ^{ö.d.}, önemli değil; * $P \leq 0.05$ 'e göre önemli.

Ca uygulanan meyvelerin ağırlık kaybı, kontrole göre 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası sırasıyla % 12.3, %16.1 ve %11.7 oranında daha düşük bulunmuştur.

Nar meyvelerinde saptanan çürüklük gelişimine Ca uygulamalarının etkisi 4 ve 5 aylık depolama sonunda önemli ($P \leq 0.05$) olurken, 3 aylık depolama sonunda önemsiz olmuştur. Ca'nın yer aldığı uygulamalarda ortalama çürüklük gelişimi 4 ve 5 aylık depolama sonrası sırasıyla %1.3 ve %6.9 olarak saptanırken, kontrolde ise %5.0 ve %12.5 olarak bulunmuştur. Depolama süresince nar meyvelerinde oluşan çürüklüklerin hemen hemen tamamının gri küf (*Botrytis cinerea*) etmeninden kaynaklanan boyun çürüklüğü olduğu saptanmıştır.

Farklı Ca uygulamalarının nar meyvelerinde iç zar kahverengileşme indeksine etkisi Çizelge 4'te verilmiştir. Ca uygulamalarının nar meyvelerinin iç zar kahverengileşme indeksine etkisi 4 ve 5 aylık depolama sonunda önemli bulunurken, 3 aylık depolama sonunda ise önemsiz bulunmuştur. Nar meyvelerinde iç zar kahverengileşme indeksinin, 4 ve 5 aylık depolama sonunda Ca'nın yer aldığı uygulamalarda kontrole göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Depolama sonunda kontrolde 2.45 olarak saptanan nar meyvelerinin iç zar kahverengileşme indeksi, 2 ve 6 kez Ca uygulananlarda ise sırasıyla 1.95 ve 1.45 olarak saptanmıştır.

Depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM ve

Çizelge 3. Ca uygulamasının depolama süresince nar meyvelerinin ağırlık kaybı ve çürüklük gelişimine etkileri

Table 3. Effects of Ca treatments on weight loss and decay development of pomegranate fruits during storage periods

Ca uygulaması	Ağırlık kaybı (%)			Çürüklük gelişimi (%)		
	3. Ay	4. Ay	5. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay
Kontrol	6.56 a ^{z*}	8.95 a*	10.87 a ^{**}	2.5 ^{ö.d.}	5.0 a ^{z*}	12.5 a*
2 kez Ca	6.47 a	7.85 ab	9.85 b	1.3	1.3 b	7.5 b
6 kez Ca	5.75 b	7.51 b	9.60 b	0.0	1.3 b	6.3 b

^z Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir ^{ö.d.}, önemli değil; * $P \leq 0.05$ veya ** $P \leq 0.01$ 'e göre önemli.

TA miktarına, Ca uygulamasının etkileri Çizelge 5'de verilmiştir. Nar meyvelerinin SÇKM ve TA miktarlarına Ca uygulamalarının etkisi tüm depolama dönemlerinde birbirine benzerlik göstermiştir. Depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM miktarındaki değişimler sınırlı olurken, TA miktarında ise kararlı bir azalış görülmüştür.

Depolama süresince Ca uygulamasının nar meyvelerinin kabuk ve tane h^o açısına etkileri Çizelge 6'da verilmiştir. Depolama süresince nar meyvelerinin kabuk h^o değerine Ca uygulamalarının etkileri önemli olmuştur. 3, 4 ve 5 aylık depolama sonrası Ca uygulanan nar meyvelerinin kabuk h^o değeri, kontrole göre daha düşük olmuştur. Ca uygulamasının nar meyvelerinin tane h^o değerine etkisi birbirine benzerlik göstermiş, depolama öncesi ve sonrası tane h^o değeri sırasıyla 27.19-30.13 ve 32.67-37.41 arasında değişmiştir.

Ca uygulamasının depolama süresince nar meyvelerinin toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesine etkileri Çizelge 7'de gösterilmiştir. Nar meyvelerinin toplam fenol miktarına Ca uygulamalarının etkileri 3 ve 4 aylık depolama sonrası önemli olmuştur. 6 kez Ca uygulanan nar meyvelerinin toplam fenol miktarı, kontrole göre sırasıyla %13.3 ve %27.0 daha yüksek bulunmuştur. Depolama öncesi 183.0 mg GAE/100 ml olan kontrolün toplam fenol miktarı depolama sonunda 149.3 mg GAE/100 ml olmuştur. Ca uygulamasının nar meyvelerinin antioksidan aktivitesine etkisi birbirine benzerlik göstermiştir. Antioksidan aktivitesi depolama öncesi ve sonrası sırasıyla 35.19-37.73 ve 21.67 -23.60 $\mu\text{mol TE ml}^{-1}$ arasında değişmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Ca uygulamalarının nar meyvelerinin ağırlığına ve iriliğine belirgin bir etkisinin olmaması bekle-

nen bir gelişmedir. Ca, meyvelerde daha çok fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda rol oynamaktadır (Faust, 1989). Ca uygulamalarının nar meyvelerinin kabuk ve tanesinde Ca miktarını arttırmada özellikle yapraktan yapılan uygulamaların etkili olduğu düşünülmektedir. Kökler aracılığı ile alınan Ca transpirasyonun oransal olarak daha fazla ve hızlı gerçekleştiği yapraklara yönelmektedir (Faust, 1989; Marschner, 1993). Güneri vd. (2014)'nin nar ağaçlarına yapraktan

nülmektedir. Ca noksanlığının meyvelerde solunumu hızlandırdığı bildirilmiştir (Faust and Shear, 1972). Meyve kabuğunda Ca miktarının artışı ile doku sertliğinin korunduğu ifade edilmiştir (Bramlage et al., 1973). Ca uygulamalarının nar meyvelerinin iç zar kahverengileşme indeksini azaltıcı etkisinin depolamanın ilerleyen döneminde görülmesi, Ca'nın yaşlanmayı azaltıcı etkisi ile açıklanabilir. Meyvedeki Ca miktarının artışı ile solunum hızı ve etilen salgı miktarının azaldığı saptanmıştır (Bramlage et al., 1973; Conway, 1987). Bu durumda Ca uygulanan meyvelerde yaşlanmanın depolama süresinin ilerlemesiyle kontrole göre daha yavaş olabileceği anlaşılmaktadır. Benzer nedenle metabolik aktivitenin

Çizelge 4. Ca uygulamasının depolama süresince nar meyvelerinin iç zar kahverengileşmesine etkileri

Table 4. Effects of Ca treatments on brown discoloration of the white segments separating the arils of pomegranate fruits during storage

Ca uygulaması	Depolama süresi (ay)		
	3	4	5
Kontrol	1.00 ^{ö.d.}	1.65 a ^{**}	2.45 a ^{**}
2 kez Ca	1.00	1.35 b	1.95 b
6 kez Ca	1.00	1.20 b	1.45 c

^{ö.d.} Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile $P \leq 0.05$ 'e göre belirlenmiştir ^{ö.d.}, önemli değil; ^{*} $P \leq 0.05$ veya ^{**} $P \leq 0.01$ 'e göre önemli.

potasyumlu ve kalsiyumlu gübreler uygulanmasının meyve verim ve beslenme düzeyine yararlı etkilerinin olduğunu bildirmiştir.

Nar meyvelerinde 6 kez Ca uygulamasının ağırlık kaybını sınırlandırıcı etkisi, Ca'nın hücredeki rolü ile uyumludur. Çünkü meyvede büyük oranda hücre çeperinde ve hücreler arası boşlukta bulunan Ca, pektik maddelerle birlikte hücre çeperinin iskeletini oluşturur (Poovaiah et al., 1988).

Nar meyvelerinin depolanmasının ilk 3 ayında tüm uygulamalardaki çürüklük gelişiminin sınırlı olmasında, nar meyvelerinin kabuklarının tanenlerce zengin olması (Pekmezci and Erkan, 2004), MA ambalajlarının kullanımı (Bayram et al., 2010; Şen et al., 2013) ve depolama koşullarının uygunluğu etkili olmuştur. Ca uygulamaları depolama süresinin ilerlemesiyle (4. ve 5. ay) nar meyvelerinde görülen fungal kaynaklı çürüklük kayıplarını sınırlandırmıştır. Bunda Ca uygulamalarıyla yaşlanmanın geciktirilerek kabuk direncinin korunmasının etkili olduğu düşü-

daha fazla olduğu nar meyvelerinde iç zar kahverengileşme indeksinin daha yüksek olması beklenen bir gelişmedir. Çünkü nar meyvelerinin iç zar kahverengileşmesi, meyvenin yaşlanmasıyla ilişkili olup, yaşlanmayı hızlandıran koşullar bu bozukluğu da arttırmaktadır.

Nar meyvelerinin SÇKM ve TA miktarlarına Ca uygulamalarının etkisi kararsızlık göstermiştir. Depolama süresince SÇKM miktarındaki değişimler sınırlı iken TA miktarında görülen nar meyvenin yaşlanmasıyla uyumludur (Şen et al., 2013).

Ca uygulamalarının nar meyvelerinin kabuk ve tane h^o değerine etkisinin sınırlı olmasında, antosiyan sentezinde iklim koşulları özellikle ışıklandırmanın etkili olması önemli olmuştur. Hasattan sonra düşük sıcaklıkta muhafaza edilerek solunumu düşürülen nar meyvelerinde kabuk ve tane renk değişimleri sınırlanmıştır (Crisosto et al., 1993; Webster and Looney, 1996).

Çizelge 5. Ca uygulamasının depolama süresince nar meyvelerinin SÇKM ve TA miktarına etkileri.

Table 5. Effects of Ca treatments on TSS and TA contents of pomegranate fruits during storage.

Ca uygulaması	SÇKM miktarı (%)				TA miktarı (g sitrik asit 100 ml ⁻¹)			
	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay
Kontrol	17.78 ^{ö.d.}	16.73 ^{ö.d.}	16.13 ^{ö.d.}	16.10 ^{ö.d.}	1.82 ^{ö.d.}	1.17 ^{ö.d.}	0.92 ^{ö.d.}	0.78 ^{ö.d.}
2 kez Ca	17.40	16.70	16.25	15.80	1.94	1.24	1.03	0.94
6 kez Ca	17.68	17.18	17.08	15.85	1.86	1.28	1.09	0.92

^{ö.d.}, önemli değil.

Çizelge 6. Ca uygulaması ve hasat olgunluğunun depolama süresince nar meyvelerinin kabuk ve tane h^o değerine etkileri

Table 6. Effects of Ca treatments on peel and aril h^o values of pomegranate fruits during storage

Ca uygulaması	Kabuk h ^o değeri				Tane h ^o değeri			
	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay
Kontrol	44.18 a ^{z*}	40.35 a*	39.52 a*	44.17 a*	28.64 ^{o.d.}	26.16 ^{o.d.}	25.51 ^{o.d.}	34.36 ^{o.d.}
2 kez Ca	42.40 a	32.52 b	32.19 b	35.88 b	28.21	25.34	24.16	37.41
6 kez Ca	32.63 b	30.02 b	32.95 b	34.46 b	27.70	25.60	24.86	33.26

^z Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile P≤0.05'e göre belirlenmiştir
^{o.d.}, önemli değil; *P≤ 0.05'e göre önemli.

Çizelge 7. Ca uygulamasının depolama süresince nar meyvelerinin toplam fenol miktarına ve antioksidan aktivitesine etkileri.

Table 7. Effects of Ca treatments on total phenol content and antioxidant activity of pomagranate fruits during storage.

Ca uygulaması	Toplam fenol miktarına (mg GAE 100 ml ⁻¹)				Antioksidan aktivitesine (μmol TE ml ⁻¹)			
	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay	0. Ay	3. Ay	4. Ay	5. Ay
Kontrol	183.0 ^{o.d.}	164.8 ^{z*}	147.5*	149.3 ^{o.d.}	35.10 ^{o.d.}	22.99 ^{o.d.}	22.42 ^{o.d.}	22.92 ^{o.d.}
2 kez Ca	191.9	169.5	164.1	144.9	35.78	26.03	24.69	23.60
6 kez Ca	198.6	186.7	187.3	153.4	37.73	30.75	26.54	21.67

^z Her sütündeki ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile P≤0.05'e göre belirlenmiştir
^{o.d.}, önemli değil; *P≤ 0.05'e göre önemli.

Nar meyvelerinin toplam fenol miktarına 6 kez Ca uygulamasının artırıcı yönde etkisi olmuştur. Bunda Ca'nın meyve yaşlandırmasını yavaşlatıcı etkisi önemli olmuş olabilir (Conway, 1987). Ancak benzer etki antioksidan aktivitesinde gözlenmemiştir. Nar suyunun antioksidan aktivitesi birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Depolama süresince toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesinde saptanan azalış eğilimi, yaşlanma ile uyumludur (Artes et al., 2000; Sandhya, 2010).

Tüm sonuçlar değerlendirildiğinde; nar meyvelerine uygulanan Ca'nın (özellikle 6 kez Ca uygulaması) ağırlık kaybını, çürüklük gelişimini, iç zar kahverengileşmesini azaltıcı, kabuk? ve tane-deki Ca miktarını artırıcı yönde etkisi olmuştur. Bu etki 5 aylık depolama sonunda daha belirgin olmuştur. Sonuçlar, Ca uygulanan nar meyvelerinde depolama süresince fizyolojik ve patolojik kayıpların daha az olduğunu ve meyve kalitesini daha iyi koruduğunu göstermiştir. Özellikle 6 kez Ca uygulaması nar meyvelerinin kalitelerini koruyarak daha az kayıpla 5 ay süreyle başarıyla depolanabileceği belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışmada '2210-C Öncelikli Alanlara Yönelik Yüksek Lisans Burs Programı'ndan yararlanmayı sağlayarak maddi açıdan destek olan TÜ-BİTAK'a ve 2015-ZRF-003 numaralı proje ile destekleyen Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma

Projeleri Şube Müdürlüğü'ne desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, 2012. www.egebirlik.org.tr. Erişim tarihi: Ağustos 2012.
- Artes F, Villaescuse R and Tudela JA, 2000. Modified Atmosphere Packaging of Pomegranates. J. Food Sci. 65: 1112-1116.
- Bayram E, Dundar O, Ozkaya O, 2010. Effect of Different Packaging Types on the Cold Storage of Hicaznar Pomegranate Fruits (Second Year). Acta Horticulturae 876:197-200.
- Benzie İEF and Strain JJ, 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power. The FRAP assay. Anal. Biochem. 239:70-76.
- Bramlage WJ, Drake M and Baker JH, 1973. Relationships of calcium content to respiration and postharvest condition of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99(4): 376-378.
- Conway GR, 1987. The properties of agroecosystems. Agricultural Systems Volume 24, Issue 2, 1987, Pages 95-117
- Crisosto CH, Graner D, Doye J, Doye KR, 1993. Relationship Between Respiration, Bruising, Susceptibility and Temperature in Sweet Cherries. Hortsciens, 28; 132-135.

- Faust M, 1989. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. Awalley-Interscience Publication, USA.
- Faust M and Shear CB, 1972. The effect of calcium on respiration of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97(4): 437-439.
- Ferguson IB and Watkins CB, 1989. Bitter pit in apple fruit. Horticultural Reviews, 11: 289-355.
- Gerasopoulos D, Chouliaras V and Lionakis S, 1996. Effects of preharvest calcium chloride sprays on maturity and storability of Hayward kiwifruit. Postharvest Bio. and Tech. 7:65-72.
- Güneri M, Yıldıztekin M, Tuna AL, Yokaş İ, 2014. Hicaz Nar Bahçelerinde Kalsiyum ve Potasyumlu Gübrelemenin Verim ve Beslenme Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2014, 51 (2): 165-174
- Holland D, Hatib K, Bar-Ya'akov I, 2009. Pomegranate: botany, horticulture. Breed. Hortic. Rev. 35: 127-191.
- Kacar B ve İnal A, 2008. Bitki Analizleri, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892p.
- Karaçalı İ, 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, Bornova-İzmir.
- Marschner H, 1993. Mineral Nutrition of Higher Plants. Aced. Pres. London, New York, (1993).
- Pekmezci M and Erkan M, 2004. Pomegranate. The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks. USDA, Agricultural Handbook Number 66.
- Poovaiah BW, Glenn GM and Reddy ASN, 1988. Calcium and Fruit Softening. Physiology and Biochemistry In Hort. Rev, Vol. 10: 107-152.
- Sandhya M, 2010. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. LWT- Food Sci. Technol., 43:381-392.
- Swain T and Hillis WE, 1959. The Phenolic Constituents of Prunus Domestica I-The Quantitative Analysis of Phenolic Constituents. Journal of Science of Food and Agriculture 10:63-68.
- Şen F, Altun A and Kınay Teksür P, 2013. Effects of different modified atmosphere packing on storage quality and decay development of 'Hicaznar' pomegranates (*Punica granatum L.*). Acta Horticulturae, 1012: 972-978.
- Tapias V, Cannon JR, Greenamyre JT, 2014. Pomegranate juice exacerbates oxidative stress and nigrostriatal degeneration in Parkinson's disease. Neurobiology of Aging, Volume 35, Issue 5, May 2014, Pages 1162-1176
- Viuda-Martos M, Fernández-López J and Pérez-Álvarez JA, 2010. "Pomegranate and its Many Functional Components as Related to Human Health: A Review." Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 9(6), 635-654.
- Webster AD, ve Looney NE, 1996. Cherries. Washington State University Pres CAB 1. 25-28.
- Wills, R, McGlasson B, Graham D, and Joyce D, 1998. Postharvest an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. 4th edition. UNSW Press, Sydney, Australia.