



Hasat Sonrası Yapılan Kalsiyum Klorür ve Kalsiyum Oksit Uygulamalarının Pink Lady Elma Çeşidinin Muhafaza Kalitesi Üzerine Etkileri

Neslihan Ekinci^{1*} Mustafa Sakaldaş¹

¹Lapseki Meslek Yüksekokulu, Tarımsal Ürünler Muhafaza ve Depolama Teknolojisi Bölümü, Lapseki– Çanakkale
*Sorumlu Yazar: neslihanekinci@hotmail.com

Geliş Tarihi: 12.12.2016

Kabul Tarihi: 23.01.2017

Öz

Çanakkale Kepez bölgesinde bulunan özel üreticiye ait elma üretim parsellerinden hasat edilen Pink Lady çeşidine ait elmalar, hasat sonrası kalitesine etkilerinin belirlenmesi amacı ile kalsiyum klorür ve kalsiyum oksit (%2 ve %4'lük) solüsyonlarına daldırılmıştır. Uygulamaların yapıldığı meyveler, 6 ay süresince Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait soğuk hava deposunda 0°C ve %90 oransal nem içeren ortamda depolanmıştır. Meyvelerde hasat sonrası, depolamanın 2., 4. ve 6. ayında alınan örneklerde meyve eti sertlik değerleri, etilen üretim miktarı, toplam fenolik bileşik içeriği, titre edilebilir asitlik, suda çözünür kuru madde içeriği ve meyve kabuk ve et rengi incelenmiştir. %2'lik CaO uygulamalarının hemen hemen tüm kalite kriterleri üzerine en olumlu sonuçları verdiği görülürken, bunu sırasıyla, %4'lük ve %2'lik CaCl₂ uygulamaları takip etmiştir. CaO uygulamasının %4'lük dozu, aşındırıcı etkisi nedeniyle kalite üzerinde olumsuz etkide bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elma, Kalsiyum klorür (CaCl₂), Kalsiyum oksit (CaO), Kalite, Depolama

Abstract

Effects of Post–Harvest Dippings of Calcium Chloride and Calcium Oxide on Storage Quality of Pink Lady Apple Cultivar

Fruits of Pink Lady apple cultivar obtained from apple production orchards of a producer in Çanakkale Kepez region. Apples were dipped into solutions of calcium chloride and calcium oxide (both at the concentrations of 2 and 4%) in order to determine their post harvest quality effects. Control fruits were exposed to distilled water. The apples were stored at 0°C and 90% relative humidity for 6 months at Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture. Quality parameters, such as flesh firmness, ethylene production, total phenolics content, titratable acidity, soluble solids, flesh and skin color, were analyzed on the fruits taken out of at the 2nd, 4th and 6th months. It was observed that 2% calcium oxide dipping provided better results in almost all of the quality aspects, followed by 4% and 2% calcium chloride solutions. Calcium oxide at 4% negatively impacted the quality due to its corrosive effect.

Keywords: Apple, Calcium chloride (CaCl₂), Calcium oxide (CaO), Quality, Storage

Giriş

Elma (*Malus domestica*) için lezzetle birlikte meyve eti sertliği büyük bir tercih nedenidir. Elmada sertlik, meyvenin sululuğu ve dokunun gevrekliği ile ilişkilidir. Meyvede yumuşama ile birlikte, ağızda nişasta benzeri his veren unlulaşma meydana gelebilir ve bu durum istenilmemektedir. Sert meyveler taşıma, depolama ve pazarlama süresince daha dayanıklı ve daha yüksek ticari değerde olmaktadır. Olgunlaşma ile ilişkili olan meyve yumuşaması, hücre duvarlarındaki polisakkaritlerin arasındaki bağlar ile yapının kompozisyonundaki değişiklikler ve orta lamelin bozulması ile olmaktadır (Goulao ve Oliveira, 2008).

Meyvelerde olgunlaşmayla ilgili yumuşamanın meydana gelişi, genellikle hücrenin orta lamelinin çözünmesi, parçalanması ve daha küçük parçalara ayrılması ile meydana gelmektedir (Knee, 1973; Goulao ve Oliveira, 2008). Elmada yumuşama, pektinin çözünürlüğünün artışı, galaktosil ve arabinosil kalıntılarının düşmesi ile gerçekleşmektedir (Knee, 1973). Bitki dokularında toplam kalsiyumun büyük bir bölümü, diğer makro elementlerden farklı olarak hücre duvarlarında yer alır. Meyve dokularındaki toplam kalsiyumun ise %90'ı hücre duvarlarına bağlı olarak bulunmaktadır. Hücre duvarlarında yer alan kalsiyum pektatlar, bitki dokularını güçlendirmekte, meyveleri mantari ve bakteriyel enfeksiyonlara karşı korumaktadır (Agrios, 1988; Kaçar ve Katkat, 1998; Güneş ve ark., 2000).



Hücrenin orta lamelindeki zengin pektin içeriğinden kalsiyumun kaybı ile elmada yumuşama meydana gelmektedir. Bu nedenle, kalsiyum uygulanmış meyvelerde sertlik, uygulanmamış olanlara göre genellikle daha yüksektir (Johnston ve ark., 2002). Meyve ve sebzelerin dokularının sertliğinde, pektin içeriği büyük oranda etki etmektedir. Gıdalarda pektin içeriği, galakturonik asit olarak oldukça hassas, doğru ve hızlı bir şekilde ölçülebilmektedir (Monsoor ve ark., 2001). Hasat öncesi yapraktan yapılan CaCl_2 ve CaNO_3 uygulamalarının kiraz meyvesinde poligalakturonik asit miktarı üzerine artırıcı etki yaptığı ve bu durumun da meyvede dayanıklılığı arttırdığı belirtilmiştir (Ekinci ve Yıldız., 2014). Buna rağmen, hasat öncesi yapılan kalsiyum uygulamaları, daima daha yüksek sertlikte meyvelere yol açmayabilmektedir (Siddiqui ve ark., 1996) Kalsiyumun yararlı etkileri, katyonun uygulanma zamanına, uygulanma şekline, tuz tipine ve uygulama sayısına bağlı olarak değişmektedir (Alcaraz ve ark., 2003).

Ülkemiz topraklarında genellikle bitki gereksinimini karşılamaya yetecek düzeyde kalsiyum bulunmaktadır. Ancak bazı faktörlerin etkisiyle bitkilerde kalsiyum noksanlıkları görülmektedir (Aktaş, 2004). Meyveye doğrudan gelen Ca miktarı, büyük oranda yaprakların çekim gücüne bağlı rekabet ile orantılı olduğu için büyük varyasyonlar göstermektedir. Bu nedenle, yaprak transpirasyonunun hızlı olduğu koşullarda doğrudan meyveye ulaşan Ca miktarı azalır. Ca'un mobilitesi düşük bir element olduğu ve floem taşınımının genelde olmadığı kabul edildiğinden, meyveye gitmemektedir ve noksanlık belirtileri ortaya çıkmaktadır (Swietlick ve Faust, 1984). Ancak Ca'un bu durumu, duyarlı çeşitlerde acı benek (bitter pit) ve hasat sonrası dayanıklılığın azalması şeklinde, fizyolojik belirtiler verir (Ferguson ve Watkins, 1989).

Meyvenin Ca miktarını arttırmak için çeşitli yöntemler önerilmiştir (Ferguson ve Watkins, 1989). Topraktan yapılan uygulamalarda Ca'un meyveye taşınması garanti altına alınamadığından, daha çok yaprağa ve doğrudan meyveye Ca uygulamaları (yaprağa Ca içeren çözeltilerin püskürtülmesi), hasattan sonra meyvenin Ca çözeltilerine daldırma uygulamaları önem kazanmıştır. Yapraktan Ca uygulamasının, meyvedeki toplam Ca'un ancak %15'ini karşılayabildiği belirtilmektedir (Swietlick ve Faust, 1984). Bu nedenle yüksek maliyetli yapraktan uygulamalar, acı benek gibi Ca ile ilişkili fizyolojik bozuklukları kısmen azaltmışsa da, tamamen yok edememiştir. Hasat sonrası kalsiyum daldırmaları, meyve endüstrisinde standart bir uygulama haline gelmektedir. Elmalardaki besin değeri içeriğinde, sertlikte, hücre duvar yapısının korunmasında ve lezzet bakımından tüketici tercihlerini uzun süre devam ettirmektedir (Abbott ve ark., 1984., Harker ve ark., 2008).

Bu çalışmada, hasat sonrası CaCl_2 ve CaO olmak üzere iki farklı formda kalsiyumun, iki farklı dozu meyvelere daldırma şeklinde uygulamıştır. Uygulamaların depolama süresince meyve kalitesine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Çanakkale'nin Kepez yöresinde, Kepez Meyveciliğinin M9 anacı üzerine aşılı Cripps Pink (Pink Lady) çeşidi ile kurulu 6 yaşındaki üretim parselinden optimum dönemde hasat edilen elma meyveleri, materyal olarak kullanılmıştır. Hasat edilen meyveler hemen ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Meyveler, 3 dakika süreyle %2 ve %4'lük kalsiyum klorür (CaCl_2), %2 ve %4'lük kalsiyum oksit (CaO) solüsyonlarına daldırılmıştır. 3 dakika süreyle 25°C deki saf suya daldırılan elma meyveleri kontrol olarak kabul edilmiştir. Meyveler, vantilatörlü ortamda 2 saat süre tutularak kurutulduktan sonra 6 ay süreyle 0°C sıcaklık ve %90 oransal nemdeki soğuk hava deposunda depolanmıştır. Meyvelerde hasat sonrası, depolamanın 2., 4. ve 6. ayında alınan örneklerde uygulamaların meyve eti sertlik değerleri (kg), etilen üretim miktarı ($\mu\text{L/kg.h}$), toplam fenolik bileşik içeriği (mg GAE /100 g), titre edilebilir asitlik içeriği (TEA, % malik asit), suda çözünabilir kuru madde içeriği (SÇKM, %), meyve kabuk ve et rengi üzerine etkileri incelenmiştir.

Çeşidin meyve eti sertliği (kg), elmaların ekvatorial bölgesinden karşılıklı olarak farklı iki yerden yaklaşık 1 cm²'lik kabuk soyularak Effegi tipi el penetrometresi ile 12 mm'lik uçla basınç uygulanmış ve bu basınca meyvelerin gösterdiği tepki değerleri (kg) elde edilmiştir.

Hasattan sonra ve her depolama süresi sonunda araştırma meyveleri yaklaşık 1 kg olacak şekilde 5 L'lik kavanozlara konularak, 7 gün süresince 20°C'de raf ömrüne tabii tutulmuştur. Ardından gaz sızdırmaz kapakla kapatılarak 24 saat süreyle tutulmuştur. Bu sürenin sonunda ICA 56



Etilen ölçüm cihazı kullanılarak ölçüm yapılmıştır. Ölçümler ppm olarak alınmış ve Nanos ve ark. (1999)'a göre formülize edilerek $\mu\text{L/kg.h}$ 'e çevrilmiştir.

Toplam fenolik bileşik içeriğini belirlemek için hasattan sonra ve tüm uygulamalara ait her depolama döneminin sonunda her örnek için 5 g meyve püresinde Folin–Ciocalteu yöntemine göre 765 nm absorbans değerinde Shimadzu UV–VIS kullanılarak okumalar yapılmıştır (Zheng ve Wang, 2001). Veriler, mg GAE /100 g olarak saptanmıştır.

Titre edilebilir toplam asitlik miktarı, meyvelerden elde edilen meyve suyu örneklerinde TEA değerleri, meyve suyunun bir bazla nötralizasyonu esasına göre “Orion A 120” pH metre yardımıyla 8,1 olana kadar 0,1 N NaOH ile titre edilerek hesaplanmış, sonuçlar g malik asit cinsinden (g/100 ml) ifade edilmiştir.

Meyvelerin suda çözünür kuru madde miktarını ölçmek için her tekerrürden alınan 10 adet meyveden birkaç damla meyve suyu alınarak Atago PAL–1 model dijital el refraktometresi yardımıyla meyve suyunda ŞÇKM miktarı (%) değer olarak belirlenmiştir.

Meyve kabuk ve et rengi, Konica Minolta CR–400 Kolorimetre ile her meyvenin et ve zemin yüzeyinden ölçüm yapılarak belirlenmiştir. Kullanılan düzlemde L^* değeri parlaklık, a^* değeri, kırmızılık–yeşillik, b^* değeri ise sarılık–mavilik olarak ifade edilmektedir. Elde edilen a^* ve b^* değerlerinden kroma (C^*) ve Hue açısı (h°) değeri hesaplanmıştır. Kroma değeri, rengin doygunluğunu göstermektedir. Donuk renklerde kroma değeri düşerken, canlı renklerde artmaktadır. Hue açısı bir renk dairesi olup kırmızı–mor renkler 0° – 360° arasındaki açı değerini almakta iken, sarı 90° açı değerini, mavimsi yeşil renkler ise 180° – 270° arasındaki açı değerini almaktadır (McGuire, 1992).

İstatistiksel analizler

Çalışmada tüm analizler 3 kez tekrarlanmış, elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ise, SAS 9.0 paket programı kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile $P<0,05$ önem düzeyinde belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Meyve eti sertliği

Pink Lady elma çeşidine hasat sonrası CaCl_2 ve CaO uygulamalarının meyve eti sertliği üzerine depolama süresi ve uygulamaların etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Depolamanın başlangıcında 7,25 kg olan sertlik değeri, depolama süresince azalma göstermiştir. Meyvelerin dokularında meydana gelen bu yumuşama, olgunlaşma sırasında hücre duvarlarındaki değişimden (Hobson, 1981), pektinin parçalanmasıyla meydana gelmektedir (Nara ve ark., 2001). Uygulamaların meyve eti sertlik değeri üzerine etkileri incelendiğinde, 2. ayın sonunda uygulama yapılmamış olan kontrol meyvelerinin CaCl_2 ve CaO uygulamaları yapılmış olan meyvelerden daha düşük meyve eti sertliği gösterdiği, 4. ayın sonunda ise, yine en düşük değerin kontrol meyvelerinde olduğu, bunu %2'lik CaCl_2 'ün izlediği görülmüştür (Çizelge 1). Diğer uygulamalar, istatistiki olarak aynı oranda sertlik değerini göstermiştir. Depolamanın sonunda ise %2'lik CaO uygulaması (6,05 kg) en yüksek sertlik değerini verirken, bunu %4'lük CaCl_2 (6,01 kg) uygulaması takip etmiştir. Kontrol meyveleri ve %2'lik CaCl_2 uygulamaları istatistiki olarak aynı önemlilikte meyve eti sertliği göstermiştir. Saftner ve ark. (1998), Golden Delicious elmalarına yaptıkları CaCl_2 uygulamalarının meyve eti sertliğinin korunmasında etkili olduğunu belirtmişlerdir. Kramer ve ark. (1991), Schirra ve ark. (1997) da yaptıkları çalışmalarda, kalsiyum uygulamalarının depolama süresince sertliği korumada etkili olduklarını bildirmişlerdir. Ancak çalışmada, %2'lik CaCl_2 dozunun etkili olmadığı görülmüştür.

Etilen üretim miktarı

Denemeye alınan meyvelerin etilen üretim miktarı incelendiğinde, yeni hasat edilen meyvelerde $1,13 \mu\text{L/kg.h}$ değer elde edilirken, olgunlaşmaya bağlı olarak depolama süresince tüm uygulamalarda artışlar belirlenmiştir (Çizelge 2). Depolamanın 2. ayının sonunda tüm uygulamalar istatistiki açıdan aynı önemlilik derecesinde bulunurken, %2'lik CaO uygulaması, gerek 4. ayın sonunda gerekse de 6.ayın sonunda en düşük etilen üretim değerini göstermiştir. En yüksek etilen üretim miktarı incelendiğinde ise, hem 4.ayın sonunda hem de depolamanın sonunda %4'lük CaO uygulamasında elde edilmiştir. Etilen üretimi, olgunlaşma ile birlikte artış göstermektedir. Burada



etilen üretimini kısıtlayan en önemli uygulama, %2'lik CaO uygulaması olmuştur. Bu durumun, kalsiyumun olgunlaşmayı geciktirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 1. Farklı dozda CaCl₂ ve CaO uygulamalarının depolama süresince meyve eti sertliğine (kg) etkisi.

Uygulamalar	0. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	Uyg. Ana Et.
Kontrol	7,25 a	6,63 c	6,18 de	5,65 g	6,43 C
%2 CaCl₂	7,25 a	6,86 b	6,33 d	5,76 g	6,55 B
%4 CaCl₂	7,25 a	6,87 b	6,52 c	6,01 f	6,66 A
%2 CaO	7,25 a	6,84 b	6,55 c	6,05 ef	6,68 A
%4 CaO	7,25 a	6,92 b	6,62 c	5,94 f	6,68 A
Zaman Ana Etkisi	7,25 A	6,82 B	6,44 C	5,88 D	
LSD:		0,1624			0,0812
LSD _{uygulamaxzaman} :		0,0726			

Aynı harfle gösterilmeyen uygulamalar arasındaki istatistiki fark önemlidir (P < 0.05).

Çizelge 2. Farklı dozda uygulamaların depolama süresince etilen üretim miktarı (µL/kg.h) üzerine etkisi.

Uygulamalar	0. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	Uyg. Ana Et.
Kontrol	1,13 g	55,90 f	103,23 e	128,07 b	72,08 BC
%2 CaCl₂	1,13 g	58,47 f	105,33 de	123,17 b	72,03 BC
%4 CaCl₂	1,13 g	58,17 f	108,70 cde	124,27 b	73,07 AB
%2 CaO	1,13 g	55,67 f	105,90 de	113,67 c	69,09 C
%4 CaO	1,13 g	55,70 f	111,67 cd	134,03 a	75,63 A
Zaman Ana Etkisi	1,13 D	56,78 C	106,97 B	124,64 A	
LSD :		7,0078			3,5039
LSD _{uygulamaxzaman} :		3,134			

Aynı harfle gösterilmeyen uygulamalar arasındaki istatistiki fark önemlidir (P < 0,05).

Toplam fenol içeriği

Elma; insanlar için iyi bir fenolik bileşik ve antioksidan kaynağıdır (Wolfe ve ark., 2003). Fenolik bileşikler düşük moleküler ağırlıklı sekonder metabolitlerdir. Yoğun olarak meyve ve sebzelerde bulunurlar ve diğer biyoaktif bileşiklere göre daha yüksek antioksidatif etki göstermektedirler. İnsan sağlığı üzerine olumlu etkilere sahip oldukları birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir (Chen ve Chen, 2013). Çalışmada, uygulamaların ve zamanın toplam fenolik madde içeriği üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (P<0,05). Depolamanın başlangıcında 702,07 mg GAE/100 g olarak bulunan toplam fenol içeriği, Pink Lady elma çeşidinde depolama süresince artış göstermiştir. Depolamanın sonunda değerler incelendiğinde, en yüksek miktarı, %4'lük CaCl₂ uygulaması (1329,67 mg GAE/100 g) vermiştir. Bunu sırasıyla %2'lik CaCl₂ uygulaması ve %2'lik CaO uygulaması takip etmiştir (Çizelge 3). %4'lük CaO uygulaması ise, en düşük toplam fenolik madde içeriğini (1165,43 mg GAE/100 g) göstermiştir. CaO'nin yüksek dozu, diğer kalite kriterlerinde olduğu gibi olumsuz etki göstermiştir.

Titre edilebilir asitlik

Farklı dozda CaCl₂ ve CaO uygulamalarının depolama süresince Pink Lady Elma çeşidinin TEA değerleri üzerinde depolama süresi ve uygulamaların etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Hasat zamanında 1,10 g/100 ml olan TEA miktarı, depolama süresince azalma göstermiştir (Çizelge 4). 2. ayın sonunda, %4'lük CaCl₂ ve %2'lik CaO uygulamalarının meyveleri değerlerde istatistiki olarak önemli bir azalma göstermemiştir. Aynı uygulamalar, depolamanın sonunda da en yüksek asitlik değerlerini vermişlerdir. Kalsiyum uygulamalarının meyvede asitliği korumada etkili olduğu görülmüştür. Kovacs ve Djedro (1994) da yaptıkları uygulamalarında benzer sonuçları bulmuşlardır.



Çizelge 3. Farklı dozda CaCl₂ ve CaO uygulamalarının depolama süresince toplam fenolik bileşik içeriğine (mg GAE/100 g) etkisi.

Uygulamalar	0. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	Uyg. An. Et.
Kontrol	702,07 i	714,03 gh	1187,83 c	1314,87 ab	979,70 AB
%2 CaCl₂	702,07 i	703,13 hi	1184,73 c	1311,03 b	975,24 B
%4 CaCl₂	702,07 i	719,87 g	1197,00 c	1329,67 a	987,25 A
%2 CaO	702,07 i	718,53 gh	1092,53 e	1309,00 b	955,53 C
%4 CaO	702,07 i	702,40 i	1075,73 f	1165,43 d	911,41 D
Zaman Ana Etkisi	702,07 D	711,59 C	1147,57 B	1286,00 A	
LSD:		16,026			8,0129
LSD _{uygulamaxzaman} :		7,1669			

Aynı harfle gösterilmeyen uygulamalar arasındaki istatistiki fark önemlidir (P < 0,05).

Çizelge 4. Farklı dozda CaCl₂ ve CaO uygulamalarının depolama süresince TEA (g Malik asit/100 ml) içeriğine etkisi.

Uygulamalar	0. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	Uyg. An. Et.
Kontrol	1,100 a	0,967 bc	0,777 d	0,643 e	0,872 B
%2 CaCl₂	1,100 a	0,940 bc	0,797 d	0,627 e	0,866 B
%4 CaCl₂	1,100 a	1,077 a	0,973 bc	0,773 d	0,981 A
%2 CaO	1,100 a	1,070 a	0,987 b	0,780 d	0,984 A
%4 CaO	1,100 a	0,947 bc	0,780 d	0,623 e	0,863 B
Zaman Ana Etkisi	1,100 A	1,000 B	0,863 C	0,689 D	
LSD :		0,0433			0,0216
LSD _{uygulamaxzaman} :		0,0194			

Aynı harfle gösterilmeyen uygulamalar arasındaki istatistiki fark önemlidir (P < 0,05).

Suda çözünür kuru madde içeriği

Denemede, yapılan uygulamaların ve zamanın meyvelerin SÇKM değeri üzerine etkileri istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Tüm uygulama meyvelerinde, depolama süresince SÇKM değerinde artışlar görülmüştür (Çizelge 5). Depolamanın başlangıcında %14.05 olan değer, depolama süresince artışlar göstermiştir. Özellikle %4'lik CaO ve kontrol meyvelerinde daha hızlı bir yükseliş belirlenmiştir. Depolamanın sonunda en düşük SÇKM değerini %2'lik CaO uygulaması gösterirken, bunu %4'lük CaCl₂ uygulaması ve %2'lik CaCl₂ uygulaması izlemiştir. Bu uygulamaların, olgunlaşmayı geciktirici etkisi olduğu görülmüştür.

Çizelge 5. Farklı dozda CaCl₂ ve CaO uygulamalarının depolama süresince SÇKM (%) içeriğine etkisi.

Uygulamalar	0. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	Uyg. An. Et.
Kontrol	14,05 j	14,70 h	15,82 e	16,95 a	15,38 A
%2 CaCl₂	14,05 j	14,40 i	15,47 f	16,58 b	14,87 D
%4 CaCl₂	14,05 j	14,32 i	15,22 g	16,33 c	14,93 C
%2 CaO	14,05 j	14,32 i	15,10 g	16,03 d	15,13 B
%4 CaO	14,05 j	14,63 h	16,07 d	16,97 a	15,43 A
Zaman Ana Etkisi	14,05 D	14.48 C	15.37 B	16.57 A	
LSD:		0,1384			0,0692
LSD _{uygulamaxzaman} :		0,0619			

Aynı harfle gösterilmeyen uygulamalar arasındaki istatistiki fark önemlidir (P < 0,05).

Meyve et ve kabuk renk değerleri

Çalışmada meyve eti L* değeri ve kabuk a*, b* ve h° renk değerleri incelenmiştir. Depolama süresi ve uygulamaların renk değişimi üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Depolama süresince L* parlaklık değerinde azalmalar görülmüştür (Çizelge 6). Depolamanın sonunda en yüksek L* değerini, %2'lik CaO ve %4'lük CaCl₂ uygulamaları göstermiştir. Bu uygulamaları,



%2'lik CaCl_2 uygulaması izlemiştir. En düşük parlaklık değerini ise %4'lük CaO uygulaması ve kontrol meyveleri vermiştir.

Meyve kabuğunun a^* renk değeri değişimi üzerine uygulamalar ve süre istatistiki olarak önemli etkiye bulunmuştur ($P < 0,05$). Depolamanın başlangıcında 20,52 olan değer, depolama süresince artış göstermiştir. En yüksek artış, kontrol meyvelerinde görülürken, en düşük artış %2'lik CaCl_2 ve %4'lük CaO uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 7). Bu sonuçlar, %2'lik CaCl_2 ve %4'lük CaO uygulamalarının depolama süresince olgunlaşmayı geciktirdiğini göstermektedir.

Araştırmanın b^* renk değeri üzerine etkisi incelendiğinde, depolamanın başlangıcında 38.73 olan değer, depolama süresince azalma göstermiştir (Çizelge 8). Depolamanın sonunda %2'lik CaO uygulaması, en düşük b^* değerini (33,76) verirken, %2'lik CaCl_2 uygulaması en yüksek değeri (35.86) vermiştir. Çizelge 9'da da, uygulamaların meyve kabuğunun h° değeri üzerine etkisi verilmiştir. b^* değerinde olduğu gibi, depolama süresince bu değer de azalışlar görülmüştür. h° değerinin a^* ve b^* değerlerinin açısı olarak ifadesi olduğundan a^* ve b^* değerleri hakkındaki en iyi yorumu h° değerinin verebileceği bildirilmiştir (Voss, 1992). Meyve kabuğunun hue değerini korumada en etkili uygulama 56,91 ile %4'lük CaCl_2 uygulaması bulunurken, bu değeri sırasıyla %2'lik CaO uygulaması ve %2'lik CaCl_2 uygulaması göstermiştir.

Çizelge 6. Farklı dozda CaCl_2 ve CaO uygulamalarının depolama süresince meyve eti L^* değerine etkisi.

Uygulamalar	0. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	Uyg. An. Et.
Kontrol	81,29 a	79,74 c	78,60 f	76,87 h	79,13 B
%2 CaCl_2	81,29 a	79,43 c	78,66 ef	76,95 h	79,08 B
%4 CaCl_2	81,29 a	80,19 b	79,49 c	79,03 de	80,00 A
%2 CaO	81,29 a	80,22 b	79,39 cd	79,01 de	79,98 A
%4 CaO	81,29 a	79,38 cd	78,15 g	77,03 h	78,96 B
Zaman Ana Etkisi	81,29 A	79,79 B	78,86 C	77,78 D	
LSD :	0,3916				0,1958
LSD _{uygulamaxzaman:}	0,1751				

Aynı harfle gösterilmeyen uygulamalar arasındaki istatistiki fark önemlidir ($P < 0,05$).

Çizelge 7. Farklı dozda CaCl_2 ve CaO uygulamalarının depolama süresince meyve kabuğu a^* değerine etkisi.

Uygulamalar	0. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	Uyg. An. Et.
Kontrol	20,52 i	25,71 c	27,57 b	29,31 a	25,78 A
%2 CaCl_2	20,52 i	20,80 i	21,68 h	23,37 f	21,59 D
%4 CaCl_2	20,52 i	21,57 h	22,73 g	23,84 g	22,17 C
%2 CaO	20,52 i	22,60 g	24,35 d	26,01 c	23,37 B
%4 CaO	20,52 i	21,77 h	22,84 g	23,67 ef	22,20 C
Zaman Ana Etkisi	20,52 D	22,49 C	23,83 B	25,24 A	
LSD:	0,3422				0,1711
LSD _{uygulamaxzaman:}	0,153				

Aynı harfle gösterilmeyen uygulamalar arasındaki istatistiki fark önemlidir ($P < 0,05$).

Çizelge 8. Farklı dozda CaCl_2 ve CaO uygulamalarının depolama süresince meyve kabuğu b^* değerine etkisi.

Uygulamalar	0. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	Uyg. An. Et.
Kontrol	38,73 a	36,24 c	34,51 g	33,73 h	35,80 C
%2 CaCl_2	38,73 a	38,50 a	37,31 b	35,86 d	37,60 A
%4 CaCl_2	38,73 a	37,22 b	36,25 c	35,15 f	36,84 B
%2 CaO	38,73 a	34,46 g	34,68 g	33,76 h	35,66 D
%4 CaO	38,73 a	32,28 i	36,16 c	35,43 e	36,90 B
Zaman Ana Etkisi	38,73 A	36,94 B	35,78 C	34,79 D	
LSD:	02794				0,1397
LSD _{uygulamaxzaman:}	0,1249				

Aynı harfle gösterilmeyen uygulamalar arasındaki istatistiki fark önemlidir ($P < 0,05$).



Çizelge 9. Farklı dozda CaCl₂ ve CaO uygulamalarının depolama süresince meyve kabuğu h° değerine etkisi.

Uygulamalar	0. Ay	2. Ay	4. Ay	6. Ay	Uyg. An. Et.
Kontrol	62,08 a	54,65 f	51,37 h	49,00 i	54,28 D
%2 CaCl ₂	62,08 a	59,91 b	57,91 c	55,86 e	58,94 B
%4 CaCl ₂	62,08 a	61,62 a	59,85 b	56,91 d	60,11 A
%2 CaO	62,08 a	59,71 b	57,72 c	56,25 e	58,94 B
%4 CaO	62,08 a	57,49 c	54,93 f	52,39 g	56,72 C
Zaman Ana Etkisi	62,08 A	58,67 B	56,35 C	54,08 D	
LSD:		0,4866			0,2433
LSD _{uygulamaxzaman} :		0,2176			

Aynı harfle gösterilmeyen uygulamalar arasındaki istatistiki fark önemlidir (P < 0,05).

Sonuç ve Öneriler

Meyvenin Ca miktarını arttırmak için çeşitli yöntemler önerilmiştir (Ferguson ve Watkins, 1989). Toprakтан yapılan uygulamalarda Ca'un meyveye taşınması garanti altına alınamadığından, hasattan sonra meyvenin Ca çözeltilere daldırılması pratikte önem kazanmıştır. Yapılan çalışmada, %2'lik CaO uygulamalarının çok sayıda kalite kriteri üzerinde üstün özellikleri belirlenmiştir. Depolamanın sonunda en yüksek meyve eti sertliğini bu uygulama verirken, %4'lük CaCl₂ uygulaması da olumlu etki göstermiştir. %2'lik CaO uygulaması, etilen üretimini de kısıtlayıcı etki gösterirken, en düşük SÇKM değerini de vermiştir. %4'lük CaCl₂ ve %2'lik CaO uygulamaları meyvede TEA değerini korumada en etkili uygulamalar olmuştur. Aynı dozlar, renk üzerine de olumlu etkilerde bulunmuştur.

Hasat sonrası kalsiyumun daldırma uygulamalarında, CaO'in %2'lik dozunun en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir. CaO uygulamalarının %4'lük dozunun meyve için yüksek doz olduğu ve meyve kabuğunu zararlandığı gözlenmiştir. Daha sonraki çalışmalarda, bu uygulamanın %1,5 ve %1'lik dozlarının da denenebileceği düşünülmüştür. %4'lük CaCl₂ dozunun da hasat sonrası uygulamalarında etkili bir doz olduğu, ancak CaCl₂'ün %2'lik dozunun yeterli olmadığı belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Abbott, J.A., Watada, A.E., Massie, D.R., 1984. Sensory and instrument measurement of apple texture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(2): 221–228.
- Agrios, G.N., 1988. Soil Minerals Toxic to Plant, Dept. of Plant Pathology, Univ. of Massachusetts, Third Edition, s.256.
- Aktaş, M., 2004. Bitkilerde Beslenme Bozuklukları ve Tanınmaları, Türkiye 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tarım–Sanayi–Çevre, Tokat.
- Alcaraz, L., C., Botia, M., Alcaraz, C–F., Riquelme, F., 2003. Effects of foliar sprays containing calcium, magnesium on plum (*P. domestica* L.) fruit quality, J. Plant Physiology.
- Chen AY, Chen YC., 2013. A review of the dietary flavonoid, kaempferol on human health and cancer chemoprevention. Food Chemistry. 138(4): 2099–2107.
- Ekinci, N., Yıldız, M., 2015. Determination of polygalacturonic acid content in sweet cherry (0900 Ziraat) extracts by fourier transform infrared spectroscopy and effects of CaCl₂ and Ca(NO₃)₂ foliar and fruit sprays applications on PGA. Asian Journal of Chemistry; 27(6): 2178–2180.
- Ferguson, I. B., C. B. Watkins., 1989. Bitter pit in apple fruit. Horticultural Reviews 11: 289–355.
- Goulao, L.F., Oliveira, C.M., 2008. Cell wall modifications during fruit ripening: when a fruit is not the fruit. Trends Food Sci. Technol. 19: 4–25.
- Güneş, A., Alpaslan, M., İnal, A., 2000. “Kalsiyum” Bitki Besleme ve Gübreleme, Ank.Üniv., Zir. Fak. Yay. No: 1514, s: 467–576.
- Harker, F.R., Kupferman, E.M., Marin, A.B., Gunson, F.A., Triggs, C.M., 2008. Eating quality standards for apples based on consumer preferences. Postharvest Biol. Technol. 50: 70–78.
- Hobson, G.E., 1981. Enzymes and Texture Changes During Ripening. Recent Advances in Biochemistry of Fruits and Vegetables. Academic Press, London. p.121–132.
- Johnston, J.W., Hewett, E.W., Hertog, M., 2002. Postharvest softening of apple (*Malus domestica* L.) fruit: a review. N. Z. J. Crop Hort. Sci. 30: 145–160.
- Kaçar, B., Katkat, V., 1998. Bitki Besleme, “Bitkilerde Kalsiyum Noksanlığı”, Uludağ Üni., Güçlendirme Vakfı Yayın No: 127, s: 321–324 (1998).
- Knee, M., 1973. Polysaccharide changes in cell walls of ripening apples. Phytochemistry 12: 1543–1549.



- Kovacs, E., Djedjro, G.A., 1994. Changes in organic acids of fruits after different treatments. *Acta Horticulturae*. 368: 251–261.
- Kramer, G.F., Wang, C.Y., Conway, W.S., 1991. Inhibition of softening by polyamine application in ‘Golden Delicious’ and ‘McIntosh’ apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116:813–817.
- McGuire R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27: 1254–1255.
- Monsoor, M.A., Kalapathy, U., Proctor, A., 2001. Determination of polygalacturonic acid content in pectin extracts by diffuse reflectance Fourier transform infrared spectroscopy. *Food Chemistry* 74, 233–238.
- Nanos, G.D., Lazaridou, M., Tsoukidou, M., Sfakiotakis, E.M., 1999. Effect of temperature and propylene on apricot ripening. *Acta Horticulturae*, 488: 619–623.
- Nara, K., Kato, Y., Motomura, Y., 2001. Involvement of terminal–arabinose and –galactose pectic compounds in mealiness of apple fruit during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 22, 141–150.
- Saftner, R.A., Conway W.S., Sams C.E., 1998. Effect of postharvest calcium chloride treatments on tissue water relations, cell wall calcium levels and postharvest life of ‘Golden Delicious’ apples. 123: 893–897.
- Schirra, M., Barbera, G., D’allewin, G., Inglese, P., La Mantia, T., 1997. Storage response of cactus pear fruit to CaCl_2 preharvest spray and postharvest heat treatment. *The J. of Hort. Sci.* v. 72 (3): 371–377.
- Siddiqui, S., Brackmann, A., Streif, J., Bangerth, F., 1996. Controlled atmosphere storage of apples, cell wall composition and fruit softening. *J. Hort. Sci.* 71: 613–620.
- Swietlik, D., Faust., M., 1984. Foliar nutrition of fruit crops in horticulture. *Horticultural Reviews* 6:287–355.
- Voss, H.D., 1992. Relating colorimeter measurement of plant color to the royal horticultural society colour chart. *Hort. Science*, 27(12): 129–145.
- Wolfe, K.L., Wu, X., Liu, R.H., 2003. Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 51: 609–614.
- Zheng, W., Wang, Y., 2001. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *J. Agric Food Chem.* 49(11):5165–70.