

SICAK HAVA UYGULAMALARININ ‘GRANNY SMITH’ ELMALARINDA YÜZEYSEL KABUK YANIKLIĞI (SUPERFICIAL SCALD) GELİŞİMİ VE DERİM SONRASI FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ*

Hüseyin USLU Mustafa ERKAN
Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 07070 Antalya
E-mail: erkan@akdeniz.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, sıcak hava uygulamalarının ‘Granny Smith’ elmalarında yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi ve bu çeşidin derim sonrası fizyolojisi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla optimal derim olgunluğunda toplanan elmalar iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup elmalara 36°C’ de 60 ve 72 saat süreyle sıcak hava uygulaması yapılmış, ikinci grup elmalar ise hiçbir uygulama yapılmadan kontrol grubu olarak kullanılmışlardır. Sıcak hava uygulaması yapılan ve kontrol meyveleri 0° ve 3°C sıcaklık ve %90-92 oransal neme sahip soğuk hava depolarında muhafazaya alınmıştır. Muhafaza periyodu süresince değişik muhafaza ortamlarından belirli aralıklarla alınan meyve örneklerinde çeşitli fiziksel ve kimyasal analizler (ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asit, meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi ve yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı) yapılarak, muhafaza sırasında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Denemeler sonucunda, ‘Granny Smith’ elma çeşidinin yüzeysel kabuk yanıklığı (superficial scald) kontrolünde en uygun sıcaklık uygulamasının 36°C’ de 72 saat süreyle sıcak hava uygulaması olduğu saptanmıştır. Depolama sıcaklıklarından 0°C kalitenin korunmasında, 3°C ise yüzeysel kabuk yanıklığının kontrolünde daha başarılı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elma, *Malus domestica*, Granny Smith, Sıcak Hava Uygulaması, Kabuk yanıklığı, Muhafaza.

The Effects of Hot Air Treatments on Superficial Scald Development and Postharvest Physiology of ‘Granny Smith’ Apples

Abstract

In this work, the effects of hot air treatments on superficial scald development and postharvest physiology of ‘Granny Smith’ apples were investigated. During the experiments, apples were divided into two groups. The first group of apples was treated with hot air at 36°C for 60 and 72 hour, and the second group of apples was used as control group without any treatment. During the storage period, various chemical and physical analyses (weight loss, soluble solids, titratable acidity, flesh firmness, skin colour, and superficial scald development) were performed on apples by taking samples at monthly intervals. The experiment results showed that, the most effective treatment for controlling superficial scald was keeping of fruits at 36°C for 72 hours and stored at 3°C. Quality was maintained best at 0°C and superficial scald was prevented at 3°C during storage.

Keywords: Apple, *Malus domestica*, Granny Smith, heat treatment, superficial scald, storage

1. Giriş

Meyvecilik bakımından önemli bir potansiyele sahip olan ülkemizde toplam meyve üretimimiz son yıllarda 14.000.000 tona ulaşmış bulunmaktadır (FAO, 2003).

Toplam meyve üretimimiz içerisinde elma üretimimiz ise 2.200.000 tonla önemli bir yer tutmaktadır (FAO, 2003).

‘Granny Smith’ elmalarının ülkemizde üretilen diğer elma çeşitlerine göre daha yüksek fiyatlarla alıcı bulması, bu çeşidin üretimine olan talebi son yıllarda

hızla artırmaktadır. Ancak, dünyada ve ülkemizde ‘Granny Smith’ elmalarının üretim artışını sınırlayan faktörlerin başında bu çeşidin depolanması sırasında ortaya çıkan ve fizyolojik bir bozukluk olan yüzeysel kabuk yanıklığı etmeni gelmektedir (Bramlage ve Watkins, 1994; Watkins ve ark., 1995; Visai ve ark., 1997; Ingle, 2001). Meyveler tarafından açığa çıkarılan çeşitli uçucu organik bileşikler kabuk hücrelerine ve dokulara toksik etki yaparak hücrelerin

*: Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi tarafından 2002.01.0121.010 no’lu proje olarak desteklenen yüksek lisans tezi’nin bir bölümüdür.

ve dokuların ölmesine neden olmaktadır (Ingle ve D'Souza, 1989; Ingle, 2001). Yüzeysel kabuk yanıklığı özellikle erken derilen elmalarda ortaya çıkmakta ve bazı yıllarda %100'e varan oranlarda ürün kaybına neden olabilmektedir (Erkan ve Pekmezci, 2004).

Yüzeysel kabuk yanıklığı'nın (superficial scald) önlenmesi amacıyla Diphenylamine (DPA), (Chellew ve ark., 1995; Mir ve Beaudry, 1999) ve 1-methylcyclopropene (1-MCP), (Fan ve ark., 1999; Shaham ve ark., 2003; Zanella, 2003) gibi değişik kimyasallar kullanılmaktadır. Ancak, kimyasal kullanılarak üretilen yada muhafaza edilen ürünlere olan talepler ise günümüzde giderek azalmaktadır. Bu nedenlerle kimyasal kullanımına alternatif olabilecek yeni yöntemlerin geliştirilmesi ve bu yöntemlerin uygulamaya aktarılması oldukça önemlidir. Kimyasal kullanımına alternatif olabilecek yöntemlerin başında da sıcaklık uygulamaları gelmektedir. Değişik sıcaklık derecelerinde ve sürelerinde sıcak hava ve sıcak su uygulaması şeklinde yapılan bu uygulamalar, hem kimyasallar kadar etkili olmakta hem de insanlar üzerinde zararlı bir etkiye sahip bulunmamaktadır (Lurie, 1998). Bu nedenlerle, değişik bahçe ürünlerinde sıcaklık uygulamalarının kullanımı hızla artmakta ve pratiğe aktarılabilir sonuçlar elde edilmektedir. Bu uygulamalar, 'Granny Smith' elmalarının depolanması sırasında yüzeysel kabuk yanıklığı (superficial scald) gelişimini azalttığı (Lurie ve ark., 1991), gibi derimden sonra değişik meyve ve sebzelerde ortaya çıkan çürümelerin önlenmesi (Williams ve ark., 1994), soğuk zararının azaltılması ve olgunlaşmanın geciktirilmesi üzerine de oldukça etkili olabilmektedirler (Lurie, 1998; Paull ve Chen, 2000). Sonuçta, sıcaklık uygulamaları (sıcak su yada sıcak hava), değişik bahçe ürünlerinde fungus ve bakterilerin neden olduğu çürümelerin ve fizyolojik bozuklukların önlenmesine yardımcı olmakta ve bu ürünlerin muhafaza sürelerini uzatmaktadır (Lurie, 1998).

Sıcak hava uygulamalarında sıcaklık derecesi ve süresi de oldukça önemlidir. Ürünlerin özelliğine bağlı olarak yapılan sıcak hava uygulamalarının derecesi ve

süresi her ürün ve hatta her çeşit için farklı olabilmektedir (Lurie, 1998).

Bu çalışmada, ülkemizde üretim miktarı son yıllarda hızla artmakta olan 'Granny Smith' elmalarında sıcak hava uygulamalarının bu çeşidin yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi ve derim sonrası fizyolojisi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2001-2002 yıllarında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Derim Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı ve soğuk hava depolarında yürütülmüştür. Araştırmada meyve materyali olarak 'Granny Smith' elma çeşidine (*Malus domestica* Borkh.) ait meyveler kullanılmıştır. Deneme meyveleri Elmalı'daki bir üreticiden sağlanmıştır. Nişasta (iyot) testi kullanılarak optimal derim zamanında (Ekim sonu) toplanan elmalar iki gruba ayrılmıştır. Birinci grup elmalar, sıcaklığı resistantlı bir ısıtıcı kullanılarak 36°C ye ayarlanmış bir odada 60 ve 72 saat süreyle bekletilmişlerdir. Sıcak hava uygulamaları esnasında oda oransal nemi sıcak hava uygulama ünitesine ilave edilen bir nemlendirici yardımıyla %90 dolayında tutulmuştur. İkinci grup elmalara ise hiç bir uygulama yapılmamış ve bu elmalar kontrol grubu olarak denemeye alınmışlardır. Sıcak hava uygulaması yapılan ve kontrol meyveleri daha sonra 0° ve 3°C sıcaklık ve % 90-92 oransal nemde muhafazaya alınmışlardır. Muhafaza periyodu süresince değişik muhafaza ortamlarından birer ay aralıklarla alınan meyve örneklerinde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, kabuk rengi, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı ve titre edilebilir asit miktarı değerleri belirlenmiştir.

Ağırlık Kaybı: Meyveler 0.01 g'a duyarlı dijital bir terazi ile tartılmış ve sonuçlar % olarak hesaplanmıştır.

Meyve Eti Sertliği: El penetrometresi ile (Fruit Pressure Tester, Model FT 327) ölçülmüş ve sonuçlar kg/cm² olarak verilmiştir.

Titre Edilebilir Asit Miktarı: 5 ml usare+25 ml saf su dijital bir pH metre

yardımla 8.1'e kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiş ve değerler malik asit cinsinden hesaplanmıştır.

Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı: El refraktometresi ile ölçülmüş ve sonuçlar % brix değeri şeklinde verilmiştir.

Meyve Kabuk Rengi: Meyve kabuk renginde meydana gelen değişimler Minolta CR-200 marka renk ölçüm cihazıyla belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar L*, a* ve b* değerleri cinsinden hesaplanmış ancak yeşil rengin kaybı dikkate alınarak çalışmada sadece a* değerlerine ilişkin sonuçlar verilmiştir (Erkan ve ark., 2004). Ayrıca muhafaza sırasında ortaya çıkan yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi ve bunun miktarı saptanmıştır. Deneme üç tekerrürlü ve her tekerrürde 15 meyve olacak şekilde yürütülmüştür. Denemeden elde edilen bulguların üç faktörlü tesadüf blokları deneme desenine göre istatistiksel analizleri yapılmış ve varyasyon kaynaklarına ait ortalamaların karşılaştırılmasında ise Duncan testi (p=0.05) kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ağırlık kaybı

Denemede, uygulamalara göre değişimle birlikte muhafaza süresi uzadıkça ağırlık kayıplarının da arttığı saptanmıştır. Muhafazanın 30. gününde elmalarda %0.27 olan ortalama ağırlık kaybı, muhafazanın 180. günü sonunda %2.07'ye kadar yükselmiştir (Çizelge 1).

Denemede sıcak hava uygulamaları arasında muhafaza periyodu süresince en az ağırlık kaybı ortalama %0.94 olup, 36°C

sıcak havada 60 saat süreyle bekletilen ve 0°C' de depolanan elmalarda saptanmıştır. En fazla ağırlık kaybı ise ortalama %1.29 olup 0°C' de depolanan kontrol grubu meyvelerinde tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Depo sıcaklıklarının ağırlık kaybı üzerine etkisi incelendiğinde ise 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda 3°C sıcaklıkta depolanana göre daha düşük oranlarda ağırlık kaybının meydana geldiği görülmektedir. Nitekim 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda muhafaza periyodu süresince %1.12 olan ortalama ağırlık kaybı, 3°C sıcaklıkta depolanan elmalarda ise %1.23 düzeyinde gerçekleşmiştir (Çizelge 1).

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre 'Granny Smith' elmalarında ağırlık kayıpları üzerine derim sonrası sıcak hava uygulamaları, muhafaza süreleri ve depo sıcaklıklarının etkileri istatistiksel olarak önemli (p=0.05) bulunmuştur. Eren (2002), Eğirdir ekolojik koşullarında yetiştirilen 'Granny Smith' elmalarıyla yapmış olduğu muhafaza çalışmasında, denemenin birinci ve ikinci yılları arasında ağırlık kayıpları bakımından farklılık olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmanın birinci yılında 'Granny Smith' elmalarında saptanan ağırlık kayıpları bizim çalışmamızdaki ağırlık kayıplarından daha düşük, ancak denemenin ikinci yılında saptanan ağırlık kayıpları ise bizim çalışmamızda saptanan ağırlık kayıplarından daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda saptanan ağırlık kayıpları, farklı elma çeşitlerinin muhafazası üzerinde yapılan diğer çalışmalara (Koyuncu ve ark., 1997; Koyuncu ve ark., 2003) göre daha düşük düzeydedir. 'Granny Smith' elma

Çizelge 1. Farklı Sıcak Hava Uygulamaları, Muhafaza Süreleri ve Depo Sıcaklıklarının 'Granny Smith' Elmalarının Ortalama Ağırlık Kaybı (%) Üzerine Etkileri.

Depo Sıcaklığı (°C)	Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Ortalama	
		30	60	90	120	150	180	(Uyg.)	(Depo sıc.)
0	Kontrol	0.28	0.72	1.04	1.54	1.92	2.30	1.29 a ^z	1.12 b
	36°C+60 saat	0.10	0.55	0.81	1.10	1.42	1.68	0.94 e	
	36°C+72 saat	0.29	0.61	0.92	1.51	1.56	1.91	1.13 d	
3	Kontrol	0.34	0.7	1.06	1.42	1.87	2.18	1.26 b	1.23 a
	36°C+60 saat	0.32	0.69	1.04	1.43	1.78	2.39	1.27 ab	
	36°C+72 saat	0.32	0.68	1.03	1.36	1.66	1.97	1.17 c	
Ortalama (muh.sür.)		0.27 f	0.65 e	0.98 d	1.39 c	1.69 b	2.07 a		

^z: Yanlarında aynı harf bulunmayan ortalamalar birbirlerinden farklıdır (p=0.05).

çeşidinde saptanan ağırlık kayıplarının diğer elma çeşitlerinde saptanan ağırlık kayıplarına göre daha düşük düzeylerde olması, bu çeşidin kabuk kalınlığı, meyve yapısı ve kabuğun üzerindeki yağ tabakasıyla bağlantılı olduğu belirtilmektedir (Watkins ve ark., 2004).

3.2. Meyve Eti Sertliği

'Granny Smith' elma çeşidinin derim zamanında 7.30 kg/cm² olan ortalama meyve eti sertliği muhafaza periyodu süresince sürekli azalarak 180 gün süren muhafazasonunda 4.50 kg/cm²'ye kadar düşmüştür (Çizelge 2).

Meyve eti sertliği üzerine sıcak hava uygulamalarının etkisi incelendiğinde ise muhafaza periyodu süresince meyve eti sertliğinde en az azalma 36°C' de 60 saat süreyle bekletilen ve 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda saptanmıştır. 36°C' de 60 saat süreyle sıcak hava uygulanan ve 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda 180 gün süren muhafaza süresince meyve eti sertliğinde %14.7'lik bir azalma olmuş ve bu meyvelerin sertlik değerleri ortalama 6.23 kg/cm²'ye inmiştir. Meyve eti sertliğinde en fazla kayıp ise 3°C sıcaklıkta depolanan kontrol grubu elmalarında tespit edilmiştir. Bu elmalarda muhafaza periyodu süresince saptanan meyve eti sertlik kaybı %26.6 düzeyinde gerçekleşmiştir (Çizelge 2).

Depo sıcaklıklarının meyve eti sertliği üzerine etkisi incelendiğinde ise, 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda meyve eti sertliğindeki kayıpların, 3°C' de muhafaza edilenlere göre daha düşük oranlarda olduğu görülmektedir. Nitekim, 0°C sıcaklıkta

depolanan elmalarda muhafaza periyodu süresince meyve eti sertliğinde meydana gelen kayıp %19.9 olup, bu sıcaklıkta depolanan elmaların meyve eti sertlik değerleri ortalama 5.85 kg/cm² dir. 3°C sıcaklıkta depolanan elmalardaki kayıp oranı ise aynı süre sonunda %22.9 olarak gerçekleşmiştir. Yapılan varyans analizlerine göre 'Granny Smith' elmalarında meyve eti sertliği üzerine muhafaza süreleri, sıcak hava uygulamaları ve depo sıcaklıklarının etkisi istatistiksel olarak önemli (p=0.05) bulunmuştur.

Conway ve ark. (1994), elmalarda sıcak hava uygulaması konusunda yaptıkları benzer bir çalışmada, sıcaklığı 38°C ye ayarlanmış bir odada 72 ve 96 saat süreyle bekletilen elmalarda görülen meyve eti sertlik kaybının kontrol grubu elmalarına göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Denemelerimizden elde edilen sonuçlar bu araştırmacıların bulgularıyla tam bir benzerlik göstermektedir. Ding ve ark. (2001), sıcaklık uygulamaları sırasında oluşan sıcaklık şoku proteinleri (heat shock proteins)'nin hücre duvarı geçirgenliğini ve sonuçta meyve eti sertliğindeki azalmaları engellediğini belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, sıcaklık uygulaması yapılan meyvelerin hastalık etmenlerine karşı da daha dayanıklı bir yapı kazandıklarını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Paul ve Chen (2000), Klein and Lurie (1991) ve Sams ve ark. (1993), 38-40°C'deki sıcaklık uygulamalarının meyve eti sertliğindeki yumuşamaları azalttığını belirtmişlerdir. Buradan bizim çalışmamızda da sıcaklık uygulaması yapılan elmalarda, sıcaklık şoku proteinlerinin miktarında bir artış olabileceği ve bunun sonucu olarak da

Çizelge 2. Farklı Sıcak Hava Uygulamaları, Muhafaza Süreleri ve Depo Sıcaklıklarının 'Granny Smith' Elmalarının Meyve Eti Sertliği (kg/cm²) Üzerine Etkileri.

Depo Sıcaklığı (°C)	Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Ortalama	
		0	60	90	120	150	180	(Uyg.)	(Depo sic.)
0	Kontrol	7.30	6.43	5.02	4.72	4.58	4,60	5.43 c ^z	5.85 a
	36°C+60 sa.	7.30	6.55	6.55	6.30	5.63	5,00	6.23 a	
	36°C+72 sa.	7.30	6.92	5.87	5.40	5.09	4,80	5.88 b	
3	Kontrol	7.30	6.33	5.50	5.00	4.50	3,60	5.36 c	5.63 b
	36°C+60 sa.	7.30	6.85	5.61	5.32	5.00	4,70	5.80 b	
	36°C+72 sa.	7.30	6.75	5.94	5.46	4.91	4,10	5.73 b	
Ortalama (muh.sür.)		7.30 a	6.59 b	5.75 c	5.39 d	4.95 e	4.50 f		

^z: Yanlarında aynı harf bulunmayan ortalamalar birbirlerinden farklıdır (p=0.05).

bu meyvelerin sertliklerini daha iyi ve daha uzun süre muhafaza ettikleri sonucuna varılabilir.

3.3. Titre Edilebilir Asit Miktarı

Denemede, muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak elmaların titre edilebilir asit miktarlarında azalmalar meydana gelmiştir. Elmaların derim zamanında %0.74 olan ortalama titre edilebilir asit miktarı muhafaza periyodu süresince sürekli azalarak 180 gün süren muhafaza sonunda %0.31'e kadar düşmüştür (Çizelge 3).

Deneme sonuçları sıcak hava uygulamaları açısından değerlendirildiğinde ise, muhafaza periyodu süresince 'Granny Smith' elmalarının titre edilebilir asit miktarındaki (malik asit) en az kayıp 3°C' de depolanan kontrol grubu meyvelerinde saptanmıştır. Bu grup elmaların derim zamanında ortalama %0.74 olan malik asit miktarları muhafaza periyodu süresince %34.4'lük bir kayıpla %0.50'ye kadar düşmüştür. Elmaların titre edilebilir asit miktarında en fazla azalma ise 36°C' de 60 saat süreyle bekletilen ve 3°C sıcaklıkta depolanan meyvelerde saptanmıştır (Çizelge 3). Bu elmalarda muhafaza periyodu süresince saptanan asit kaybı %45.9 düzeyindedir.

Titre edilebilir asit miktarı üzerine depo sıcaklıklarının etkisi incelendiğinde ise, 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda saptanan asit kaybının 3°C sıcaklıkta depolananlara göre daha düşük oranlarda olduğu görülmektedir

(Çizelge 3). 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda muhafaza periyodu süresince saptanan ortalama asit miktarı %0.46 iken,

3°C sıcaklıkta depolanan elmalarda ise %0.44'dür.

Yapılan varyans analizlerine göre 'Granny Smith' elmalarında titre edilebilir asit miktarı üzerine değişik sıcak hava uygulamaları, muhafaza süreleri ve depo sıcaklıklarının etkisi istatistiksel olarak önemli ($p=0.05$) bulunmuştur.

Klein ve Lurie (1990), elmalarda yaptıkları bir çalışmada, elmaları 38°C sıcaklıkta 72 ve 96 saat süreyle bekletmenin titre edilebilir asit miktarı üzerine bir etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise sıcak hava uygulaması yapılan elmalarda asit kaybının kontrol elmalarına göre daha fazla olduğu görülmektedir. Denememizden elde edilen sonuçlar bu araştırmacıların sonuçlarıyla benzerlik göstermemektedir. Ancak, sıcak hava uygulamaları konusunda yapılan diğer çalışmalarda da titre edilebilir asit kaybının sıcaklık uygulaması yapılan meyvelerde daha fazla olduğu bildirilmekte ve titre edilebilir asit miktarındaki azalmaların sebeplerinin yetiştiricilikteki farklılıklar veya sıcaklık uygulamalarındaki derece ve sürelerin farkından kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Lurie, 1998; Klein ve Lurie, 1991).

3.4. Suda Çözünabilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) Miktarı

Elmaların derim zamanında SÇKM miktarı ortalama %12.40 iken 180 günlük muhafaza periyodu sonunda %14.5'lik bir azalma göstererek % 10.60'a kadar düşmüştür (Çizelge 4).

Derim sonrası değişik uygulamalarının elmaların SÇKM miktarı üzerine etkileri incelendiğinde ise muhafaza periyodu

Çizelge 3. Farklı Sıcak Hava Uygulamaları, Muhafaza Süreleri ve Depo Sıcaklıklarının 'Granny Smith' Elma Çeşidinin Titre Edilebilir Asit Miktarı (%) Üzerine Etkileri.

Depo Sıcaklığı (°C)	Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)						Ortalama	
		0	60	90	120	150	180	(Uyg.)	(Depo sic.)
0	Kontrol	0.74	0.54	0.48	0.43	0.38	0.37	0.49 a ^z	0.46 a
	36°C+60 sa.	0.74	0.45	0.37	0.35	0.33	0.29	0.42 b	
	36°C+72 sa.	0.74	0.55	0.45	0.44	0.43	0.37	0.48 a	
3	Kontrol	0.74	0.59	0.45	0.43	0.42	0.35	0.50 a	0.44 b
	36°C+60 sa.	0.74	0.48	0.42	0.37	0.25	0.21	0.40 b	
	36°C+72 sa.	0.74	0.48	0.37	0.34	0.32	0.31	0.42 b	
Ortalama (muh.sür.)		0.74 a	0.51 b	0.42 c	0.39 d	0.35 e	0.31 f		

^z: Yanlarında aynı harf bulunmayan ortalamalar birbirlerinden farklıdır (p=0.05).

süresince SÇKM miktarında en az azalma 3°C sıcaklıkta depolanan kontrol elmalarında saptanmıştır. Bu meyvelerin derim zamanında %12.40 olan ortalama SÇKM miktarları, muhafaza periyodu süresince %1.9'luk bir azalma ile %12.16'ya düşmüştür. Elmaların SÇKM miktarında en fazla kayıp ise 0°C sıcaklıkta depolanan kontrol grubu meyvelerinde tespit edilmiştir. Bu meyvelerde muhafaza periyodu süresince saptanan SÇKM kaybı %12.7 düzeyindedir (Çizelge 4).

Muhafaza sıcaklıklarının SÇKM miktarı üzerine etkisi incelendiğinde ise, 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda saptanan SÇKM miktarındaki azalmaların, 3°C' de muhafaza edilenlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda muhafaza periyodu süresince SÇKM miktarında meydana gelen kayıp %10.6 iken, 3°C sıcaklıkta depolanan elmalardaki kayıp oranı ise aynı süre sonunda % 4.8 olarak gerçekleşmiştir.

Yapılan varyans analizlerinde SÇKM miktarı üzerine sıcak hava uygulamaları, muhafaza süreleri ve depo sıcaklıklarının etkisi istatistiksel olarak ($p=0.05$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Çalışmamızda sıcaklık uygulaması yapılan ve kontrol grubu elmalar arasında SÇKM miktarı bakımından istatistiksel bir farklılık olmasına rağmen yapılan tat kontrol testlerinde bu farkın pratikte çok belirgin olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca SÇKM miktarı bakımından sıcaklık uygulaması yapılan elmalar ve kontrol grubu elmalarında saptanan farklılığın sürekli olmadığı da görülmüştür. Nitekim 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda saptanan

SÇKM kaybı, kontrol grubu elmalarında sıcaklık uygulaması yapılan elmalara göre daha yüksek olmasına rağmen, 3°C sıcaklıkta depolanan kontrol grubu elmalarında saptanan SÇKM kaybının ise sıcaklık uygulaması yapılan elmalara göre daha düşük olduğu belirtilmiştir. Klein ve Lurie (1990), 'Granny Smith' elmaları ile yaptıkları çalışmada, 38°C de 4 gün süreyle bekletilen elmalarla kontrol elmaları arasında SÇKM miktarları bakımından bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Neven ve ark. (2000)' da sıcaklık uygulaması yapılan elmalarla kontrol elmaları arasında SÇKM miktarı bakımından bir farklılığın olmadığını yada SÇKM miktarının çok düşük oranda arttığını belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise depo sıcaklıklarına ve sıcaklık uygulamalarına göre SÇKM miktarlarında meydana gelen farklılık sıcaklık derecesi ve sürelerinin farklı olmasıyla ilişkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

3.5. Meyve Kabuk Rengi

0° ve 3°C sıcaklıkta muhafaza edilen 'Granny Smith' elma çeşidinde farklı muhafaza süreleri sonunda saptanan kabuk rengi (a^*) değerleri (yeşil renk) Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'in incelenmesinden de görüleceği üzere elmaların derim zamanında yeşil olan (-20.71) kabuk renkleri 180 günlük muhafaza periyodu süresince sürekli azalmıştır. Başka bir ifade ile, derim zamanındaki yeşil renk (klorofil) muhafaza süresince parçalanarak sarı renge dönüşmüştür. Yeşil rengin parçalanması ve sarı renge dönme olayı sıcaklık uygulaması

Çizelge 4. Sıcak Hava Uygulamaları, Muhafaza Süreleri ve Depo Sıcaklıklarının 'Granny Smith' Elma Çeşidinin SÇKM Miktarı (%) Üzerine Etkileri.

Depo sıcaklığı (°C)	Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)							Ortalama	
		0	30	60	90	120	150	180	(Uyg.)	(Depo sic.)
0	Kontrol	12.40	10.60	11.40	11.50	10.30	9.60	10.00	10.83 c ^z	
	36°C+60 sa.	12.40	11.80	9.64	11.20	10.65	10.20	11.00	10.97 c	11.09 b
	36°C+72 sa.	12.40	11.90	11.32	11.20	11.53	12.13	9.86	11.47 b	
3	Kontrol	12.40	12.60	12.80	12.20	11.46	11.50	12.00	12.16 a	
	36°C+60 sa.	12.40	12.80	11.27	12.60	11.00	11.46	10.90	11.78 b	11.81 a
	36°C+72 sa.	12.40	13.50	11.00	11.66	11.40	10.80	9.70	11.50 b	
Ortalama (muh.sür.)		12.40 a	12.22 a	11.21 c	11.75 b	11.04 c	10.95 c	10.60 d		

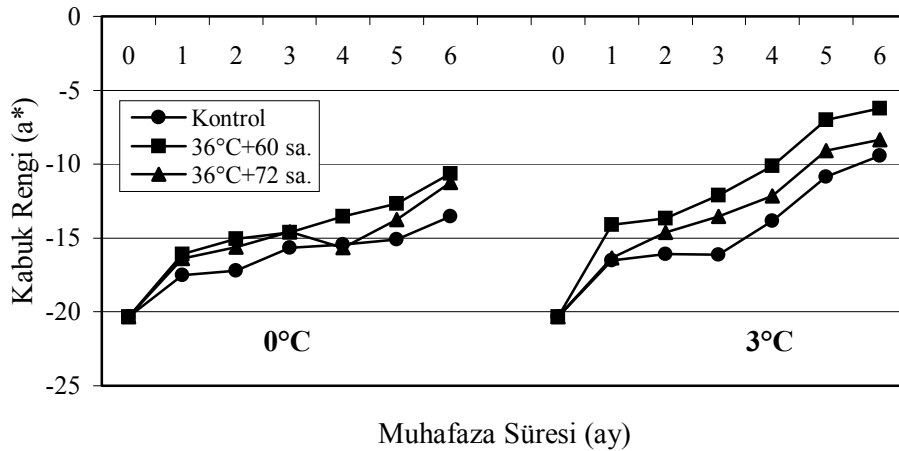
^z: Yanlarında aynı harf bulunmayan ortalamalar birbirlerinden farklıdır ($p=0.05$).

yapılan elmalarda daha belirgin olarak gerçekleşmiştir. Elmaların derim zamanında -20.71 olan kabuk renginin a* değeri (yeşil renk), 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda 3°C sıcaklıkta depolananlara göre daha iyi korunmuş ve 6 ay süren muhafaza sonunda bu sıcaklıkta depolanan elmaların kabuk renkleri daha yeşil kalmışlardır (Şekil 1). Nitekim 0°C sıcaklıkta depolanan kontrol elmalarında muhafazanın 6. ayı sonunda saptanan a* değeri -13.12 iken, 36°C sıcaklıkta depolanan elmalarda bu değer aynı süre sonunda -10.89'dur. 3°C sıcaklıkta depolanan elmalarda ise yeşil rengin parçalanması daha da belirgin olmuş ve bu sıcaklıkta depolanan elmalar 4. ayın sonunda, 0°C sıcaklıkta depolanan elmaların 6. ayı sonunda ulaştıkları renk değerlerine sahip olmuşlardır (Şekil 1). 3°C sıcaklıkta depolanan kontrol elmalarının kabuk renginin a* değeri muhafazanın 6. ayı sonunda -9.25 iken, 36°C de 60 saat süreyle bekletilen elmalarda saptanan a* değeri -6.85, 36°C de 72 saat süreyle sıcak hava uygulanan elmalarda ise bu değer -8.34'dür. Neven ve ark. (2000), 'Delicious', 'Golden Delicious', 'Granny Smith', 'Fuji', 'Gala', 'Jonagold', 'Braeburn' ve 'Cameo' elma çeşitleriyle yaptıkları muhafaza çalışmasında, farklı sıcaklık derecelerinde (44-46°C) ve sürelerinde sıcaklık uygulaması sonucu kırmızı renkli çeşitlerin kırmızı renklerini, yeşil renkli çeşitlerin ise yeşil renklerini kontrol elmalarına göre daha iyi koruduklarını belirtmişlerdir. Bu

çalışmadan elde edilen sonuçlar, bizim çalışmamızdaki 0°C de depolamadan elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir. Buna karşılık 3°C sıcaklıkta depolanan elmalarda ise sıcaklık uygulaması yapılan elmalar yeşil renklerini kontrol elmalarına göre daha hızlı kaybetmişlerdir.

3.6. Yüzeysel Kabuk Yanıklığı (Superficial Scald) Miktarı

'Granny Smith' elma çeşidinde derim sonrası farklı sıcak hava uygulamaları, muhafaza süreleri ve depo sıcaklıklarına göre saptanan yüzeysel kabuk yanıklığı miktarları Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5'deki değerlere göre 'Granny Smith' elma çeşidinde muhafaza süresi uzadıkça yüzeysel kabuk yanıklığı miktarının arttığı görülmektedir. Denemede muhafazanın ilk üç ayı sonunda hiçbir meyvede yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi gözlenmemiştir. Buna karşılık muhafazanın 4. ayından itibaren yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi hızlanmış ve özellikle elmaların belirli süre soğukta muhafazadan sonra manav koşulu olarak belirlenen 20°C'ye alınmaları ve burada bir hafta süreyle bekletilmeleri sırasında daha belirgin hale gelmiştir. Muhafazanın 4. ayı sonunda saptanan en düşük yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı %5.73 olup, 36°C de 72 saat süreyle sıcak hava uygulanan ve 3°C sıcaklıkta depolanan elmalarda belirlenmiştir (Çizelge



Şekil 1. Sıcak Hava Uygulamaları ve Muhafaza Sürelerinin 0° ve 3°C Sıcaklıkta Muhafaza Edilen 'Granny Smith' Elma Çeşidinin Kabuk Rengi (a*) Üzerine Etkileri.

5). Meyvelerin 4 ay süreyle 3°C de depolandıktan sonra manav koşulu olarak seçilen 20°C de 1 hafta süreyle tutulması sırasında yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi %7.96 oranına ulaşmıştır. 0°C sıcaklıkta 4 ay süreyle depolanan kontrol meyvelerinde ise yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı %16.27 olup, elmaların 1 hafta süreyle manav koşullarında bekletilmeleri sonucu bu oran %24.21'e yükselmiştir. Muhafazanın 6. ayı sonunda saptanan kabuk yanıklığı miktarı ise 36°C de 72 saat süreyle sıcak hava uygulanan ve 3°C de depolanan elmalarda %14.83 iken, aynı süre sonunda 0°C sıcaklıkta depolanan kontrol meyvelerinde bu oran %23.40'a yükselmiştir. Elmaların manav koşullarında bekletilmeleri sırasında kabuk yanıklığı gelişimi daha artarak 36°C de 72 saat süreyle sıcak hava uygulanan ve 3°C sıcaklıkta depolanan meyvelerde % 18.25'e, 0°C sıcaklıkta depolanan kontrol meyvelerinde ise %43.40'a yükselmiştir (Çizelge 5).

Denemede, 0°C sıcaklıkta depolanan elmalarda ortaya çıkan kabuk yanıklığı miktarı, 3°C sıcaklıkta depolanan elmalara göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 5). Yapılan varyans analizlerine göre 'Granny Smith' elmalarında yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi üzerine muhafaza süreleri, sıcaklık uygulamaları ve depo sıcaklıklarının sıcaklıklarının etkisi istatistiksel olarak önemli ($p=0.05$) bulunmuştur.

Denemelerimizden elde edilen sonuçlar Watkins ve ark. (1995)'in bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Bu

araştırmacılar yüzeysel kabuk yanıklığının düşük sıcaklık derecelerinde depolanan elmalarda daha belirgin olarak geliştiğini ve yüzeysel kabuk yanıklığının üşüme zararına benzer bir fizyolojik bozukluk olduğunu bildirmişlerdir. Ingle ve D'Souza (1989), Lurie ve ark. (1991) ve Ingle (2001) da sıcaklık uygulamalarının elmalarda yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimini (superficial scald) engellediğini belirtmişlerdir.

4. Sonuç ve Öneriler

'Granny Smith' elma çeşidinin gerek ülkemizde ve gerekse yurt dışında üretim artışını sınırlandıran faktörler arasında ilk sıralarda yer alan yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimini engellemek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, sıcak hava uygulamalarının kimyasal kullanımına alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır. 36°C de 72 saat süreyle bekletilen ve 3°C sıcaklıkta depolanan elmalarda ortaya çıkan kabuk yanıklığı oranı, sıcak hava uygulaması yapılmayan elmalara göre daha düşük bulunmuştur. Sıcak hava uygulamasının etkisi özellikle elmaların manav koşulu olarak belirlenen 20°C sıcaklıkta bir hafta süreyle bekletilmesi sırasında daha belirgin olarak görülmüştür. Denemede meyve eti sertliği sıcaklık uygulaması yapılan elmalarda daha iyi korunmasına rağmen, titre edilebilir asit, SÇKM miktarı ve kabuk renginin a* değerindeki kayıplar sıcaklık uygulaması yapılan elmalarda kontrol elmalarına göre

Çizelge 5. Farklı Sıcak Hava Uygulamaları, Muhafaza Süreleri ve Depo Sıcaklıklarının 'Granny Smith' Elmalarında Yüzeysel Kabuk Yanıklığı (superficial scald) Gelişimi (%) Üzerine Etkileri.

Depo sıcaklığı (°C)	Uygulamalar	Muhafaza Süresi (gün)			Ortalama	
		120	150	180	(Uyg.)	(Depo sic.)
0	Kontrol	16.27 (24.21)	17.82 (26.45)	23.40 (43.40)	19.16 a ^z (31.35 a) ^x	15.95 a (22.34 a)
	36°C+60 sa.	10.90 (13.25)	14.90 (18.34)	16.20 (20.21)	14.00 b (17.27 c)	
	36°C+72 sa.	11.80 (14.34)	13.60 (16.32)	18.63 (24.54)	14.68 b (18.40 c)	
3	Kontrol	12.54 (16.29)	18.39 (29.56)	20.36 (29.34)	17.10 ab (25.06 b)	12.50 b (17.22 b)
	36°C+60 sa.	7.30 (9.87)	9.60 (12.43)	16.16 (21.45)	11.02 bc (14.58 d)	
	36°C+72 sa.	5.73 (7.96)	7.60 (9.87)	14.83 (18.25)	9.39 c (12.03 e)	
Ortalama	(Muh.sür.)	10.76 c (14.32 c)	13.65 b (18.83 b)	18.26 a (26.20 a)		

^z: Yanlarında aynı harf bulunmayan ortalamalar biri birlerinden farklıdır.

^x: Parantez içindeki rakamlar manav koşullarında saptanan yüzeysel kabuk yanıklığı miktarlarıdır.

daha yüksek düzeylerde gerçekleşmiştir.

Denemede, 3°C sıcaklıkta yüzeysel kabuk yanıklığı gelişimi daha düşük olmasına rağmen, bu sıcaklıkta depolanan elmaların meyve kalitesi 0°C de depolananlara göre daha düşük bulunmuştur.

Sonuç olarak, yurt dışında çok sayıda meyve, sebze yaygın olarak kullanılmakta olan sıcaklık uygulamaları (sıcak hava ve sıcak su) konusunda yapılan çalışmalar ülkemizde ne yazık ki oldukça sınırlı sayıdadır. Bu nedenle, sıcak hava ve sıcak su uygulamaları konusunda yapılacak çalışmalara değişik bahçe ürünlerinde devam edilmeli ve bu çalışmalar paketleme evi uygulamaları ile kombine edilerek pratiğe aktarılma olanakları araştırılmalıdır.

Kaynaklar

- Bramlage, W.J. and Watkins, C.B., 1994. Influences of preharvest temperature and harvest maturity on susceptibility of New Zealand and North American apples to superficial scald. *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 22: 69-79.
- Chellew, J. P., and Little, C.R., 1995. Alternative methods of scald control in Granny Smith apples. *J. Hortic. Sci.* 1995, 70: 109-115.
- Conway, W. S., Sams, C. E., Wang, C. Y. and Abbot, J. A., 1994. Additive effects of postharvest calcium and heat treatment on reducing decay and maintaining quality in apples. *Am. Hort. Soc. Sci.* 119: 49-53.
- Ding, C.K., Wang, C.Y., Gross, K.C. and Smith, D.L., 2001. Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. *Plant Science* 161: 1153-1159.
- Eren, İ., 2002. Eğirdir yöresinde yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin optimum derim zamanları ve soğuk depolarda muhafaza olanakları üzerinde araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta. 68 s. (Basılmamış).
- Erkan, M., Pekmezci, M., Gübbük, H. and Kardeşin, I., 2004. Effects of controlled atmosphere storage on scald development and postharvest physiology of 'Granny Smith' apples. *Turk J. Agric. Forest.* 28: 43-48.
- Erkan, M. and Pekmezci, M., 2004. Harvest date influence superficial development in 'Granny Smith' apples during long term storage. *Turk J. Agric. Forest.* (baskıda).
- Fan, X., Mattheis, J.P. and Blankenship, S.M., 1999. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush and greasiness is reduced by MCP.J. *Agric. Food. Chem.* 47: 3063-3068.
- FAO, 2003. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT database (<http://www.fao.org>).
- Ingle, M. and D'Souza, M.C., 1989. Physiology and control of superficial scald of apples: a review. *HortScience* 24: 28-31.
- Ingle, M., 2001. Physiology and biochemistry of superficial scald of apples and pears. *Horticultural Review*, 27: 227-267.
- Klein, J. D. and Lurie, S., 1990. Prestorage heat treatment as a means of improving poststorage quality of apples. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 115: 255-259.
- Klein, J.D. and Lurie, S. 1991. Postharvest heat treatment and fruit quality. *Postharvest News and information*, Vol.2 No. 1: 15-19.
- Koyuncu, M.A., Çavuşoğlu, Ş. ve Bakır, N., 1997. Van'da yetiştirilen bazı elma çeşitlerinin depolanması üzerinde araştırmalar. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. 21-24 Ekim, Yalova. s. 323-328.
- Koyuncu, M.A., Eren, İ. ve Dolunay, E., 2003. Eğirdir (Isparta) koşullarında yetiştirilen bazı yeni elma çeşitlerinin soğukta muhafazası (I). *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi.* 08-12 Eylül, Antalya. s.153-156.
- Lurie, S. Klein, J. D. and Arie, R. B., 1991. Prestorage heat treatment delays development of superficial scald on Granny Smith apples. *HortScience*, 26(2): 166-167.
- Lurie, S., 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 14, 257-269.
- Mir, A. N. and Beaudry, R., 1999. Effect of superficial scald suppression by diphenylamine application on volatile evolution by stored Cortland apple fruit. *J. Agric. Food. Chem.*, 47: 7-11
- Neven, L.G., Drake, S.R. and Ferguson, H.J. 2000. Effects of the rate of heating on apple and pear fruit quality. *Journal of Fruit Quality* 23: 317-325.
- Paull, R.E. and Chen, N.J. 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 21: 21-37.
- Sams, C.F., Conway, W.S., Abbott, J.A., Lewis, R.J. and Ben-Shalom, N. 1993. Firmness and decay of apples following postharvest pressure infiltration of calcium and heat treatment. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 118: 623-627.
- Shaham, Z., Lers, A. and Lurie, S., 2003. Effect of heat or 1-MCP on antioxidative enzyme activities and antioxidants in apples in relation to scald development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107: 320-323.
- Visai, C., Vanoli, M. and Fadanelli, L., 1997. Influence of controlled atmosphere on quality and scald development of Red Delicious apples. *Proceedings of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference.* University of California. Davis, CA, 1997. Vol.2 pp. 204-210.
- Watkins, C. B., Bramlage, W. J. and Cregoe, B.A., 1995. Superficial scald of Granny Smith apples is expressed as a typical chilling injury. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120(1): 88-95.
- Watkins, C.B., Kupferman, E. and Rosenberger, D.A., 2004. Apple. In: *The commercial storage of Fruits, Vegetables and Florists and Nursery Stocks (HB-66).* USDA.

Williams, M.H., Bown, M.A., Vesk, M. and Brady, C., 1994. Effect of postharvest heat treatments on fruit quality, surface structure, and fungal disease of Valencia orange. *Aus. J. Exp. Agric.* 346: 1183-1190.

Zanella, A., 2003. Control of apple superficial scald and ripening-a comparison between 1-methycyclopropene and diphenylamine postharvest treatments, initial low oxygen stress and ultra low oxygen storage. *Postharvest Biol. and Techol.* 27: 69-78.