

BAZI HASAT SONRASI UYGULAMALARIN
GRANNY SMITH ELMA ÇEŞİDİNDE
KABUK YANIĞI KONTROLÜ
ÜZERİNE ETKİSİ

Hesna Esin SAVRAN

Yüksek Lisans Tezi
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI
ISPARTA-2004

T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAZI HASAT SONRASI UYGULAMALARIN
GRANNY SMITH ELMA ÇEŞİDİNDE
KABUK YANIĞI KONTROLÜ
ÜZERİNE ETKİSİ

Hesna Esin SAVRAN

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Ali KOYUNCU

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

ISPARTA-2004

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü' ne

Bu çalışma jürimiz tarafından BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI' nda YÜKSEK LİSANS TEZ' i olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mehmet Atilla AŞKIN

Üye : Doç. Dr. Mehmet Ali KOYUNCU

Üye : Prof. Dr. Aynur Gül KARAHAN

ONAY

Bu tez 21/01/2004 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

..../..../2004
Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
2.1. Kabuk yanığının oluşum mekanizması	4
2.2. Elmalarda kabuk yanığını önlemeye yönelik uygulamalar	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Materyal	13
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Hasat sonrası uygulamaları	13
3.2.1.1. Isı + bitkisel yağ uygulaması	14
3.2.1.2. Etanol buharı + ısı uygulaması	14
3.2.1.3. Lovastatin uygulaması	14
3.2.1.4. Difenilamin uygulaması	14
3.2.1.5. Kontrol uygulaması	15
3.2.2. Yapılan analizler	15
3.2.2.1. Ağırlık kaybının belirlenmesi	15
3.2.2.2. Meyve kabuk renginin belirlenmesi	15
3.2.2.3. Meyve eti sertliğinin belirlenmesi	16
3.2.2.4. Suda çözünen kuru madde içeriğinin belirlenmesi	16
3.2.2.5. Titre edilebilir asitlik miktarının belirlenmesi	16
3.2.2.6. Kabuk yanığı değerlendirilmesi	16
3.2.2.7. α -Farnesen miktarının tespiti	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	18
4.1. Uygulamaların ağırlık kaybı üzerine etkisi	18

4.2. Uygulamaların meyve eti sertliği üzerine etkisi	19
4.3. Uygulamaların suda çözüdür kuru madde içeriği üzerine etkisi	22
4.4. Uygulamaların pH ve titre edilebilir asitlik miktarı üzerine etkisi ..	23
4.5. Uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkisi	24
4.6. Uygulamaların kabuk yanığı kontrolü üzerine etkisi	27
4.7. Kabuk yanığı oluşumu ile α -farnesen miktarı arasındaki ilişki	31
5. SONUÇ	39
6. KAYNAKLAR DİZİNİ	45
EK	50
ÖZGEÇMİŞ	51

ÖZET

Bu araştırmada, elma üretimi ve soğuk depo varlığı bakımından Türkiye' nin önemli bir merkezi olan Isparta' da yetiştirilen Granny Smith elma çeşidinde önemli kalite kayıplarına neden olan kabuk yanığı'nın kontrol edilmesi üzerine değişik uygulamaların etkisi incelenmiştir.

Kabuk yanığını kontrol etmek için, uzun süredir kullanılan ve bu konuda etkili olan DPA (difenilamin) uygulamasının insan sağlığını tehdit eden niteliği sebebiyle gelecekte kullanılması mümkün görülmemektedir. O yüzden, bu konuda daha etkili ve güvenilir yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bunların içinde ısı uygulaması, etanol buharı uygulaması, bitkisel yağ uygulaması ve lovastatin uygulaması; üzerinde en fazla çalışılan yöntemlerdir. Bu sebeple, muhafaza süresince kabuk yanığı kontrolünün daha iyi yapılabilmesi ve meyve kalitesinin daha iyi muhafaza edilebilmesi amacıyla bu çalışmada yöntemler kombine edilerek kullanılmıştır. Isı uygulaması, bitkisel yağ uygulamasıyla; etanol buharı uygulaması, ısı uygulamasıyla kombine edilmiştir. Bitkisel yağ ile emülsiyon halinde meyveye uygulanan lovastatin, kabuk yanığını kontrol eden ve meyve kalitesini koruyan en etkili madde olmuştur. 6 aylık muhafaza sonrasında kontrol örneklerinde 1.67 yoğunluğunda % 92 kabuk yanığı oluşumu görülürken, lovastatin uygulamasında 0.08 yoğunluğunda % 8' lik kabuk yanığı oluşumuna rastlanmıştır. Etanol buharı + ısı uygulamasınınsa 0.42 yoğunluklu % 42 kabuk yanığı oluşturan meyveler vererek DPA ile aynı ölçüde etkili olduğu bulunmuştur.

Bu çalışmada ayrıca, kabuk yanığı oluşumuna sebep olduğu düşünölen α -farnesen isimli uçucu bir maddenin meyve kabuğunda sentezlenen miktarıyla bozukluğun oluşumu arasındaki ilişki de uygulamalar bazında ele alınmıştır. Muhafaza süresince uygulama ve kontrol örneklerinde görölen kabuk yanığı oluşumunun α -farnesen miktarındaki azalmayla paralel gittiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elma, Granny Smith, kabuk yanığı, lovastatin

ABSTRACT

The aim of this research was to determine the effects of several treatments on superficial scald of Granny Smith apple cultivar grown in Isparta where is an important apple production center of Turkey.

DPA has been used to inhibit the scald for along time and it is effective on this disorder. But using of DPA will not be possible in the future because of detrimental effect on human health. Alternative methods to DPA have been developed. These involves heat treatment, ethanol vapor treatment, plant oil treatment and lovastatin treatment. These methods needn' t expensive technologies. Therefore, heat tretment was used with plant oil treatment and ethanol vapor treatment was used with heat treatment to increase their effectiveness in this study. The most effective method was lovastatin treated with plant oil. It also protected fruit quality during cold storage. While control fruits showed 92 % of scald incidence with 1.67 of scald intensity, these values were 8 % and 0.08 in lovastatin applied fruits, 42 % and 0.42 in ethanol vapor + heat applied fruits, respectively. The treatment of ethanol vapor + heat gave approximately same values with DPA treatment.

In addition, this research evaluated the relationship between scald incidence % and the amount of α -farnesene synthesized in fruit skin in all treatments. Scald incidence % increased as α -farnesene decreased in all samples during storage.

Keywords: Apple, Granny Smith, superficial scald, lovastatin

TEŞEKKÜR

Soğukta muhafazanın doğal uygulamalarla kombine edilerek yapılması gerektiğine inanıyorum. “Bazı Hasat Sonrası Uygulamaların Granny Smith Elma Çeşidinde Kabuk Yanığı Kontrolü Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışmanın da bunu savunduğu kanaatindeyim. Bu yüzden, yüksek lisans tezi konusu seçiminde beni yönlendiren ve her konuda büyük desteğini gördüğüm danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Mehmet Ali Koyuncu’ ya içten saygılarımı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez projesini mali yönden destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi’ ne, laboratuvar çalışmaları sırasında yardımlarını gördüğüm bölümümüz Yüksek Lisans Öğrencisi Özgür Çağatay’ a ve Süleyman Demirel Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı çalışanlarına ayrıca teşekkür ediyorum. Fakültemiz Araştırma Görevlilerine, Yüksek Lisans Öğrencilerine ve bütün çalışanlarına saygılarımı sunuyorum.

Çalışmalarımı destekleyici ve yönlendirici tutumlarıyla, her zaman yanımda olduklarını bildiğim Sayın Saracoğlu Soğutma Tesisleri Ltd. Şti. Çalışanları’ na ve aileme şükranlarımı sunuyorum.

Çalışmanın elma muhafazası konusunda kaliteyi amaçlayan Soğuk Hava Deposu İşletmelerine faydalı olacağı inancındayım.

Hesna Esin Savran

Isparta, 2004

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa no
Şekil 4.1. Kromatografik ve spektrofotometrik yöntemle tespit edilen α -farnesen miktarının karşılaştırılması	33
Şekil 4.2. DPA uygulanan meyvelerle kontrol olarak alınan örneklerde kabuk yanığı oluşumu ve α -farnesen miktarı arasındaki ilişki	34
Şekil 4.3. Lovastatin uygulanan örneklerde kabuk yanığı oluşumu ve α -farnesen miktarı arasındaki ilişki	35
Şekil 4.4. Etanol buharı + ısı uygulanan örneklerde kabuk yanığı oluşumu ve α -farnesen miktarı arasındaki ilişki	36
Şekil 4.5. Isı + bitkisel yağ uygulanan örneklerde kabuk yanığı oluşumu ve α -farnesen miktarı arasındaki ilişki	37
Şekil 5. Uygulama yapılan elmaların depolama sonundaki görünümleri	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa no
Çizelge 4.1. Hasat sonrası uygulamaların ağırlık kaybı (%) üzerine etkisi	18
Çizelge 4.2. Hasat sonrası uygulamaların meyve eti sertliği (kg/cm ²) üzerine etkisi	20
Çizelge 4.3. Hasat sonrası uygulamaların SÇKM içeriği (%) üzerine etkisi	22
Çizelge 4.4. Hasat sonrası uygulamaların pH ve titre edilebilir asitlik miktarı (g/L) üzerine etkisi	24
Çizelge 4.5. Hasat sonrası uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkisi	26
Çizelge 4.6. Hasat sonrası uygulamaların kabuk yanığı oluşumu üzerine etkisi	28
Çizelge 4.7. Hasat sonrası uygulamaların α -farnesen miktarı üzerine etkisi	32
Çizelge 4.8. Soğukta muhafazadan hemen sonra HPLC ile tespit edilen α -farnesen miktarı	38

1. GİRİŞ

Dünyada gıda üretimi bakımından kendine yetebilen ülkelerden biri olarak değerlendirilen Türkiye, meyve ve sebze üretiminde de dünyanın sayılı ülkelerinden birisidir. Nitekim, 2.500.000 ton olan elma üretimiyle, dünya elma üretiminin % 4.3' ünü karşılamaktadır ve dünyadaki 3. büyük elma üreticisidir. Bu üretimin % 20' si Isparta' da gerçekleştirilmektedir. Üretim bu denli yüksek olmasına karşın, elma ihracatının % 0.86 gibi oldukça düşük bir oranda gerçekleştiği görülmektedir. Şili' de üretilen elmanın % 54' ü, Fransa' da ise % 32' si ihraç edilmektedir (Anonim, 2001). Ülkemizin elma ihracatının bu kadar düşük olmasına sebep olarak pek çok faktör sayılabilmektedir. Bunların başında, elma üretiminde standardizasyona geçilememesi ve elmanın üretiminden tüketimine kadar gerçekleşen miktar ve kalitedeki kayıpların yüksek oluşu gösterilmektedir (Gündüz, 1997). Hasat sonrasında gerçekleşen bu kayıpların % 25' ler seviyesinde olduğu tahmin edilmekte, bunların bir kısmını da fizyolojik bozukluklar oluşturmaktadır (Karaçalı, 2002).

Kabuk yanığı başta Granny Smith olmak üzere McIntosh, Cortland, Law Rome, Rome Beauty, Stayman, Winesap, Idared, Fuji ve Delicious elma çeşitlerinde yaygın olarak görülen bir bozukluktur. Depolama sırasında ve sonrasında başlangıçta kabukta kahverengileşme şeklinde ortaya çıkan, daha sonra kabuk altındaki meyve etine de nüfuz ederek mantar gelişimine açık bölgeler yaratan bir fizyolojiye sahiptir (Bramlage, 1988). Bozukluk meyvenin pazar değerinin düşmesine neden olmakta, kabuk yanığı oluşturan elmaların meyve suyuna işlenmesi en yararlı uygulama olarak görülmektedir (Paliyath vd., 1997). Bu sebeple, kayıpların en aza indirilmesi için kabuk yanığı oluşum mekanizmasının bilinmesi ve bu mekanizmayı etkileyen faktörlerin optimal koşullarda tutulması önem taşımaktadır.

Hasat edilen ürünler normal hayat belirtileri göstermeye devam etmekle birlikte, belirli koşullarda ve bir süre sonra gözle görülebilir bozukluklar göstermeye başlamaktadırlar. Patojenlerin etkili olmadığı, derim öncesi ve derim sonrası koşullar ile çeşitlerin genotipi ve ekolojik faktörlerden kaynaklanan bu bozukluklar fizyolojik bozukluk adını almaktadır (Karaçalı, 2002). Tanımdan anlaşılacağı gibi kabuk

yanığına etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Kabuk yanığı; çeşit, hava koşulları, olgunluk ve meyve iriliği gibi faktörlerden etkilenmektedir (Snowdon, 1990; Karaçalı, 2002). Olgunlaşma döneminde 10°C' nin altında geçen sürenin artması, bozukluğun azalmasını sağlamaktadır (Thomai vd., 1998; Diamantidis vd., 2002; Karaçalı, 2002). Kontrol altında tutulması için, öncelikle bozukluğa dirençli çeşitlerin yetiştirilmesi, meyvelerin iyi renklenmesini sağlayıcı işlemlerin yapılması, meyvenin zamanında hasat edilmesi ve kısa zamanda soğuk depoya konulması tavsiye edilmektedir (Karaçalı, 2002). Ayrıca hasat öncesinde ağaçlara yazlık yağ (Williams vd., 1996), ReTain (AVG; amino etoksi vinilglisin) (Mir vd., 1999a) ve Ca sprey materyallerinin (Raese ve Drake, 2000) uygulanması bozukluğu önlemede etkili olmuştur.

Kabuk yanığını kontrol etmek amacıyla yapılacak derim sonrası uygulamaları için kabuk yanığının gelişim aşamalarının iyi bilinmesi gerekmektedir. Derimden sonraki ilk 6-8 haftalık dönem, kabuk yanığı gelişmemesine rağmen, meyvede kabuk yanığı olacağına dair değişimlerin meydana geldiği dönemdir. Sonraki 5-8 haftalık dönem, hala gözle görülmemesine rağmen kabuk yanığının uzun süre önlenemediği, değişimlerin devam ettiği dönemdir. Geri kalan depolama dönemi, kabuk yanığının hafifçe görülebildiği dönemdir. Ve depolamadan sonraki dönem; kabuk yanığının hızla geliştiği dönemdir. Bu yüzden derim sonrası ilk 6-8 hafta, kabuk yanığı kontrol metodlarını uygulamak için önemlidir (Bramlage, 1988). Matich vd. (1998) bu kritik dönemin, hasattan sonraki ilk 28-42 gün olduğunu aktarmaktadır.

Son yıllarda, kontrollü atmosferli (KA) depolama ile depo atmosferinde yüksek CO₂ ve düşük O₂ konsantrasyonları sağlanarak kabuk yanığı kontrol edilebilmiştir (Thompson, 1998; Wang ve Dilley, 2000a; Zanella, 2003). Ancak Türkiye' de KA depo sayısı yok denecek kadar az olduğu için kabuk yanığını önlemeye yönelik diğer uygulamalar önem taşımaktadır. DPA (difenilamin) ve etoksiquin gibi kimyasalların kullanımı kalıntı bırakma problemleri doğurduğu için, insanlar alternatif arayışlara yönelmişlerdir. Isı uygulaması, etanol buharı uygulaması ve lovastatin uygulaması kabuk yanığını önlemeye yönelik uluslararası çalışmalara konu olmuştur. Bu

uygulamaların değişik kombinasyonlarının Türkiye’ de yetiştirilen kabuk yanığına hassas elma çeşitlerine uygulanması önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, Granny Smith elma çeşidinde kabuk yanığını önlemeye yönelik uygulamalar geliştirmektir. Bu amaçla, elmalarda kabuk yanığını önlemek için ön plana çıkmış ve insan sağlığını tehdit etmeyen değişik uygulamaların farklı kombinasyonlarından yararlanılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kabuk yanığının oluşum mekanizması

Kabuk yanığı, elma ve armutlarda soğukta depolama sırasında gelişme gösteren fizyolojik bir bozukluktur. Bu bozukluğa olan duyarlılık çeşide göre değişim göstermektedir. Bozukluğa duyarlı bir çeşit olan Granny Smith' in dünya çapında yetiştirilmeye başlanmasıyla, kabuk yanığına olan ilgi de artmaya başlamıştır (Bramlage, 1988). 1950' lerden bu yana, bu fizyolojik bozukluğun oluşum mekanizmasının bilinmesi ve bu mekanizmayı etkileyen faktörlerin optimal koşullarda tutulması amacıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır. Kabuk yanığının hasat öncesi ve hasat sonrası birçok sebebi olmakla birlikte, bozukluğun fizyolojik temelini daha iyi anlaşılması, kimyasal olmayan kontrol stratejilerinin geliştirilmesinde yardımcı olacaktır.

Kabuk yanığının oluşum mekanizması, meyvenin solunum sonucunda açığa çıkan bazı gaz ve buharların elma dokularında birikmesine dayandırılmıştır (Allen, 1951). Elma meyve kabuğunda α -farnesen adı verilen, büyük bir kısmı meyveden evapore olabilen, seskiterpen hidrokarbon yapıdaki uçucu maddenin tespitinden sonra, α -farnesen birikimi ve kabuk yanığı gelişimi arasındaki ilişki araştırılmaya başlanmıştır. Meyve kabuğundaki α -farnesen sentezinin elmalardaki kabuk yanığı gelişimiyle direkt ilgili olduğu bulunmuştur (Ju ve Curry, 2000a). Elma kabuğundaki mum tabakasının bir bileşeni olan α -farnesen, depolama süresi uzadıkça önce evapore olamayan ve hücrelere toksik etkide bulunan, konjuge trien olarak adlandırılan bir bileşik grubuna sonra da MHO (6-Methyl-5-hepten-2-one) ve diğer tanımlanamayan ürünlere okside olmaktadır. Bu konjuge trienler hücrelere zarar vermekte ve onların ölümüne neden olmaktadır. Böylece hücreler kahverengi-siyah renk almakta ve çukurlaşmakta, meyve pazarlanamaz hale gelmektedir (Bramlage, 1988; Rupasinghe vd., 1998; Mir vd., 1999b; Alwan ve Watkins, 1999; Rupasinghe vd., 2000).

Kabuk yanığının bir düşük sıcaklık zararı olabileceği ve bu görüşün α -farnesen hipoteziyle güçlü bir ilişki gösterdiği ortaya konulmuştur. Yine de kabuk yanığı gelişimine dair hipotez, α -farnesen ve onun oksidasyonuna odaklanmıştır. Bu hipoteze dayanılarak kabuk yanığı birçok yolla kontrol edilebilir: (1) α -farnesen üretiminin azaltılması; (2) α -farnesen oksidasyonu ile ilgili kimyasal reaksiyonların önlenmesi; (3) α -farnesen oksidasyon ürünlerinin zararlı etkilerine karşı meyve dokusunun direncinin artırılması (Alwan ve Watkins, 1999). Bozukluğun kontrol edilmesine yönelik her bir uygulamanın etki mekanizması bu hipoteze göre açıklanmaya çalışılmaktadır.

2.2. Elmalarda kabuk yanığını önlemeye yönelik uygulamalar

Hidroksimetil koenzim A redüktaz (EK' te verildiği gibi, elma dokusunda α -farnesenin izoprenoid izyoluyla oluşumu sırasında bu olayı düzenleyen anahtar enzim) inhibitörü olan ve aynı zamanda insanlarda kolesterol düşürücü bir madde olarak da kullanılan lovastatin direkt olarak α -farnesenin sentezini inhibe etmektedir. Ju ve Curry (2000b), 1.25 mmol/L lovastatin uygulanan Golden Supreme elma çeşidinin 20°C' de 30 gün depolanması halinde meyvede α -farnesen üretiminin tamamen önlenemediğini bildirmiştir.

Yine aynı araştırmacılar yaptıkları bir başka çalışmada, Granny Smith elma çeşidine yine aynı konsantrasyonda lovastatin uygulanması ve meyvenin 0°C' de 6 ay muhafaza edilmesi halinde, meyvedeki α -farnesen sentezinin azaltıldığını ve kabuk yanığının tespit edilmediğini bildirmişlerdir. α -Farnesen sentezinin lovastatinle tamamen önlenemeyişi, lovastatinin düşük sıcaklıklarda meyve tarafından istenildiği gibi absorbe edilememesine ve uzun süre havayla temas ettiği için bileşiğin etkinliğinin azalmasına dayandırılabilir (Ju ve Curry, 2000a).

AVG (Amino etoksi vinilglisin) ve 1-MCP (1-Metil siklo propen) gibi maddeler de etilen sentezini inhibe etme yoluyla α -farnesen sentezini etkilemektedirler. Meyvede α -farnesenin ve etilenin oluşum mekanizmaları birbirinden bağımsız izyollarıyla

gerçekleşmesine rağmen, meyvede α -farnesen üretimi içsel etilen üretimine bağlıdır (Ju ve Curry, 2000c; Golding vd., 2001).

Lovastatin bu maddelerden farklı olarak, meyvede etilen üretimini etkilemeksizin direkt olarak α -farnesen üretimini inhibe etmektedir. AVG uygulamasının meyvedeki α -farnesen miktarını tespit edilemeyen düzeylerde tuttuğu ve kabuk yanığının tamamen kontrol edildiği aktarılmaktadır (Ju ve Curry, 2000b).

Cortland ve Empire elma çeşitlerine 0.6 μ L/L konsantrasyonda 3 saat 1-MCP uygulamasının, 0-1°C' de 4 ay soğuk havada depolama sonrasında meyvede kabuk yanığı oluşumunu önemli düzeyde azalttığı görülmüştür. Aynı zamanda 1-MCP uygulanan meyvelerin daha sert kaldıkları gözlenmiştir (DeEll vd., 2002). Özellikle Granny Smith gibi elmalarda pazar değerinin düşmesine neden olan klorofil parçalanmasını da geciktirdiği bildirilmiştir (Zanella, 2003).

Kabuk yanığını kontrol etmek amacıyla kullanılan yağ uygulaması da meyvede etilen üretimini önleyerek α -farnesen üretiminin önlenmesinde etkili olmaktadır. Bu uygulama, etilen tarafından düzenlenen olgunlaşma ve yaşlanma gibi olayları geciktirerek etki etmektedir. (Ju ve Curry, 2000d).

Yağ uygulamasının diğer bir etkisinin de, α -farneseni oksidasyondan korumasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir. Artık geleneksel bir uygulama olduğuna inanılan, meyvelerin yağlı kağıtlara sarılmasının, meyvenin ürettiği gazları absorbe ederek böyle bir etkisi olabilir (Allen, 1951).

Teorik olarak kabuk yanığı gelişimi iki önemli faktörden etkilenmektedir. Bunlar meyve kabuğundaki oksidatif basınç ve meyvenin kendine özgü savunma mekanizmasının kapasitesidir. Uygulanan nötral lipidler, meyve yüzeyinde ilave bir oksijen geçirmeyen tabaka oluşturmakta ve meyve kabuğundaki oksijen kısmi basıncını azaltarak meyve kütikulasının geçirgenliğini azaltmakta ve oksijenin α -farnesene ulaşmasını engellemektedir (Ju vd., 2000).

Ayrıca yağ uygulamasının α -farnesenin oksidasyon ürünlerinin zararlı etkilerine karşı meyve dokusunun direncini artırdığı düşünülmektedir. Lipidlerin meyveye uygulanması, meyve kütikulasında bulunan ve α -farnesenin oksijenle temas etmesini önleyen nötral lipidler ve fosfolipidlerin konsantrasyonunu artırmıştır. Meyve kütikulasındaki böyle bir korumanın delili, kimyasal yapısı stabil olmayan ve oksijen varlığında kolayca okside olabilen α -farnesenin meyve kütikulasındaki oksidasyonunun çok yavaş gerçekleşmesidir. Elmalarda α -farnesen birikiminde önemli bir azalmanın olması genellikle 2-3 ayda olmaktadır. Bu meyve kütikulasında α -farneseni hemen okside olmaktan koruyan bir faktör olduğunu göstermektedir. Meyve olgunlaşması sırasında artış gösteren uzun zincirli serbest yağ asitleri ve serbest alkollerin böyle bir koruyucu etki gösterebileceği ileri sürülmektedir. Nötral lipidler ve fosfolipidler aynı zamanda membranları stabilize edebilmekte ve hücre yaşlanmasını geciktirebilmektedir. Ayrıca membranlarda artan nötral lipidlerin meyve kabuğundaki hücrelerin soğuğa duyarlılığını azaltabileceği düşüncesi, kabuk yanığının elmalardaki düşük sıcaklık zararıyla doğrudan ilişkili olduğu düşüncesiyle örtüşmektedir (Ju vd., 2000).

Bütün bu etki mekanizmalarının aydınlatılması amacıyla yürütülen çalışmalarda çeşitli lipidler bileşen olarak veya bizzat kendileri elmaya uygulanmıştır. Ticari bitkisel yağlarla (kanola, palm, yarfıstığı, ayçiçek yağı ve sofralık yağ) kaplandıktan sonra 4 ay soğukta depolanmış Granny Smith meyvelerinde kabuk yanığı oldukça az gözükmiştir. Depolama sonrasında görülen bozukluğun yoğunluğunun uygulanan yağın damla sayısı ile ilgili olduğu ortaya çıkmıştır. İki damla (yaklaşık 25 mg) yağın bile kabuk yanığının yoğunluğu üzerinde önemli etkilere sahip olduğu görülmüştür. Uygulanan bütün yağlar kabuk yanığını azaltmada aynı etkiyi göstermiştir. Sofralık yağ ve palm yağı uygulandığı meyveye oldukça yağlı bir görünüm kazandırdığı için; kanola, yarfıstığı ve ayçiçek yağlarının ticari olarak kabuk yanığını kontrol etmede kullanılabilecekleri ortaya konulmuştur (Scott vd., 1995a).

Mono-, di-, triaçilgliseroller gibi nötral lipidler ve fosfolipidlerin uygulandığı Delicious elmalarında kabuk yanığı, DPA uygulaması sonuçlarıyla aynı düzeyde kalmıştır. Bir yağ bileşeni olan α -tokoferolün % 0.5-3.0 (w/v) konsantrasyonda

kabuk yanığı artırdığı görülmüştür. α -Tokoferol düzeyi % 4' ün altına indirilmiş olan bitkisel yağların uygulanması, 6 aylık soğuk depolama sonrasında kabuk yanığı oluşumunu % 6-9 seviyelerine indirirken, α -tokoferolu uzaklaştırılmamış bitkisel yağlar bu oluşumu yaklaşık olarak % 15-20' ler seviyesinde tutmuştur (Ju vd., 2000).

α -Tokoferol miktarı 5 mg/kg' dan daha aza indirilmiş mısır yağı uygulanan Granny Smith elma çeşidinde 6 ay soğukta muhafaza sonrasında kabuk yanığı görülmemiştir. Yağ uygulanan meyvenin daha yeşil ve daha sert kaldığı ve titre edilebilir asitlik oranının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı çalışmada, % 10' luk yağ uygulamasının öz kararması olarak adlandırılan bir düşük sıcaklık zararlanmasını da önlediği belirlenmiştir (Ju ve Curry, 2000d).

Kabuk yanığının kontrolü amacıyla yapılan ısı uygulamalarının (depolama öncesinde bir kez ve depolama sırasında periyodik olarak), olgunlaşmayı hızlandırarak meyve dokusunun direncini artırdığı ve böylece kabuk yanığını kontrol ettiği ileri sürülmektedir. Geç hasat edilen, olgunlaşması ilerleyen meyvelerde kabuk yanığının daha az görülmesi bu görüşü desteklemektedir (Alwan ve Watkins, 1999).

Meyve dokusunun ısı uygulamasıyla nasıl direnç kazandığı konusunda diğer bir görüş de şöyledir: Isı uygulaması sırasında elmalar her gün nem içeriklerinin yaklaşık olarak % 0.5' ini kaybetmektedirler. Bu transpirasyon, kütle akışıyla hareket eden Ca gibi iyonların meyve dokusunun dış tabakalarında birikmesine neden olmaktadır. Isıtılan elmaların epidermal hücrelerinde tespit edilen yüksek düzeydeki Ca, ısı uygulamasının meyve dokusuna direnç kazandırarak, kabuk yanığını azalttığı görüşünü destekler niteliktedir (Lurie vd., 1996).

Klein ve Lurie (1994), membran geçirgenliğinin ısıtma ile geçici olarak değiştirilebildiğini bildirmişlerdir. Isıtma uygulamaları, üşüme sırasında biriken toksik maddelerin (α -farnesen gibi) bu şekilde uzaklaştırılmasına izin vermektedir. Böylece α -farnesen ve konjuge trienlerin meyve dokusunda birikmesi yavaşlatılmaktadır.

Lurie vd. (1991), depolama öncesinde 38°C' de 4 gün yapılan ısı uygulamasının tek başına kabuk yanığını önlemede yetersiz kaldığını, Granny Smith elma çeşidinin bu şekilde sadece 3 ay soğukta muhafaza edilebildiğini ortaya koymuşlardır. Bu uygulama, daha düşük konsantrasyonda bir antioksidan uygulamasıyla kombine edildiğinde daha uzun süre kabuk yanığı görülmeden meyvenin muhafaza edilebileceğini akla getirmektedir. Klein ve Lurie (1994), 38°C' de 3 gün ısı uygulaması sonrasında meyvelerin CaCl₂' e daldırılması sonucunda kabuk yanığının önlenmesi bakımından Lurie vd. (1991)' ne göre daha olumlu sonuçlar almışlardır.

Depolama sırasında belirli aralıklarla yapılan ısı uygulamaları sonrası kabuk yanığı oluşumunun çeşide göre değiştiği gösterilmiştir. 4 ay boyunca haftada bir 20°C' de 24 saat ısıtılan Cortland ve Delicious elma çeşitlerinde uygulamanın DPA uygulamasından daha az etkili olduğu, Law Rome elma çeşidinde ise DPA' den daha etkili olduğu bulunmuştur (Alwan ve Watkins, 1999).

Watkins vd. (2000), belirli sürelerle (0-27 gün) soğukta depolandıktan sonra 20°C' de bekletilen (0-9 gün) elmalar içerisinde sadece Granny Smith elma çeşidinde kabuk yanığının ticari olarak kabul edilebilir düzeyde azaldığını saptamışlardır. Bu çeşit için bile ısıtma işlemine karşı meyvenin gösterdiği tepki yetiştirildiği bölgeye göre değişim göstermektedir. Isıtmaya karşı çeşitler ve yetiştirme bölgesine göre gözlenen bu farklı tepkiler, elmalarda kütikuladaki uçucular ve bazı maddelerin konsantrasyonlarını etkileyen kabuk geçirgenliği ve mum tabakası kompozisyonu gibi faktörlere bağlanmıştır.

Depolama öncesi etanol buharı uygulaması da kabuk yanığının önlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Granny Smith elmasında 3 g/kg etanol uygulamasının, depolamanın 4 ayına kadar kabuk yanığı gelişimini bloke ettiği bildirilmiştir. Depolama boyunca etanolün kabuk hücrelerindeki farnesen birikimini ve oksidasyonunu engellediği görülmüştür. Bir başka çalışmada, etanol buharının Law Rome elmalarındaki uçucuların bir kısmının üretimini sınırladığı aktarılmaktadır (Chervin vd., 2001).

Etanol bitkilerde iz miktarlarda zaten bulunmaktadır. Anaerobik koşullar ve diğer stres koşulları onun meyvede birikmesine neden olmaktadır (Scott vd., 1995b). KA depolama başlangıcında ILOS (Initial Low Oxygen Stress) uygulaması da etanol üretimini teşvik ederek ve α -farnesen sentezini ve onun MHO (6-Methyl-5-hepten-2-one)' ya oksidasyonunu önleyerek kabuk yanığını kontrol etmektedir. Meyvelerin içinde bulunduğu atmosferdeki etanolün artışı, meyvelerdeki içsel etanol üretimini artıran bir diğer olaydır. Böylece elmaların etanol buharına geçici olarak maruz bırakılması, kabuk yanığını azaltmada kalıtsal bir etki yapmaktadır (Wang ve Dilley, 2000a).

Literatürde, etanol buharı uygulaması sonrasında, ILOS uygulaması sonrası oluşan içsel etanol üretimi ile benzer sonuçlar bulunduğu kaydedilmektedir. Kabuk yanığının düşük O₂ uygulaması ile önlenmesi, bu uygulama ile meyvedeki etanol üretiminin artmasına bağlanmıştır (Simcic ve Hribar, 1999).

10°C' de 10 gün yapılan etanol buharı uygulamaları, bozukluğu önlemede etkili olmasına rağmen depolamanın 2. ayından sonra uygulama yapılan meyvelerde yüksek oranda bir içsel kararmaya rastlanmıştır (Simcic ve Hribar, 1999). Oksijenin belli bir seviyenin altına inmesiyle meydana gelen kararmanın, oluşan alkolün havalandırma ile uzaklaştırılma sonrası giderilebileceği bildirilmektedir (Karaçalı, 2002). Etanol buharı uygulaması sonrası görülen kararmaların da, ısı uygulaması gibi bir uygulamayla etanolün fazla miktarının meyveden uzaklaştırılması sonrasında önlenebileceği inancı mevcuttur.

0.5-1 g etanol/meyve uygulamasının 4 ay depolama sonrasında kabuk yanığını tamamen kontrol ettiği bildirilmektedir (Scott vd., 1995b). Başka bir çalışmada, 3-5 ayın üzerindeki depolama periyodunda etanol buharının kabuk yanığını kontrol etmede yeterli olmadığı ortaya konulmaktadır (Chervin vd., 2001).

Zanella (2003), etanol buharı uygulamalarının elmada kabuk yanığını kontrol etmedeki etkisinin bilinmesine rağmen, bu uygulamanın etki mekanizmasının tam olarak anlaşılammış olduğu görüşünü ortaya koymuştur.

Pek çok antioksidantın α -farnesenin oksidasyonunu azalttığı ve kabuk yanığını önlediği bilinmektedir. DPA (difenilamin) ve etoksiquin gibi amin tip antioksidantların CT (konjuge trien) oluşumunu azalttığı ve en etkili kabuk yanığı önleyiciler olduğu bulunmuştur (Bauchot ve John, 1996).

DPA α -farnesenin dokuda birikmesini etkilemeksizin α -farnesenin oksidasyonunu önlemekte ve depolama süresi boyunca etkinliğini göstermektedir (Lurie vd., 1991). Ancak kalıntı bırakması sebebiyle bu kimyasalın bir gıda maddesine uygulanmasına çevreci, üretici, ambalajcı ve tüketici kesimlerden oldukça büyük tepkiler gelmektedir (Zanella, 2003). Organik elma üretiminde gerçekleşen son yıllardaki artış da bu meyvenin depo ömrünün uzatılmasında ve kabuk yanığı gibi fizyolojik bozuklukların önlenmesinde DPA' e alternatif metodların geliştirilmesini desteklemektedir (Ju vd., 2000). Gıdalla uyumlu diğer antioksidantların kullanımı üzerinde çalışılan metodlardan birisidir. Antioksidantların kabuk yanığını önlemedeki etkinliği, kabuktaki α -farnesen içeriğine müdahale etmeksizin α -farnesenin konjuge trienlere otooksidasyonunu azaltmadaki yeteneklerine bağlıdır (Bauchot ve John, 1996).

Sukroz ester karboksimetil selüloz kaplamalardan biri olan Semperfresh' in DPA' in yüksek konsantrasyonlarından daha fazla kabuk yanığını azalttığı bildirilmiştir. Ayrıca bu kaplamalar, askorbik asit gibi antioksidantlarla kombine olarak uygulandıklarında da etkili olmuşlardır (Chellew ve Little, 1995).

Bahsedilen bütün bu uygulamalardan başka, ileri teknoloji gerektiren alçak basınç altında depolama ve KA depolama da kabuk yanığını kontrol etmek amacıyla kullanılmakta ve oldukça başarılı sonuçlar alınmaktadır (Thompson, 1998).

Golding vd. (2001)' ne göre, α -farnesen konsantrasyonunu belirleyen en önemli etmenler; çeşit, etilen ve kabuktur. Elma gibi klimakterik bir meyvede olgunlaşmadan yaşlanmaya kadar birçok olaydan etilenin sorumlu olduğu görülmektedir. Yüksek CO₂ ve düşük O₂ konsantrasyonlarındaki KA depolarda meyvenin uzun süre tutulması, meyvedeki etilen üretimini azaltmaktadır. Böylece

meyve kalitesindeki değişim yavaşlamakta ve kabuk yanığı gibi fizyolojik bozukluklar baskı altında tutulmaktadır (Zanella, 2003).

Daha önce bahsedildiği gibi, KA depolamanın ILOS gibi bir ön uygulamayla kombine edilerek, meyvenin çok düşük O₂ seviyesinde etanol üretimi teşvik edilmekte ve bu da kabuk yanığının önlenmesinde etkili bir araç olarak kullanılmaktadır (Wang ve Dilley, 2000a).

Amerika' nın kuzey bölgelerinde yetiştirilen Starkrimson Delicious elma çeşidinde % 0.7 O₂ ve % 1.0 CO₂' te depolamanın kabuk yanığını önlediği ortaya konulmuştur (Lau vd., 1998).

Alçak basınç altında depolamada ise α -farnesen alçak basınç altında ventilasyonla meyveden uzaklaştırılmaktadır. Aksi takdirde bu bileşik birikmekte ve atmosferik basınçlı havada depolanan meyvenin epikütikular mum tabakasında daha önce bildirilen bileşiklere parçalanmaktadır. Hasattan sonraki bir ay içerisinde alçak basınç koşullarına konulan meyvelerin hiçbirinde kabuk yanığı gözlenmemiştir (Wang ve Dilley, 2000b).

En son bahsedilen iki uygulamanın pahalı teknolojiler gerektirmesi sebebiyle kabuk yanığı kontrolünde diğer uygulamalar üzerinde yapılacak çalışmalar, Türkiye için daha uygulanabilir bir nitelik taşımaktadır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak, Isparta İli Eğirdir İlçesi' ndeki bir çiftçi bahçesinden 16.10.2002 tarihinde, MM106 üzerine aşılı 5 yaşlı ağaçlardan hasat edilen Granny Smith elma çeşidi kullanılmıştır. Derim zamanı tam çiçeklenmeden hasada kadar geçen gün sayısına, nişasta testine, meyve eti sertliğine ve suda çözümlü kuru madde (SÇKM) içeriğine bakılarak tespit edilmiştir (Koyuncu, 2000; Karaçalı, 2002). Ayrıca Eren vd. (2002)' nin Eğirdir yöresinde yetiştirilen Granny Smith elma çeşidi için verdiği optimum derim tarihi (15-20 Ekim) bu konuda belirleyici olmuştur.

Hasat edilen elmalar, hemen Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Hasat Sonrası Fizyolojisi Laboratuvarı' na getirilerek, plastik kasalar içerisinde 0°C sıcaklık ve % 90-95 nem içeren soğuk hava deposuna yerleştirilmişlerdir.

Her uygulamada 120 meyve kullanılmış ve deneme 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur.

3.2. Yöntem

Elmada kabuk yanığının önlenmesi amacıyla uzun süreden beri kullanılan ısı, etanol buharı ve bitkisel yağ uygulamaları; meyveye ayrı ayrı yapılan uygulamalardır. Bu çalışmada, muhafaza süresince kabuk yanığı kontrolünün daha iyi sağlanabilmesi ve meyve kalitesinin daha iyi muhafaza edilebilmesi amacıyla bu yöntemler kombine edilerek kullanılmıştır. Isı uygulaması, bitkisel yağ uygulamasıyla; etanol buharı uygulaması, ısı uygulamasıyla kombine edilerek kullanılmıştır.

3.2.1. Hasat sonrası uygulamalar

3.2.1.1. Isı + bitkisel yağ uygulaması

Lurie vd. (1991)' nin bildirdikleri gibi, meyveler 38°C sıcaklığa sahip odada 4 gün bekletilmişlerdir. Hızlı su kaybını önleyebilmek amacıyla plastik kasalar içerisindeki meyveler büyük plastik torbalara konulmuş ve torbaların ağzı belirli oranda açık bırakılmıştır. Oda neminin % 90 ± 5 ' te tutulabilmesi için elektrikli 3 L hacimli bir nemlendirici cihazdan yararlanılmıştır. Lurie vd. (1991)' nin bildirdiği şekilde yapılan ısı uygulaması sonrasında, her bir meyvenin yüzeyine 2 damla (~25 mg) ticari ayçiçek yağı damlatılarak bir tülbent yardımıyla yayılmıştır.

3.2.1.2. Etanol buharı + ısı uygulaması

Simcic ve Hribar (1999)' ın belirttiği gibi meyvelere 10°C' de 10 gün etanol buharı uygulaması yapılmıştır. Plastik kasalar içerisindeki meyveler plastik torbalara yerleştirilmiş, cam beher içerisindeki 100 mL % 95' lik etanol meyvelerin arasına yerleştirilmiş ve torbanın ağzı sıkıca kapatılarak uygulamaya geçilmiştir. Bu uygulama sonrasında meyveler 38°C' de 2 gün Lurie vd. (1991)' nin belirttikleri şekilde ısı uygulamasına maruz bırakılmışlardır.

3.2.1.3. Lovastatin uygulaması

Lovastatin önce kloroformda çözündürülerek ticari ayçiçek yağıyla seyreltilmiş ve 1.25 mol/L' lik bir çözelti hazırlanmıştır. Her bir meyveye 0.4 mL olacak şekilde, çözelti bir tülbent yardımıyla uygulanmıştır (Ju ve Curry, 2000b).

3.2.1.4. Difenilamin uygulaması

Diğer uygulamaların etkinliğinin karşılaştırılması amacıyla, meyveler Lurie vd. (1991)' nin bildirdikleri gibi 3000 ppm olarak hazırlanan DPA (% 31) çözeltisine 20 sn daldırılarak çıkartılmıştır. Bir müddet süzülmesi sağlanan meyveler soğuk depoya yerleştirilmiştir.

3.2.1.5. Kontrol uygulaması

Aynı miktardaki elma meyvesi hiçbir uygulama yapılmaksızın kontrol olarak kullanılmıştır.

Yapılan uygulamalar sonrasında meyveler yine plastik kasalar içerisinde belirtilen koşullardaki soğuk odaya yerleştirilmiş ve 6 ay muhafaza edilmişlerdir. Depolama süresince ayda bir depodan çıkartılan örneklerde aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Yapılan analizler

Her ay depodan çıkartılan örneklerde hemen ağırlık kaybı, meyve üst rengi, meyve eti sertliği, SÇKM içeriği, pH ve titre edilebilir asitlik değerleri belirlenmiştir. Depodan çıkartıldıktan sonra, 20°C' de 1 hafta tutulan örneklerde kabuk yanığı değerlendirmesi yapılarak α -farnesen miktarı tayin edilmiştir.

3.2.2.1. Ağırlık kaybının belirlenmesi

Ağırlık kaybı; 0.01 g hassasiyetteki terazi ile her ay, etiketlenen aynı elma örneklerinin tartılmasıyla % olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2. Meyve kabuk renginin belirlenmesi

Meyve üst rengi; CR-300 Model Minolta marka renk ölçer ile her ay aynı elma örneklerinin etiketlendikleri bölgelerden ölçüm alınarak; L*, a*, b* cinsinden belirlenmiştir. a* ve b* değerleri daha sonra, aşağıdaki formüller kullanılarak, rengin canlılık-matlığını ifade eden C* değerine ve rengin tonunu ifade eden h° değerine çevrilmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

$$h^\circ = \tan^{-1} \{b^*/a^*\}$$

3.2.2.3. Meyve eti sertliğinin belirlenmesi

Meyve eti sertliği; 11.1 mm' lik uç kullanılarak el penetrometresi ile meyvenin her iki yanağından, kg/cm² olarak belirlenmiştir (Koyuncu vd., 1997).

3.2.2.4. Suda çözüner kuru madde içeriğinin belirlenmesi

SÇKM içeriği; elmalar parçalanarak tülbentten süzölmüş ve elde edilen meyve suyu Atago marka dijital refraktometreye damlatılarak belirlenmiştir (Koyuncu vd., 2003).

3.2.2.5. Titre edilebilir asitlik miktarının belirlenmesi

Titre edilebilir asitlik; 10 mL meyve suyunun pH' sı 8.1' e gelinceye kadar 0.1 N NaOH ile titre edilmiş ve harcanan baz üzerinden malik asit cinsinden hesaplanmıştır (Koyuncu vd., 2003).

3.2.2.6. Kabuk yanığı değerlendirmesi

Kabuk yanığı değerlendirmesi; hem kabuk yanığı oluşum yüzdesi olarak hem de kabuk yanığı yoğunluğu olarak yapılmıştır.

Kabuk yanığı oluşum yüzdesi; bir uygulamadaki kabuk yanığı oluşturan meyvenin sayısı o uygulamadaki toplam meyve sayısına oranlanarak bulunmuştur (Ju ve Curry, 2000a).

Kabuk yanığı yoğunluğunun hesaplanmasında Ju ve Curry (2000a)' de bildirilen bir skala kullanılmıştır. Bu skalaya göre; 0 = Kabuk yanıksız, 1 = Yüzeyin % 1-10' unu kaplamış, 2 = % 11-33' ünü kaplamış, 3 = % 34-66' sını kaplamış, 4 = % 67-100' ünü kaplamış olarak, her bir meyvenin yüzeyindeki kabuk yanığı değerlendirilmiş ve her uygulamanın örneklerinin kendi içinde ortalaması alınarak kabuk yanığı yoğunluğu hesaplanmıştır. Ayrıca kabuk yanığı yoğunluğu, Lurie İndeksi (L.I.)' ne göre de değerlendirilmiştir (Simcic ve Hribar, 1999).

3.2.2.7. α -Farnesen miktarının tespiti

α -Farnesen miktarı; hem Lurie vd. (1991)' nin belirttiği gibi spektrofotometrik olarak, hem de sıvı kromatografisi (HPLC) ile (Rupasinghe vd., 1998) tespit edilmiştir. HPLC için α -farnesen standardı, Bedoukian Research (Amerika) firmasından sağlanmıştır.

Elmanın ekvator bölgesinden kabuk soyucu ile ince bir şerit (~ 2 mm) alınmış, bu kabuk şeritinden 1 cm çaplı diskler çıkartılmıştır. Her bir meyveden çıkartılan disklerden 5 tanesi alınarak hemen spektrofotometrik okuma için hazırlanmıştır. Geri kalan diskler, kilitli torbalara konularak -80°C' deki derin dondurucuda HPLC ile analiz anına dek muhafaza edilmişlerdir.

α -Farnesen miktarının spektrofotometrik tayini için; her bir meyveden alınan 5 disk 10 mL hekzana konularak, bir çalkalayıcıda 150 devir/dk (rpm)' da 5 dk oda sıcaklığında çalkalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Çözelti direkt olarak küvete doldurularak 232 nm' de okuma yapılmıştır. Shimadzu UV-1601 marka spektrofotometre ile bulunan sonuçlar, $\mu\text{mol}/\text{cm}^2$ cinsinden hesaplanmıştır.

α -Farnesen miktarının HPLC ile tayininde; daha önce hazırlanarak derin dondurucuya konulmuş olan 10 disk alınarak üzerine 10 mL hekzan ilave edilmiş, küçük cam şişeler içerisinde ağzı kapalı vaziyette, +4°C' de 24 saat bekletilmiştir. Ekstraktın 20 μL ' si alınarak HPLC cihazına enjekte edilmiştir. α -Farnesen tayini, bir pompa (LC-6AD) ve bir UV/VIS detektör ile donatılmış Shimadzu LC VP Marka HPLC aygıtında, Nükleosil 100-5 (250 mm x 4.6 mm ID, 5 μm) kolonda, 232 nm' de gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak % 100' lük asetonitril kullanılmış, 0.8 mL/dk akış hızında elma kabuk ekstraktındaki hekzanda çözünebilir α -farnesen tayin edilmiştir. Miktar, pik alanı ölçülerek $\mu\text{g}/\text{g}$ olarak hesaplanmıştır.

Sonuçlar SPSS paket programıyla istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ($P<0.05$) kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Uygulamaların ağırlık kaybı üzerine etkisi

Granny Smith elma çeşidinde kabuk yanığını kontrol etmek amacıyla yapılan hasat sonrası uygulamaların 6 ay 0°C’ de depolanan elmalarda ağırlık kayıpları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca bu parametre üzerine muhafaza süresinin etkisi de önemli olmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Hasat sonrası uygulamaların ağırlık kaybı (%) üzerine etkisi

Muhafaza süresi (aylar)	Uygulamalar					Ortalama
	Kontrol	DPA	Lovastatin	Isı + Bitkisel yağ	Etanol buharı + Isı	
1	0.495	0.605	0.165	0.337	0.450	0.410 f
2	0.804	0.854	0.339	0.595	0.741	0.667 e
3	1.113	1.289	0.565	0.795	1.065	0.965 d
4	1.435	1.648	0.753	1.031	1.353	1.244 c
5	1.764	2.030	0.949	1.263	1.689	1.539 b
6	2.057	2.324	1.131	1.437	1.982	1.786 a
Ortalama	1.278 b*	1.459 a	0.650 d	0.910 c	1.213 b	

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemsizdir.

Çizelge 4.1.’ de görülebileceği gibi, 6 aylık muhafaza sonrasında en fazla ağırlık kaybına uğrayan örnekler DPA uygulananlar olmuştur. Bu örneklerde görülen ağırlık kaybının kontrol örneklerinininkinden daha fazla olması dikkat çekicidir.

Lovastatin uygulaması meyvenin ağırlık kaybını en fazla sınırlandıran uygulama olarak görülmektedir. Meyvelerin muhafaza sonrasındaki ağırlık kaybını kontrolle kıyaslandığında yaklaşık olarak % 46 oranında azaltmıştır. Onu sırasıyla ısı + bitkisel yağ ve etanol buharı + ısı uygulamaları izlemiştir (Çizelge 4.1).

Bu çalışmada, ürünlerin hasat sonrasında başarılı şekilde muhafaza edilmesinde sınır değer olarak kabul edilen % 5’ lik ağırlık kaybı değeri (Karaçalı, 1997), kontrol uygulaması da dahil olmak üzere aşılmadığı için, bütün örneklerin bu açıdan başarılı bir şekilde muhafaza edildiği söylenebilmektedir.

Lovastatin ve ısı + bitkisel yağ uygulamalarının ağırlık kaybını sınırlandırmadaki dikkat çekici etkisinin, her iki uygulamada da var olan bitkisel yağdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Koyuncu ve Savran (2002)' a göre yağlar, özellikle meyvedeki su kaybını önlemek amacıyla bir kaplama olarak meyvenin yüzeyine uygulandıklarında hidrofobik bariyer özelliklerinden dolayı başarılı olmaktadır. Bariyer etkinliği için, meyve yüzeyine uygulanan maddenin konsantrasyonu anahtar faktördür. Konsantrasyon arttıkça, yağ asiti konsantrasyonunun da artması kaplamanın su buharı geçirgenliğini azaltmaktadır. Yani üründen su kaybı ve dolayısıyla da ağırlık kaybı engellenmektedir (Morillon vd., 2002). Bu da ağırlık kaybı bakımından en iyi sonucu veren iki uygulama arasındaki farkı açıklamaktadır. Lovastatin uygulamasında meyveye diğer uygulamadan daha fazla ayçiçek yağı uygulanmıştır. Ayrıca ayçiçek yağında diğer bitkisel yağlardan daha fazla bulunan palmitik ve stearik yağ asitlerinin en düşük su buharı geçirgenliğine sahip yağ asitleri oldukları bildirilmektedir (Morillon vd., 2002).

DPA uygulamasında ağırlık kaybının fazla olması, uygulama sırasında meyvenin sulu DPA çözeltisine daldırılmasıyla, meyvenin yüzeyinde bulunan mum tabakasının zarar görmüş olmasına dayandırılabilir. Nitekim, üründeki su kaybının büyük miktarı meyvenin kabuğunda bulunan kütikula tabakasından terleme ile gerçekleşmektedir. Kütikulanın en üstteki tabakasını oluşturan mum tabakası ise onun geçirgenliğinden sorumlu olan katmandır (Belding vd., 1998). Bu katmanın zarar görmesi, üründen su kaybının artmasına neden olacaktır.

4.2. Uygulamaların Meyve Eti Sertliği Üzerine Etkisi

Granny Smith elma çeşidine kabuk yanığını kontrol etmek amacıyla yapılan uygulamaların ve muhafaza süresinin meyve eti sertliği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli olmuştur. Meyve eti sertliği kontrol dışındaki diğer uygulama yapılan bütün örneklerde muhafaza sırasında dalgalanmalar göstermekle birlikte, 6 aylık muhafaza sonunda örneklerin hepsinde başlangıca göre bir düşme göstermiştir (Çizelge 4.2). Bu sonuç literatür ile uyumlu bulunmuştur (Klein ve Lurie, 1994; Alwan ve Watkins, 1999; Ju ve Curry, 2000d; Watkins vd., 2000).

Çizelge 4.2. Hasat sonrası uygulamaların meyve eti sertliği (kg/cm²) üzerine etkisi

Muhafaza süresi (aylar)	Uygulamalar					Ortalama
	Kontrol	DPA	Lovastatin	Isı + Bitkisel yağ	Etanol buharı + Isı	
0	7.383	7.383	7.383	7.383	7.383	7.383 a
1	7.087	7.142	6.849	6.761	6.820	6.932 b
2	7.034	6.889	7.513	7.410	7.721	7.314 a
3	6.878	7.088	7.606	7.044	7.890	7.301 a
4	6.393	6.219	7.000	7.147	7.482	6.848 b
5	5.900	6.148	7.428	7.307	7.290	6.814 b
6	5.690	6.106	6.540	6.841	7.152	6.466 c
Ortalama	6.624 c*	6.711 c	7.188 ab	7.128 b	7.391 a	

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemsizdir

Depolamanın sonunda sertliğini en iyi şekilde muhafaza eden örnekler etanol buharı + ısı uygulananlar (7.152 kg/cm²) olurken, onu sırasıyla ısı + bitkisel yağ (6.841 kg/cm²) ve lovastatin (6.540 kg/cm²) uygulananlar izlemiştir. Muhafazanın bitiminde meyve eti sertliği bakımından en fazla kayıp kontrol ve DPA uygulaması örneklerinde görülse de, aslında bütün örnekler depolama sonunda meyve eti sertliği bakımından oldukça iyi durumda bulunmuştur. Yine de en fazla yumuşama kontrol grubu örneklerde bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Literatürde etanol buharı uygulamasının meyve eti sertliği üzerine etkisinden bahsedilmemekle birlikte, mevcut çalışmada bu uygulama ısı uygulamasıyla kombine edildiği için ısı uygulamasının meyve eti sertliği üzerine olumlu etkilerinin görülmesi söz konusudur. Klein ve Lurie (1994), Grand Alexander elma çeşidini önce 38°C' de 3 gün bekletmişler ve 0°C' de 5 ay depolamışlardır. Çalışmada, meyve eti sertliğinin başlangıca (65 N) kıyasla, ısı uygulaması (46.5 N) ile kontrolden (44.8 N) daha iyi korunduğunu bulmuşlardır. Bu çalışmada, meyveye ısı uygulanmadan önce uygulanan etanol buharı meyve eti sertliği bakımından daha iyi sonuçlar alınmasını sağlamıştır (Çizelge 4.2). Watkins vd. (2000)' nin araştırma sonuçları da bunu desteklemektedir. Nitekim, Granny Smith çeşidi elmaları 3, 6 ve 9 gün 20°C' de beklettikten sonra 5 ay 0°C' de muhafaza etmişler ve depolama sonunda meyve eti sertliğinin başlangıca (85 N) kıyasla, kontrol örneklerinde (76 N) ısı uygulaması yapılan örneklerden (71-72 N) daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Isı + bitkisel yağ uygulaması sonucunda bulunan meyve eti sertliği değerlerinin daha önce bulunan ısı uygulaması sonuçlarından (Klein ve Lurie, 1994; Watkins vd., 2000) daha iyi olması, bu uygulamanın bitkisel yağ uygulamasıyla kombine edilmesine bağlanabilir. Ju ve Curry (2000d), Granny Smith elma çeşidine mısır yağı (α -tokoferol içeriği < 5 mg/kg) uyguladıkları çalışmalarında, 8 ay 0°C' de muhafaza ve 20°C' de 7 gün sonrasında meyve eti sertliğinin başlangıca (87.2 N) kıyasla, yağ uygulananlarda (73.8 N) DPA uygulananlardan (58.9 N) ve kontrol örneklerinden (52.1 N) daha iyi olduğunu kaydetmişlerdir.

Isı uygulamasının meyve eti sertliğini koruması, Lurie vd. (1996)' nin bahsettikleri gibi, ısı uygulamasıyla meyvenin transpirasyonuna bağlı olarak Ca gibi iyonların meyve dokusunun dış tabakalarında birikerek meyveye direnç kazandırmasına bağlanmaktadır. Bitkisel yağ uygulamaları ise, meyvede su buharının yanı sıra CO₂ ve O₂ gibi gazların geçişine karşı da bariyer görevi yaparak, meyve eti sertliğinin korunmasında etkili olmaktadır. Bir araştırmada, yağ uygulanan elmalarda sertliğin korunmasının, yağın düşük CO₂ geçirgenliğiyle ilgili olduğu bildirilmiştir (Baldwin, 1994). Bir başka araştırmada ise, Granny Smith elma çeşidinde muhafaza sırasındaki sertlik kaybının, meyvenin etrafındaki atmosferi en fazla değiştirebilen kaplama ile daha fazla önlendiği bildirilmektedir. Böyle bir kaplama uygulanan meyvenin hemen etrafındaki atmosferde yüksek miktarda CO₂ ile düşük miktarda O₂ tespit edilmiştir (Bai vd., 2003). Bu çalışmada yapılan ayçiçek yağı uygulamasının da böyle bir etkiye sahip olduğu düşünülebilir. Saftner (1999)' de yağ kökenli bir kaplama uygulanan elmalarda sertliğin kontrol meyvelerinden daha iyi korunduğunu bulmuştur.

Lovastatin uygulanan elmalarda bulunan meyve eti sertliği, Ju ve Curry (2000a)' nin bulgularından daha iyi görünmektedir. Bu araştırmacılar, lovastatini mısır yağı ile beraber uyguladıktan sonra 6 ay soğukta muhafaza ettikleri Granny Smith elma çeşidinde meyve eti sertliğinin kontrolle kıyaslandığında uygulamadan etkilenmediğini bildirmektedirler. Elma gibi yüksek su içeriğine sahip gıdalarda suyun kaybedilmesi, ürünün tekstürünün değişmesine ve sertliğin azalmasına neden olacaktır (Taub ve Singh, 1998). Meyvenin yüzeyine uygulanan yağın çeşidi de

üründen kaybedilen su miktarını ve dolayısıyla meyve eti sertliğindeki kaybı etkileyecektir. Yani, üründen su kaybının önlenmesi, sertlik kaybını da azaltacaktır. Ju ve Curry (2000a)' nin çalışmalarında kullandıkları mısır yağı, ayçiçek yağının aksine % 80 oranında doymamış yağ asitlerinden (oleik ve linoeik asit) oluşmaktadır. Doymamış yağ asitleriye, doymuş yağ asitlerinden (palmitik ve stearik asit gibi) daha polar oldukları için su kaybını kontrol etmede daha az etkilidirler (Morillon vd., 2002). Buna göre, mısır yağı uygulamasının, sertliğin korunması üzerine etkisinin ayçiçek yağına göre daha düşük olması beklenebilir.

4.3. Uygulamaların suda çözünür kuru madde içeriği üzerine etkisi

Kabuk yanığını kontrol etmek amacıyla yapılan uygulamaların Granny Smith elma çeşidinde meyvenin SÇKM içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, muhafaza süresinin etkisi önemli olmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Hasat sonrası uygulamaların SÇKM içeriği (%) üzerine etkisi

Muhafaza süresi (aylar)	Uygulamalar					Ortalama
	Kontrol	DPA	Lovastatin	Isı + Bitkisel yağ	Etanol buharı + Isı	
0	11.150	11.150	11.150	11.150	11.150	11.150 d*
1	12.883	12.650	13.533	12.717	12.433	12.843 a
2	12.667	12.450	12.800	12.433	12.767	12.623 ab
3	13.233	12.083	12.700	12.650	12.450	12.623 ab
4	12.350	12.367	12.683	12.367	12.533	12.460 b
5	11.900	11.867	11.833	12.233	12.167	12.000 c
6	12.450	11.967	12.550	12.083	11.667	12.143 c
Ortalama	12.376	12.076	12.464	12.233	12.167	

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemsizdir.

Uygulama yapılan bütün örneklerde, muhafaza sonunda başlangıç değerine göre SÇKM içeriğinde bir artış olduğu göze çarpmaktadır. Genel olarak depolamanın ilk birkaç ayında bir miktar artan SÇKM değerleri daha sonra kısmen azalma eğilimine girmiştir. Bu sonucun depolama boyunca devam eden olgunlaşma ve su kaybı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Depolama sonunda en fazla SÇKM içeriğine lovastatin uygulanan örneklerde rastlanmıştır (% 12.550), bunu kontrol grubundaki meyveler (% 12.450) takip etmiştir (Çizelge 4.3).

Bu çalışmadaki lovastatin uygulamasının meyvelerde SÇKM içeriği üzerine etkisi, Ju ve Curry (2000a)' nin buldukları sonuçla uyumludur. Ancak aynı araştırmacıların, elmaya sadece mısır yağı (α -tokoferol içeriği<5 mg/kg) uyguladıkları diğer bir çalışmada farklı sonuçlar alınmıştır. DPA ve % 2.5' lik yağ uygulaması kontrolle kıyaslandığında SÇKM içeriğini hemen hemen değiştirmemiş, % 5-10' luk yağ uygulaması ise bu içeriği artırmıştır (Ju ve Curry, 2000d).

4.4. Uygulamaların pH ve titre edilebilir asitlik miktarı üzerine etkisi

Uygulamaların ve muhafaza süresinin hem meyve suyunun pH' sı hem de titre edilebilir asitlik miktarı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Uygulama yapılan örneklerin hepsinde, depolama sonunda titre edilebilir asitlik değerleri % 56-67 gibi önemli oranlarda düşme göstermiştir. Titre edilebilir asitlikteki en büyük azalma, etanol buharı + ısı uygulaması yapılan örneklerde görülürken, DPA uygulamasının bu kalite kriterini diğer uygulamalardan daha iyi koruduğu bulunmuştur.

pH değerlerinde önemli düzeyde bir artış veya azalma görülmemekle birlikte, uygulama yapılan tüm örneklerde en yüksek pH değerine 3. ayda ulaşılmış ve sonra da hemen hemen başlangıç seviyelerine kadar azalmalar saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Lovastatin uygulamasının, kontrolle kıyaslandığında meyvenin titre edilebilir asitlik miktarını daha fazla düşürmesi, Ju ve Curry (2000a)' nin sonuçlarıyla uyumlu değildir. Bu araştırmacılar, lovastatin uyguladıkları meyvede, 8 ay depolama sonrasında titre edilebilir asitlik miktarının dikkate değer oranda değişmediğini ifade etmişlerdir.

Ju ve Curry (2000d), Granny Smith elma çeşidine mısır yağı (α -tokoferol içeriği<5 mg/kg) uygulayarak 0°C' de 8 ay depoladıklarında, titre edilebilir asitlik miktarının % 40-58' ler oranında azaldığını bulmuşlardır. Ayrıca, bu değerlerin alındığı % 5-10' luk yağ uygulamasının, bahsedilen parametreyi DPA' den daha iyi koruduğu ortaya konulmaktadır. Mevcut çalışmada, bitkisel yağ uygulaması öncesi yapılan ısı

uygulamasının, bu konuda daha düşük sonuçların alınmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Isı uygulaması, meyvenin olgunlaşmasını ilerleterek meyvedeki asitlerin parçalanmasını ve böylece asitliğin düşmesini hızlandırmış olabilir. Aynı şekilde ısı uygulaması, etanol buharı + ısı uygulaması sonuçlarının da düşük çıkmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.4. Hasat sonrası uygulamaların pH ve titre edilebilir asitlik miktarı (g/L) üzerine etkisi

Muhafaza süresi (aylar)	Uygulamalar					Ortalama
	Kontrol	DPA	Lovastatin	Isı + Bitkisel yağ	Etanol buharı + Isı	
	pH					
0	3.69	3.69	3.69	3.69	3.69	3.69 b
1	3.62	3.66	3.72	3.78	3.72	3.70 b
2	3.57	3.58	3.63	3.67	3.70	3.63 c
3	3.69	3.80	3.79	3.87	3.80	3.79 a
4	3.42	3.47	3.46	3.55	3.44	3.47 d
5	3.58	3.55	3.67	3.70	3.65	3.63 c
6	3.65	3.70	3.68	3.71	3.73	3.69 b
Ortalama	3.60 d*	3.64 c	3.66 bc	3.71 a	3.67 b	
	Titre edilebilir asitlik miktarı (g/L)					
0	7.098	7.098	7.098	7.098	7.098	7.098 a
1	7.364	7.721	7.367	6.016	6.777	7.049 a
2	7.597	7.120	6.531	5.289	6.180	6.543 b
3	3.898	3.650	3.888	3.028	3.297	3.552 c
4	3.551	3.455	3.472	3.025	3.600	3.421 cd
5	3.454	3.238	3.211	2.927	3.110	3.188 d
6	3.089	2.782	2.769	2.555	2.325	2.704 e
Ortalama	5.150 a	5.009 a	4.905 a	4.277 c	4.627 b	

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemsizdir.

4.5. Uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkisi

Bütün uygulama örneklerinde meyve kabuk renginin L^* değeri, muhafaza süresince açık bir değişim göstermemekle birlikte, uygulamaların L^* değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığında etanol buharı + ısı ve ısı + bitkisel yağ uygulamaları meyvelerde daha yüksek L^* değeri okumamıza neden olmuştur. Lovastatin ve DPA uygulamalarının ise meyve rengindeki L^* değerinin daha düşük olmasında etkili oldukları bulunmuştur (Çizelge 4.5).

L* değerinin yüksek oluşu, meyvenin koyu yeşil rengindeki azalmayı yani klorofili parçalayan enzim aktivitesindeki artışı ve klorofil içeriğinde meydana gelen azalmayı ifade etmektedir. Bu bakımdan, ısı uygulamasının yapıldığı her iki uygulamanın da meyve rengine olumsuz etkide bulunduğu söylenebilmektedir. Depolama boyunca uygulamalara ait renk değerlerinin ortalamaları dikkate alındığında, ısı uygulamasının klorofilin parçalanmasını artırdığı, bitkisel yağ uygulamasının bunu bir ölçüde önlediği, etanol buharı uygulamasınınsa bunu teşvik ettiği söylenebilmektedir. Lovastatin ve DPA uygulamalarında meyve kabuğundaki klorofil parçalanmasının daha yavaş olduğu ifade edilebilir.

Uygulamaların meyve kabuk renginin h° değeri üzerine etkisi önemsiz bulunmasına rağmen, muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu değerin muhafaza süresince düzgün bir şekilde azaldığı, yani h° değerinin 90° a yaklaştığı görülmektedir. 90° ye yakın değerler, sarı rengin oluşumunu, 90° den daha büyük değerler rengi daha yeşil olan meyveyi ifade etmektedir. Muhafaza süresince bütün uygulama örneklerinin yeşil renklerinde sararma olduğu, lovastatin uygulanan örneklerin diğerleri içinde en yeşil elmalar oldukları ve ısı + bitkisel yağ uygulaması yapılmış rneklerinse kontrol örnekleriyle aynı derecede sarı renge sahip oldukları görülmektedir (izelge 4.5). Isı uygulamasının klorofil parçalanmasını hızlandırarak meyvenin sarı renginin artışına neden olduğu h° değerinden de anlaşılmaktadır.

Granny Smith elma çeşidine mısır yağı (α -tokoferol içeriği <5 mg/kg) uygulamasının yapıldığı bir çalışmada, elmanın yeşil renginin hasata göre azaldığı bildirilmiştir (Ju ve Curry, 2000d). Ju ve Curry (2000b) ise, yağ uygulanan meyvede rengin yeşilden sarıya değişim oranının kontrolle karşılaştırıldığında çok daha düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, bu çalışmanın sonuçlarıyla uyum göstermektedir.

Lovastatin uygulamasının 8 ay depolama sonrasında kontrolle karşılaştırıldığında meyve rengini etkilemediğini bildiren Ju ve Curry (2000a)' nin aksine, lovastatin uygulamasının bu çalışmadaki diğer uygulamalar içinde meyvenin rengini en iyi koruyan uygulama olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.5. Hasat sonrası uygulamaların meyve kabuk rengi üzerine etkisi

Muhafaza süresi (aylar)	Uygulamalar					Ortalama
	Kontrol	DPA	Lovastatin	Isı + Bitkisel yağ	Etanol buharı + Isı	
L* değeri						
0	63.172	62.050	62.521	63.617	64.661	63.204
1	63.217	61.774	62.333	63.609	63.878	62.962
2	62.915	61.778	62.004	63.762	64.222	62.936
3	63.274	62.135	61.844	63.905	64.701	63.172
4	63.444	62.743	62.019	64.315	65.236	63.551
5	62.735	62.847	61.462	63.913	65.312	63.254
6	62.553	63.077	61.802	64.142	65.583	63.431
Ortalama	63.044 c*	62.343 d	61.998 d	63.895 b	64.799 a	
C* değeri						
0	45.145	46.348	43.506	43.233	42.891	44.225 c
1	45.342	45.906	44.563	43.478	44.980	44.854 bc
2	45.952	46.423	45.546	44.297	45.888	45.621 b
3	45.632	46.154	45.500	45.032	45.220	45.508 b
4	44.900	44.857	45.206	44.677	45.483	45.025 bc
5	46.036	47.281	46.617	46.416	47.168	46.704 a
6	45.589	47.255	46.703	46.436	47.372	46.671 a
Ortalama	45.514 b	46.318 a	45.377 bc	44.795 c	45.572 b	
h° değeri						
0	115.440	114.975	114.415	114.421	116.174	115.085 a
1	114.247	113.579	114.093	113.260	114.713	113.978 b
2	113.244	113.762	113.859	112.771	113.988	113.525 bc
3	113.132	113.368	113.722	112.244	111.287	112.751 cd
4	112.360	112.993	113.655	111.799	112.696	112.700 cd
5	110.787	111.905	113.176	110.948	111.549	111.673 de
6	109.395	111.281	112.916	110.325	110.685	110.921 e
Ortalama	112.658	113.123	113.691	112.253	113.013	
a*/b* değeri						
0	-0.476	-0.466	-0.454	-0.455	-0.492	-0.469 e
1	-0.451	-0.437	-0.447	-0.430	-0.461	-0.445 d
2	-0.430	-0.440	-0.442	-0.420	-0.445	-0.436 cd
3	-0.427	-0.432	-0.440	-0.409	-0.391	-0.420 bc
4	-0.411	-0.424	-0.438	-0.401	-0.418	-0.419 bc
5	-0.380	-0.402	-0.428	-0.383	-0.395	-0.398 ab
6	-0.352	-0.390	-0.423	-0.371	-0.378	-0.383 a
Ortalama	-0.418 a	-0.427 ab	-0.439 b	-0.410 a	-0.426 ab	

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemsizdir.

C* değerinin hem uygulamalardan hem de muhafaza süresinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilendiği bulunmuştur. Muhafaza süresi boyunca bütün uygulamalarda meyvelerin kabuk renginde C* değerinin arttığı görülmektedir. Muhafazanın bitiminde, bütün uygulama örnekleri kontrole nazaran daha yüksek C*

değerine sahiptiler (Çizelge 4.5). Bu da, uygulamaların meyve renginin canlılığını daha iyi koruduğunu göstermektedir.

Watkins vd. (2000), 0°C’ de 2 hafta depolamadan sonra 20°C’ de 5 gün ısıtma uygulamasının ardından 6 aylık muhafaza sonrasında meyvenin a*/b* değerini biraz daha iyi muhafaza ettiğini göstermişlerdir. Isı uygulamasının meyve rengi üzerine etkisini ifade eden bu bulgu, mevcut çalışmanın sonuçlarına uygundur (Çizelge 4.5).

4.6. Uygulamaların kabuk yanığı kontrolü üzerine etkisi

Granny Smith elma çeşidine depolama öncesinde yapılan uygulamaların ve muhafaza süresinin meyvelerdeki kabuk yanığı oluşum yüzdesi ve kabuk yanığı yoğunluğu üzerine etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Muhafaza sırasında, lovastatin dışındaki diğer uygulama örneklerinde kabuk yanığı 3. ayda görülmesine rağmen, lovastatin uygulaması kabuk yanığı oluşumunu 2 ay geciktirmiştir. Lovastatin uygulaması yapılan meyvelerde 5. ay görülmeye başlanan kabuk yanığı oluşumu, 6 aylık muhafaza sonrasında bu meyvelerde % 8 ile en düşük oranda gerçekleşmiştir. Onu sırasıyla, % 33’ lük oranla DPA uygulaması, % 44 ile etanol buharı + ısı uygulaması ve % 84 ile ısı + bitkisel yağ uygulaması izlemiştir. Kabuk yanığını kontrol etmek amacıyla yapılan bütün uygulamaların, muhafazanın bitiminde % 92 gibi yüksek bir oranda kabuk yanığı gösteren kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında, etkili oldukları görülmektedir (Çizelge 4.6).

Meyve kabuk alanının bozukluktan ne kadar etkilendiğinin bir göstergesi olan kabuk yanığı yoğunluğu değerinin de, depolama sonunda kabuk yanığı oluşum yüzdesiyle paralel bir eğilimde olduğu bulunmuştur. Ancak DPA uygulanan meyveler etanol buharı + ısı uygulananlardan daha az kabuk yanığı oluşum yüzdesi göstermesine rağmen, oluşan kabuk yanığının meyve yüzeyini diğer uygulamanınkinden daha fazla etkilediği görülmektedir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Hasat sonrası uygulamaların kabuk yanığı oluşumu üzerine etkisi

Muhafaza süresi (aylar)	Uygulamalar					Ortalama
	Kontrol	DPA	Lovastatin	Isı + Bitkisel yağ	Etanol buharı + Isı	
Kabuk yanığı oluşum yüzdesi						
0	0	0	0	0	0	0 c
1	0	0	0	0	0	0 c
2	0	0	0	0	0	0 c
3	8	8	0	8	8	7 c
4	75	8	0	33	25	28 b
5	83	16	8	67	33	42 a
6	92	33	8	84	42	52 a
Ortalama	37 a*	9 bc	2 c	27 a	15 b	
Kabuk yanığı yoğunluğu**						
0	0	0	0	0	0	0 c
1	0	0	0	0	0	0 c
2	0	0	0	0	0	0 c
3	0.09	0.08	0	0.08	0.08	0.07 c
4	1.08	0.08	0	0.50	0.33	0.40 b
5	1.08	0.33	0.08	0.75	0.50	0.55 b
6	1.67	0.50	0.08	1.25	0.42	0.78 a
Ortalama	0.56 a	0.14 cd	0.02 d	0.37 b	0.19 c	
Lurie İndeksine göre kabuk yanığı yoğunluğu***						
0	0	0	0	0	0	0 c
1	0	0	0	0	0	0 c
2	0	0	0	0	0	0 c
3	2.08	2.08	0	2.08	2.08	1.67 c
4	25.00	2.08	0	12.50	8.33	9.58 b
5	27.08	8.33	2.08	18.75	12.50	13.75 b
6	43.75	12.50	2.08	33.33	10.42	20.42 a
Ortalama	13.99 a	3.57 cd	0.60 d	9.52 b	4.76 c	

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemsizdir.

** 0 = Kabuk yanıksız, 1 = Yüzeyin % 1-10' unu kaplamış, 2 = % 11-33' ünü kaplamış, 3 = % 34-66' sını kaplamış, 4 = % 67-100' ünü kaplamış (Ju ve Curry, 2000a).

*** Lurie İndeksi (L.I.) = [(% Hafif x 1) + (% Orta x 2) + (% Yoğun x 4)]/4

Hafif = Meyve yüzey alanının % 10' u ve daha azı bozukluktan etkilenmiş olan meyvelerin toplam meyveye oranı; Orta = Meyve yüzey alanının % 11-40' ı bozukluktan etkilenmiş olan meyvelerin toplam meyveye oranı; Yoğun = Meyve yüzey alanının % 40' tan fazlası bozukluktan etkilenmiş olan meyvelerin toplam meyveye oranı (Simcic ve Hribar, 1999).

Ju ve Curry (2000a), meyve yüzeyine 1.25 mmol/L konsantrasyonda lovastatin ve 2000 mg/L DPA uyguladıktan sonra 0°C' de 6 ay depoladıkları elmalarda hiç kabuk yanığı oluşumu gözlemediklerini bildirmişlerdir. 8 aylık depolama sonrasında ise aynı uygulamalarda sırasıyla % 31 ve % 16 kabuk yanığı oluşumuna rastlanmıştır. Bizim çalışmamızda yapılan aynı miktardaki lovastatin uygulamasından elde edilen sonuçlara göre, 6 aylık muhafaza sonrasında 0.08 yoğunluğunda % 8 oranında kabuk

yanığı görülmesi, uygulama örneklerinin hasat edildiği yörenin ekolojik koşullarındaki farklılığa bağlanabilir. Ayrıca literatürdeki uygulamadan farklı olarak lovastatin uygulaması mısır yağı (α -tokoferol içeriği azaltılmış) ile değil ticari ayçiçek yağı ile yapılmıştır. Yine kabuk yanığını kontrol etmek amacıyla aynı yöreden alınan Granny Smith elmalarına % 10' luk mısır yağının (α -tokoferol içeriği <5mg/kg) ve 2000mg/L DPA' in uygulandığı bir çalışmada, 6 ay muhafaza sonrasında her iki uygulamanın örneklerinde de kabuk yanığı görülmemiştir (Ju ve Curry, 2000d). Hemen hemen aynı konsantrasyondaki mısır yağının (α -tokoferol içeriği azaltılmış) Delicious elma çeşidine uygulandığı farklı bir çalışmada, aynı muhafaza süresi sonunda örneklerde 1.2 yoğunluğunda % 4 oranında kabuk yanığı oluşumu izlenmiştir. Aynı çalışmada; kontrol örneklerinde 2.2 yoğunluğunda % 64 oranında, ticari mısır yağı (α -tokoferol içeriği azaltılmamış) uygulanan örneklerde ise 1.5 yoğunluğunda % 21 oranında kabuk yanığı oluştuğu bildirilmiştir (Ju vd., 2000). Scott vd. (1995a), elma başına 0.5 ml ticari ayçiçek yağı uyguladıkları bir ön denemede, 5 aylık muhafaza sonrasında kontrol meyvesinin % 92.5 oranında kabuk yanığı geliştirmesine rağmen, yağ uygulanan meyvelerin sadece % 2' sinin bozukluktan etkilendiğini göstermiştir. Aynı denemenin ikinci yılında, farklı yağlar (kanola, palm, yerkıstığı, ayçiçek yağları ile sofralık yağ) farklı damla sayısı ile elmaya uygulanmıştır. Uygulanan yağın çeşidinin kabuk yanığı oluşumunu etkilemediği ancak uygulanan damla sayısı ile kabuk yanığı oluşumu arasında, ortalama kabuk yanığı yoğunluğu = $2.24 - 0.73 \log_e(\text{damla sayısı})$, gibi bir ilişkinin olduğu ortaya konulmuştur. Bu sonuçlara göre, uygulanan yağın α -tokoferol içeriği ve konsantrasyonu kabuk yanığı oluşumunu etkilemektedir.

Bu çalışmada, kabuk yanığını kontrol eden en iyi ikinci uygulamanın etanol buharı + ısı uygulaması olduğu görülmektedir. Simcic ve Hribar (1999), 10°C' de 10 gün etanol buharı uyguladıkları ve 5 ay 0°C' de muhafaza ettikleri Granny Smith çeşidinin meyvelerinde kabuk yanığı yoğunluğunun Lurie İndeksi (L.I.)' ne göre % 2' ler seviyesinde olduğunu bulmuşlardır. Diğer taraftan, bu değerin yaklaşık olarak DPA uygulaması için % 20, kontrol uygulaması için % 85 olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda, ısı uygulaması ile meyvelerdeki kabuk yanığı yoğunluğunda önemli

düzyeyde bir azalma gözlenmesine rağmen, depolamanın ikinci ayı sonrasında yüksek oranda iç kararması görüldüğü de bildirilmektedir.

Bu araştırmada, iç kararmasının önlenmesi amacıyla etanol buharı uygulamasına ısı uygulaması da ilave edilmiş ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Etanol buharı + ısı uygulaması yapılan elmalarda depolama sonrasında L.I.' ne göre kabuk yanığı yoğunluğu % 10 olarak bulunmuştur. Yine L.I.' ne göre bozukluğun yoğunluğu DPA uygulaması için % 13, kontrol uygulaması için % 44 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6). Kabuk yanığı oluşumunda görülen bu gerilemeyle birlikte, örneklerin hiçbirinde iç kararması gözlenmemiştir. Bu da ısı uygulamasının amacına ulaştığını göstermektedir.

Aynı şekilde Scott vd. (1995b), depolama öncesinde Granny Smith elma çeşidine 20°C' de 4 gün boyunca 0.25 g etanol/elma olacak şekilde etanol buharı uygulamışlardır. 5 aya yaklaşan muhafaza sonrasında (0°C), kontrol örneklerinde 2.56 olan kabuk yanığı yoğunluğunun uygulama örneklerinde 0.12' ye gerilediği bildirilmiştir. Çalışmamızda bu değerler sırasıyla 1.67 ve 0.42 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Isı + bitkisel yağ uygulaması, kontrol örneklerine yakın sonuçlar vermekle birlikte kabuk yanığının kontrol edilmesinde yine de etkili olmuştur. Kabuk yanığı yoğunluğu, muhafazanın bitiminde 1.25 olarak bulunmuştur. Bu değer L.I.' ne göre % 33 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.6). 38°C' de 4 gün ısı uygulamasının yapıldığı bir çalışmada, 5 aylık muhafaza sonrasında bu değer % 28 (Lurie vd., 1991), 38°C' de 3 gün ısı uygulamasının yapıldığı bir diğer çalışmada % 59 (Klein ve Lurie, 1994) olarak bildirilmektedir. İlk çalışmada, DPA uygulamasının ısı uygulamasından daha olumlu sonuç verdiği ortaya konurken, uygulamanın bir antioksidant uygulamasıyla kombine edilmesinin etkinliğini artıracığı ileri sürülmüştür. Aksi taktirde, ısı uygulamasının sadece kısa süreli depolamada kullanılabileceği ifade edilmektedir (Lurie vd., 1991).

Bu çalışmada, etkinliğinin artırılması amacıyla ısı uygulaması, meyvenin yüzeyindeki oksidatif basıncı azalttığı düşünülen bitkisel yağ uygulamasıyla kombine edilmiştir. Ancak elde edilen sonuçlar, beklendiği ölçüde gerçekleşmemiştir. Isı uygulaması sonrası uygulanan ayçiçek yağı miktarının yetersiz oluşu alınan sonuçtan sorumlu olabilir. Aslında Scott vd. (1995a), 2 damla ayçiçek yağı uygulamasının muhafazanın bitiminde kontrol örneklerinde görülen 1.9' luk kabuk yanığı yoğunluğunu 0.8' e indirdiğini bildirmişlerdir. Bu araştırmada böyle olumlu bir sonucun alınamayışı, ısı uygulamasına ilave bir uygulama olarak ayçiçek yağı yerine gıdalarla uyumlu başka bir antioksidantın kullanımını gündeme getirmelidir. Nitekim, Watkins vd. (2000) de, 5 ay depolama öncesinde 20°C' de 9 gün meyvelere ısı uygulayarak, % 72 gibi yüksek oranda bir kabuk yanığı oluşumu tespit etmişlerdir.

DPA uygulaması ile elde edilen sonuçlar, bu uygulamanın ısı + bitkisel yağ uygulamasından daha etkili olduğunu ortaya koymuştur. Ancak, etanol buharı + ısı uygulaması, kabuk yanığını kontrol etmede DPA kadar etkili olmuştur. Lovastatin uygulaması ise diğer uygulamaların çok üzerinde olumlu bir etki göstermiştir.

4.7. Kabuk yanığı oluşumu ile α -farnesen miktarı arasındaki ilişki

Duyarlı elma çeşitlerinin kabuğundaki doğal mum tabakasının % 15' ini oluşturan α -farnesenin büyük bir kısmı meyve kabuğunda sentezlenmektedir. Elma kabuğundaki kütikuladan evapore olan α -farnesenin havadaki miktarının, onun kabuktaki konsantrasyonuna bağlı olmadığı tespit edilmiştir (Matich vd., 1998). Meyvenin kabuğunda tespit edilen α -farnesen miktarı, meyvede sentezlenen miktarı büyük ölçüde yansıtacaktır. Bundan yola çıkılarak, bu çalışmada elma kabuğunda sentezlenen ve hekzanda çözünebilen α -farnesenin miktarının tespit edilmesinde iki farklı yöntem kullanılmıştır.

Alwan ve Watkins (1999), HPLC ile α -farnesen tayininde, bu madde ile aynı dalga boyundaki ışığı absorbe eden bileşiklerden kaynaklanan problemler görüldüğünü ve ham hekzan ekstraktlarının spektrofometre ile tespit edilen UV absorbanlarının

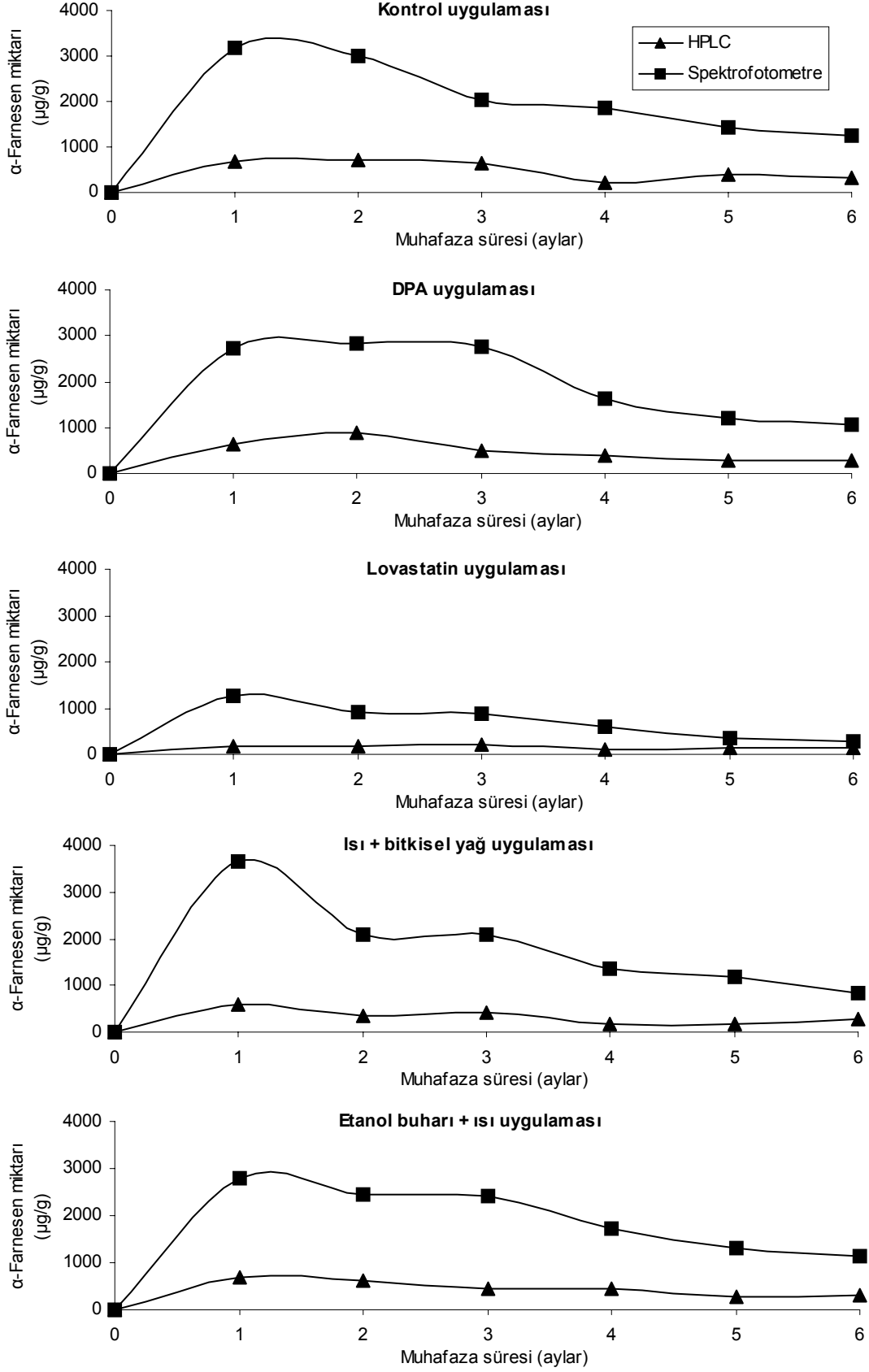
güvenilirliği konusunda da kuşkular olduğunu bildirmektedirler. Buna rağmen, hem spektrofotometre ile (Lurie vd., 1991; Bauchot ve John, 1996; Matich vd., 1998; Alwan ve Watkins, 1999) hem de HPLC ile (Rupasinghe vd., 1998; Rupasinghe vd., 2000) α -farnesenin tespit edildiği görülmektedir.

Her iki yöntemle de bulunan α -farnesen miktarı üzerine yapılan uygulamaların ve muhafaza süresinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çizelge 4.7' de muhafaza süresince depodan çıkartıldıktan sonra 20°C' de 7 gün tutulan elmalarda hem spektrofotometre ile hem de HPLC ile tespit edilen α -farnesen miktarları sunulmuştur. Bu farklı yöntemlerle tespit edilen α -farnesen miktarının muhafaza boyunca aynı yönde değişim gösterdiği göze çarpmaktadır. Ancak, spektrofotometre ile tespit edilen miktarın, HPLC ile tespit edilenden 2-8 kat daha fazla olduğu hesaplanmıştır (Şekil 4.1). Bu da spektrofotometrik yöntemin daha az güvenilir olduğunu, yani çalışılan dalga boyundaki başka bileşiklerin de ölçüme etki ederek yüksek sonuçların alınmasına neden olduğu sonucunu akla getirmektedir.

Çizelge 4.7. Hasat sonrası uygulamaların α -farnesen miktarı üzerine etkisi

Muhafaza süresi (aylar)	Uygulamaları					Ortalama
	Kontrol	DPA	Lovastatin	Isı + Bitkisel yağ	Etanol buharı + Isı	
HPLC ile tespit edilen α -farnesen miktarı ($\mu\text{g/g}$)						
1	676.40	639.17	189.77	606.37	676.10	557.56 a
2	716.03	874.33	191.57	342.13	618.63	548.54 a
3	635.33	485.33	227.30	425.40	461.73	447.02 b
4	208.23	384.90	118.57	157.97	434.63	260.86 c
5	397.20	285.20	132.60	190.97	262.90	253.77 c
6	319.10	272.00	131.27	260.93	295.87	255.83 c
Ortalama	492.05 a*	490.16 a	165.18 c	330.63 b	458.31 a	
Spektrofotometre ile tespit edilen α -farnesen miktarı ($\mu\text{mol/cm}^2$)						
1	142.32	122.34	56.24	163.77	124.32	121.79 a
2	134.52	126.38	41.44	93.42	109.46	101.04 b
3	91.43	124.11	39.70	93.62	108.17	91.41 b
4	83.24	72.64	26.00	61.18	77.12	64.04 c
5	63.45	54.29	15.68	53.21	58.19	48.97 d
6	55.83	47.21	12.92	36.61	51.36	40.79 d
Ortalama	95.13 a	91.16 ab	32.00 c	83.64 b	88.10 ab	

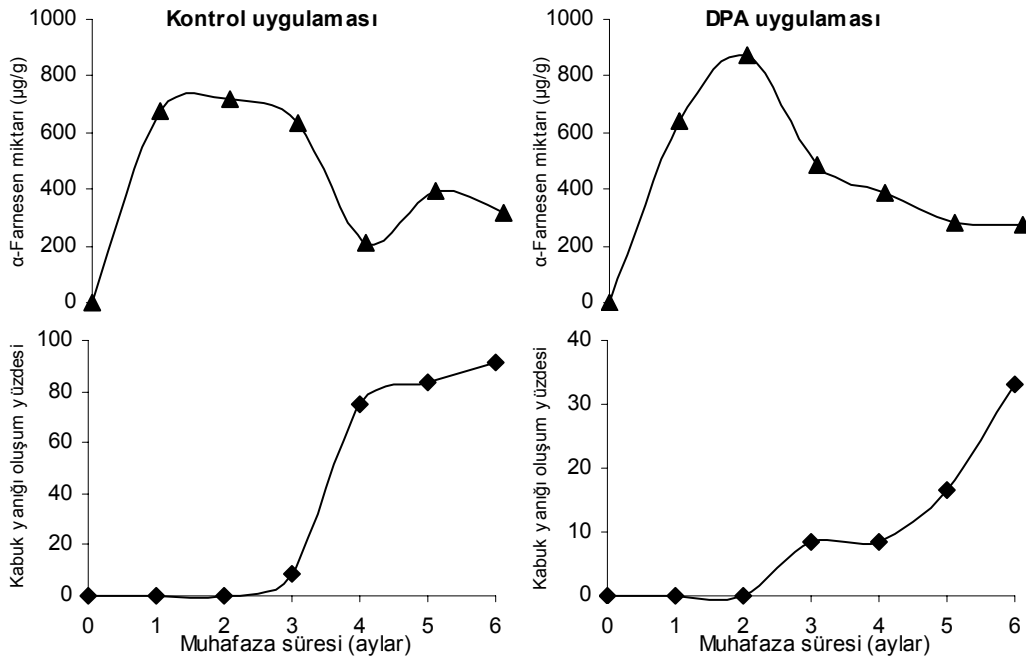
* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemsizdir.



Şekil 4.1. Kromatografik ve spektrofotometrik yöntemle tespit edilen α -farnesen miktarının karşılaştırılması

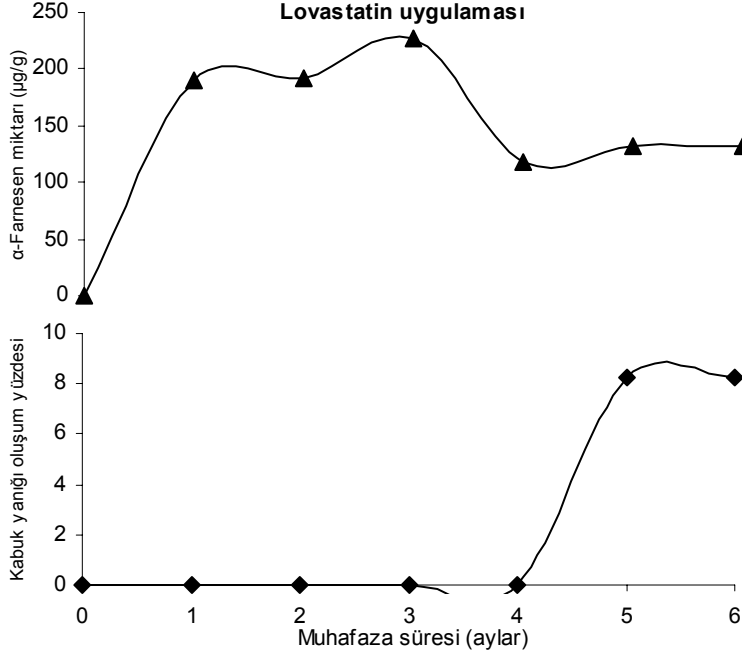
Uygulama örneklerinin hepsinde de muhafaza süresince ilk 1-3 ay içerisinde kabuktaki maksimum değerine ulaşan α -farnesen miktarı, daha sonra bir gerileme göstermiştir. Kabuk yanığı oluşumunun da bununla paralel gittiği görülmektedir (Şekil 4.2, Şekil 4.3, Şekil 4.4, Şekil 4.5). Değerlendirmede HPLC ile bulunan α -farnesen miktarları dikkate alınmıştır.

Kontrol ve DPA uygulanan örneklerde α -farnesen miktarının 2. ayda en yüksek değerine ulaştığı ve daha sonra gerilemeye başladığı görülmektedir. Bu gerileme kontrol örneklerinde 3. ayda çok yavaş ve 4. ayda çok hızlı gerçekleşirken, buna paralel olarak kabuk yanığı oluşumu da çok yoğun gerçekleşmiştir. DPA uygulaması ise muhafaza süresince meyve kabuğunda en fazla α -farnesen birikiminin (874 $\mu\text{g/g}$) olduğu uygulamadır. Daha önceki araştırmalarda da bulunduğu gibi, DPA uygulamasının meyve kabuğundaki α -farnesenin sentezini ve birikimini etkilemeksizin, onun okside olmasını engellediği ve böylece kabuk yanığı oluşumunu azalttığı görülmektedir. (Lurie vd., 1991; Bauchot ve John, 1996). DPA uygulaması yapılan örneklerde de muhafaza süresince α -farnesen miktarındaki gerilemeye paralel olarak kabuk yanığı oluşumu görülmektedir (Şekil 4.2)



Şekil 4.2. DPA uygulanan meyvelerle kontrol olarak alınan örneklerde kabuk yanığı oluşumu ve α -farnesen miktarı arasındaki ilişki

Lovastatin uygulanan Granny Smith elma çeşidinde muhafaza sırasındaki kabuk yanığı oluşum yüzdesi ve sentezlenen α -farnesen miktarı arasındaki ilişki Şekil 4.3’de sunulmuştur.



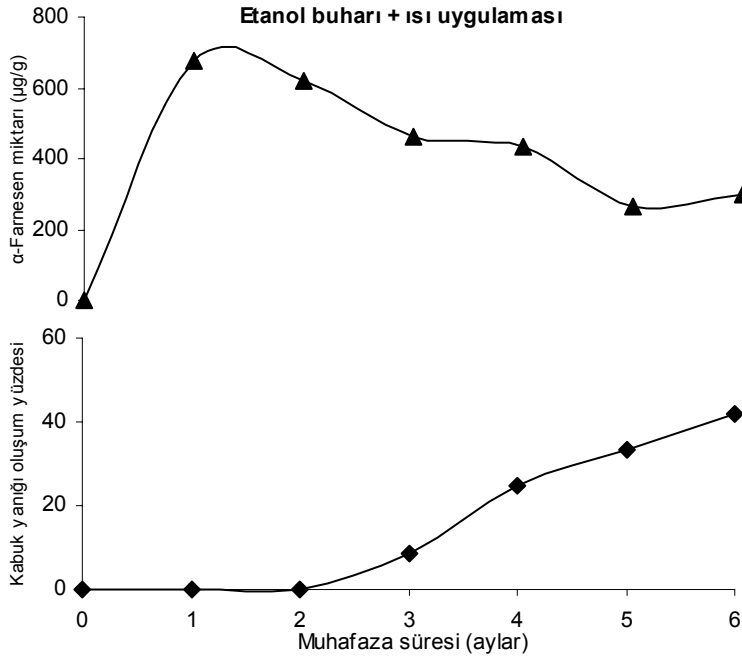
Şekil 4.3. Lovastatin uygulanan örneklerde kabuk yanığı oluşumu ve α -farnesen miktarı arasındaki ilişki

Lovastatin uygulamasının yapıldığı örneklerde, kabuktaki α -farnesen sentezi diğerlerine göre daha düşük oranda gerçekleşmiştir. α -Farnesen miktarı, depolamanın 3. ayında en yüksek değerine ulaşmış ($227 \mu\text{g/g}$) ve daha sonra gerileme göstermiştir. Diğer uygulamalarda da gözlenen α -farnesen miktarındaki gerileme, ya α -farnesenin meyveden uzaklaştığını ya da oksidasyon ürünlerine parçalanarak kabuk yanığı oluşumuna zemin hazırladığını ifade etmektedir. 3. ayda α -farnesenin miktarındaki yavaş gerilemenin ardından 5. ayda kabuk yanığı görülmeye başlanmıştır. Bundan sonraki α -farnesen miktarı korunurken, kabuk yanığı oluşumu da aynı seviyede kalmıştır. Kabuk yanığı oluşumu da α -farnesen miktarı gibi lovastatin uygulanan örneklerde çok düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

Ju ve Curry (2000a), aynı konsantrasyondaki lovastatin uygulaması sonrasında, 6 aylık muhafaza sırasında kabuk yanığının görülmediğini ve fakat α -farnesen miktarının 3. aydan itibaren 6. aya kadar bir yükseliş gösterdiğini bulmuşlardır. Aynı

çalışmada kabuk yanığı oluşumu 8. aya kadar geciktirilmiştir. Kontrol örneğindeyse α -farnesen miktarı depolamanın 1 ayı sonrasında artmaya başlamış, 4. ayda en yüksek değerine ulaşarak sonra gerilemeye başlamıştır. Ju ve Curry (2000a)' nin elde ettikleri bu benzer sonuçlar, lovastatin uygulamasıyla α -farnesen sentezinin yavaşlatıldığını ve kabuk yanığı oluşumunun geciktirildiğini göstermektedir.

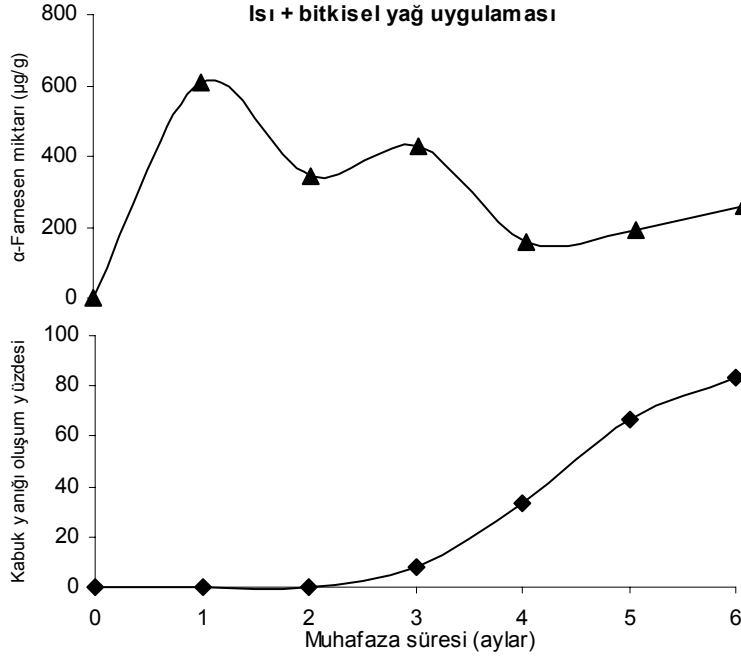
Etanol buharı + ısı uygulamasında, kabuktaki α -farnesen miktarı 1. ayda en yüksek değerini (676 $\mu\text{g/g}$) alarak daha sonra azalmaya başlamıştır. Kabuk yanığı oluşumu da yine bu azalmaya paralel olarak 3. ayda görülmeye başlanmış, muhafazanın bitiminde DPA uygulaması sonuçlarına yakın bir oluşum gözlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Etanol buharı + ısı uygulanan örneklerde kabuk yanığı oluşumu ve α -farnesen miktarı arasındaki ilişki

Etanol buharı + ısı uygulamasının α -farnesenin sentezini önlemekten ziyade oksidasyonunu yavaşlattığı ve kabuk yanığı oluşumunun DPA uygulamasındaki kadar azaldığı bulunmuştur. Chervin vd. (2001) de etanolün kabuk hücrelerindeki α -farnesen birikimini ve oksidasyonunu önlediğini aktarmaktadır. Scott vd. (1995b), etanol buharı uygulamasının muhafaza boyunca etkisini sürdürdüğünü ve α -farnesenin parçalanmasını önlediğini ileri sürmüşlerdir.

Isı + bitkisel yağ uygulaması sonucunda, meyve kabuğundaki α -farnesen miktarı 1. ayda en yüksek değerine (606 $\mu\text{g/g}$) ulaşarak sonra gerileme göstermiştir. Kabuk yanığı oluşumunun da 3. aydan itibaren büyük bir artış gösterdiği ve 6 aylık muhafaza sonrasında kontrole en yakın seviyeye ulaştığı görülmektedir (Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Isı + bitkisel yağ uygulanan örneklerde kabuk yanığı oluşumu ve α -farnesen miktarı arasındaki ilişki

Lurie vd. (1991), 38°C' de 4 gün ısı uygulanan elmalarda muhafazanın 3. ayındaki α -farnesen birikiminin kontrolden daha az olduğunu ve 6 ay sonrasında neredeyse kontrolle aynı seviyelere gerilediğini bulmuşlardır. Bu sonuçlar, Çizelge 4.7 ve Şekil 4.5' de verilenlerle uyum göstermektedir.

Ju ve Curry (2000d), % 10' luk mısır yağı (α - tokoferol içeriği < 5 mg/kg) uygulaması sonrası elmalardaki α -farnesen üretiminin, soğuk depolamanın 3. ayında kontrol uygulaması ve DPA uygulaması örneklerine göre daha düşük olduğunu, 6 ay depolama sonrasında ise daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Genel olarak bu sonuçlar bizim bulgularımızla uyum içerisindedir.

Bu çalışmada, ısı + bitkisel yağ kombinasyonundan istenen başarı elde edilememiş gibi gözükmektedir. Isı uygulamasıyla olgunluğu geliştirilen meyvelerde, etilen sentezinin de artmış olabileceği düşünülmektedir. Miktar olarak artış gösteren bu etilen, sonraki bitkisel yağ uygulamasıyla meyveden uzaklaşamayarak, α -farnesen sentezini sürekli olarak tetiklemeye devam ediyor olabilir. Bitkisel yağ uygulaması, aynı zamanda miktarındaki yetersizlik nedeniyle α -farnesenin oksidasyonunu da engelleyememiş olabilir. Bu görüş, Şekil 4.5' de görüldüğü gibi, 4. ayda 157 $\mu\text{g/g}$ ' a düşen α -farnesen miktarının sonraki aylardaki yükselişini de bir ölçüde izah etmektedir.

Ayrıca, uygulama yapılan örneklerde soğukta muhafazadan hemen sonra HPLC ile yapılan α -farnesen analiz sonuçları Çizelge 4.8' de verilmiştir. 20°C' de 7 gün muhafaza sonrası bulunan sonuçlarla (Çizelge 4.7) karşılaştırıldığında, soğuk depodan oda sıcaklığına çıkartma işleminin, α -farnesen içeriğini genel olarak azalttığı görülmektedir. Daha sıcak bir ortamda membran geçirgenliğinin artarak α -farnesenin meyveden evaporasyonunun kolaylaşması beklenen bir sonuçtur. İlk bir kaç ay, lovastatin, ısı + bitkisel yağ ve etanol buharı + ısı uygulamaları, oda sıcaklığına çıkartılan örneklerde α -farnesenin birikmesine neden olmuştur.

Çizelge 4.8. Soğukta muhafazadan hemen sonra HPLC ile tespit edilen α -farnesen miktarı

Muhafaza süresi (aylar)	Uygulamalar					Ortalama
	Kontrol	DPA	Lovastatin	Isı + Bitkisel yağ	Etanol buharı + Isı	
0	0	0	0	0	0	0 c
1	678.00	719.33	181.00	279.00	236.67	418.800 b
2	1036.67	888.00	170.33	451.33	566.33	622.533 a
3	942.67	853.00	97.00	427.00	728.00	609.533 a
4	496.33	430.33	182.00	476.00	465.67	410.067 b
5	691.90	1217.10	223.50	835.00	436.10	680.720 a
6	556.33	304.23	88.06	349.57	374.17	334.472 b
Ortalama	628.843 a	630.286 a	134.556 c	402.557 b	400.990 b	

* Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark $P \leq 0.05$ seviyesinde önemsizdir.

5. SONUÇ

Farklı elma çeşitlerini etkileyen kabuk yanığı isimli fizyolojik bozukluk, dünya çapında elma endüstrisinin karşı karşıya kaldığı önemli bir sorundur. Bu yüzden kabuk yanığı gelişiminin fizyolojisi ve bu bozukluğun kontrolü üzerine pek çok çalışma yapılmıştır ve hala yapılmaktadır.

Yüksek Lisans Tezi olarak sunulan bu çalışmada, Türkiye’ de önemli bir elma üretim bölgesi olan Isparta’ da yetiştirilen Granny Smith elma çeşidinde kabuk yanığını kontrol etmek amacıyla bazı uygulamalar tek başlarına veya kombine olarak yapılmıştır. Bu uygulamalar arasında, DPA gibi kabuk yanığını kontrol etmede çok etkili olduğu bilinen ancak elma kabuğunda bıraktığı kalıntı sebebiyle hemen hemen bütün ülkelerde kullanımı yasaklanan bir antioksidant uygulaması, diğer uygulamaların etkinliğinin test edilmesi amacıyla yer almıştır. Araştırmada, kabuk yanığının kontrolünde daha etkili ve daha doğal araçlar bulmak maksadıyla diğer bazı çalışmalarda da kullanılan lovastatin, bitkisel yağ, etanol buharı ve ısı uygulamaları kombine edilerek kullanılmıştır.

Ju ve Curry (2000a)’ nin de bildirdikleri gibi lovastatin bir bitkisel yağ ile emülsiyon haline getirilerek meyve yüzeyine uygulanmıştır. Kabuk yanığının önlenmesi için kullanılan diğer yöntemler arasında lovastatinin en etkili yöntem olduğu bulunmuştur. Ayrıca meyve kabuk rengi, meyve eti sertliği ve SÇKM içeriğinin korunması konusunda da daha önceki çalışmalarla uyumlu olan olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Lovastatin, kabuk yanığına sebep olan α -farnesen isimli uçucu bileşiğin meyve kabuğundaki sentezini önlemekte ve böylece bozukluğun oluşumu üzerinde etkili olmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları da bunu doğrulamaktadır. Bu yüzden lovastatin, meyvenin dış görünümünü etkileyerek pazar değerinin düşmesine neden olan bozukluğun oluşumunu oldukça azaltmasının yanı sıra, meyvenin diğer kalite özelliklerini de koruduğu için diğer uygulamalardan daha etkili bir araç olacaktır (Ju ve Curry, 2000b). Lovastatinin yapısı ve HMGR (Hidroksimetil koenzim A redüktaz) inhibisyonundaki görevinin daha önceki çalışmalarda ortaya konulması, kabuk yanığını önlemede doğal, güvenilir yeni ürünlerin bulunmasına bir şablon

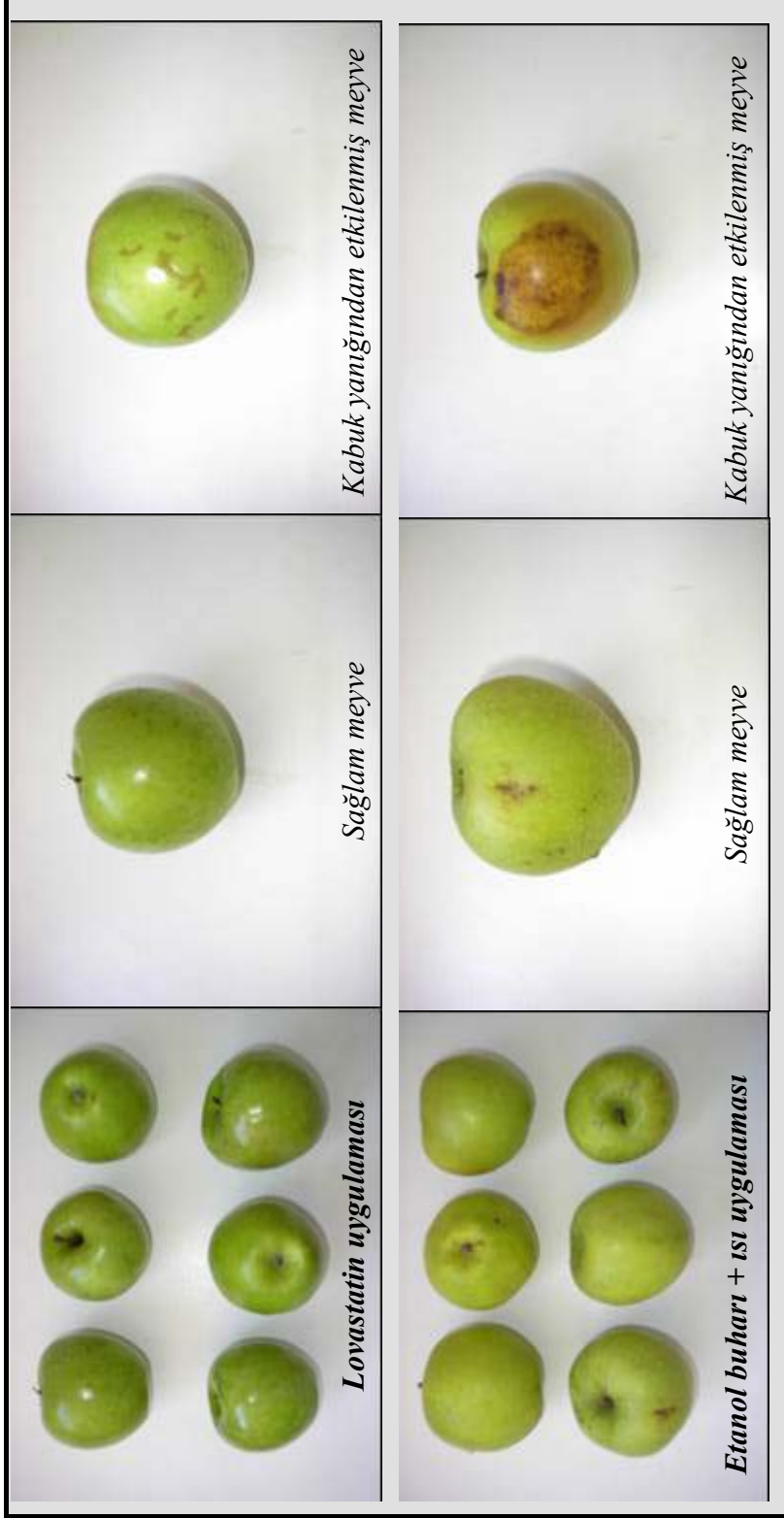
oluşturacaktır (Ju ve Curry, 2000a). Ayrıca lovastatin, kabuk yanığına dirençli genlere sahip elma çeşitlerinin üretilmesinde, genetik mühendisliğinin kullandığı bir araç olarak da oldukça önem taşımaktadır (Pechous ve Whitaker, 2001; Rupasinghe vd., 2001). Ancak, bu avantajlarının yanında, fiyatının yüksek oluşu ve insanlarda kolesterol düşürücü olarak kullanılması pratiğe aktarılabilirliğini sınırlandırabilir.

Etanol buharı uygulanan örneklerde muhafaza sırasında iç kararması görüldüğü bildirildiği için (Simcic ve Hribar, 1999), bu uygulama ısı uygulamasıyla kombine edilerek kullanılmıştır. Etanol buharı + ısı uygulaması yapılan elmalarda hem iç kararması görülmemiş hem de etanol buharı uygulamasının kabuk yanığının azaltmadaki olumlu etkisi (Scott vd., 1995b; Simcic ve Hribar, 1999; Chervin vd., 2001) bu çalışmayla da desteklenmiştir. DPA ile alınan sonuçla eşdeğer düzeyde bir kabuk yanığı oluşumu izlenmiştir. Ayrıca bu uygulamada, örneklerin DPA uygulananlara nazaran daha az ağırlık kaybına uğradığı ve meyve eti sertliği değerlerinin daha iyi korunduğu gözlenmiştir. Ancak, meyve kabuk rengi etanol buharı + ısı uygulamasından olumsuz yönde etkilenmiştir. Buna rağmen, muhafazanın bitiminde bu uygulamanın örnekleri, kontrol örneklerine göre daha iyi bir görünüme sahip olmuşlardır (Şekil 5). Chervin vd. (2001), etanol buharı uygulamasının depoların metalik aksamına zarar vermemesi, çevreci bir yaklaşım olması, cihazlarla kolay uygulanabilir olması ve gaz fazında fungus gelişimine izin vermemesi gibi avantajlarının bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu avantajlarının yanında, pahalı oluşu, 13°C' nin üzerinde % 3.5' tan fazla miktarının patlayıcı nitelik taşınması, bazı ülkelerde alkolün gıdayla temas etmesine izin verilmemesi ve aşırı dozlarda kötü tat ve aroma oluşumuna neden olması onun kullanımını sınırlandıran etmenlerdir. Yine de lovastatin uygulamasına göre pratiğe aktarılabilir değeri daha yüksek olan bir uygulamadır.

Mevcut çalışmada ısı uygulaması, meyvenin yüzeyindeki oksidatif basıncın azaltılarak α -farnesinin okside olmasının önlenmesi amacıyla, bitkisel yağ uygulamasıyla kombine edilmiştir. Kabuk yanığı oluşumu ve α -farnesen oksidasyonu üzerine bu uygulamadan beklenen sonuçlar belki tam olarak elde edilememiştir. Ancak, muhafazanın bitiminde kontrol örneklerinden biraz daha az kabuk yanığı

oluşumu göstermekle birlikte, ağırlık kaybının sınırlandırılması ve meyve eti sertliğinin daha iyi korunması bu uygulama ile sağlanmıştır. Uygulamada ısı uygulaması sonrası yapılan bitkisel yağ uygulamasının yetersiz konsantrasyonda yapılmasının uygulamanın etkinliğini azalttığı düşünülmektedir. Yağ konsantrasyonunun artırılması veya α -farnesenin oksidasyonunun önlenmesinde gıdayla uyumlu antioksidantların kullanılmasının ısı uygulamasının etkinliğini artırabileceği düşünülmektedir. Isı uygulamaları, son yıllarda derim sonrasında uygulanan kimyasalların yerini alabilecek veya dozunu azaltabilecek çevre dostu uygulamalar olarak görülmektedir (Dündar, 2001). Özellikle meyve eti sertliği üzerine olumlu etkileri bu çalışmada da görülmüştür.

Sonuç olarak, bu çalışmada yapılan lovastatin uygulaması ve etanol buharı + ısı uygulamasının kabuk yanığını kontrol etmede en az DPA kadar başarılı oldukları ve ısı uygulamasının uygun dozdaki bir uygulamayla kombine edilerek daha etkili hale getirilebileceği bulunmuştur. Bu bozukluk üzerine olan olumlu etkilerinin yanı sıra; meyve kabuk rengi, ağırlık kaybı, meyve eti sertliği gibi önemli kalite değerlerini de muhafaza etmeyi başarmışlardır. Pahalı teknolojiler gerektirmeyen bu çalışma sonuçlarının, elma üretimi ve soğuk depo niceliği bakımından Türkiye' nin önemli merkezlerinden biri olan Isparta' ya; gerek üretici gerekse tüketici bazında önemli faydalar sağlayacağına inanılmaktadır. Ayrıca yapılan çalışma, Türkiye' de yetiştirilen Granny Smith elma çeşidindeki kabuk yanığı gelişiminin kapsamlı bir şekilde incelenmesi üzerine yapılan ilk çalışmalardan olması bakımından da önem taşımaktadır.



Şekil 5. Uygulama yapılan elmaların depolama sonundaki görüntüleri



Şekil 5' in devamı



Şekil 5' in devamı

6. KAYNAKLAR DİZİNİ

- Allen, F.W., 1951. Apple Growing in California. California Agricultural Extension Service, College of Agriculture, University of California, Circular 178.
- Alwan, T.F., Watkins, C.B., 1999. Intermittent Warming Effects on Superficial Scald Development of 'Cortland', 'Delicious' and 'Law Rome' Apple Fruit. *Postharvest Biology and Technology* 16, 203-212.
- Anonim, 2001. <http://www.fao.org>
- Bai, J., Hagenmaier, R.D., Baldwin, E.A., 2003. Coating Selection for 'Delicious' and Other Apples. *Postharvest Biology and Technology* 28, 381-390.
- Baldwin, E.A., 1994. Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: Past, Present and Future. In: *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. (J.M. Krochta, E.A. Baldwin and M.O. Nisperos-Carriedo, -eds.), 25-64, Lancaster.
- Bauchot, A.D., John, P., 1996. Scald Development and the Levels of α -Farnesene and Conjugated Triene Hydroperoxides in Apple Peel After Treatment with Sucrose Ester-Based Coatings in Combination with Food-Approved Antioxidants. *Postharvest Biology and Technology* 7, 41-49.
- Belding, R.D., Blankenship, S.M., Young, E., Leidy, R.B., 1998. Composition and Variability of Epicuticular Waxes in Apple Cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123(3), 348-356.
- Bramlage W.J., 1988. Apple Scald, A Complex Problem. *Postharvest Pomology Newsletter* 6(2), 11-14.
- Chellew, J.P., Little, C.R., 1995. Alternative Methods of Scald Control in 'Granny Smith' Apples. *Journal of Horticultural Science* 70, 109-115.
- Chervin, C., Westercamp, P., Raynal, J., Andre, N., Bonneau, A., 2001. Ethanol Vapour Treatment Against Apple Superficial Scald: How to Start A Research Program. *Acta Hort.* 553, 257-260.
- DeEll, J.R., Murr, D.P., Porteous, M.D., Rupasinghe, H.P.V., 2002. Influence of Temperature and Duration of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Treatment on Apple Quality. *Postharvest Biology and Technology* 24, 349-353.
- Diamantidis, Gr., Thomai, T., Genitsariotis, M., Nanos, G., Bolla, N., Sfakiotakis, E., 2002. Scald Susceptibility and Biochemical/Physiological Changes in Respect to Low Preharvest Temperature in 'Starking Delicious' Apple Fruit. *Scientia Horticulturae* 92, 361-366.
- Dündar, Ö., 2001. Derim Sonrasında Sıcak Uygulamalarının Bahçe Ürünleri Muhafazasına Etkileri. *Ç.Ü.Z.F. Dergisi* 16(2), 17-24.

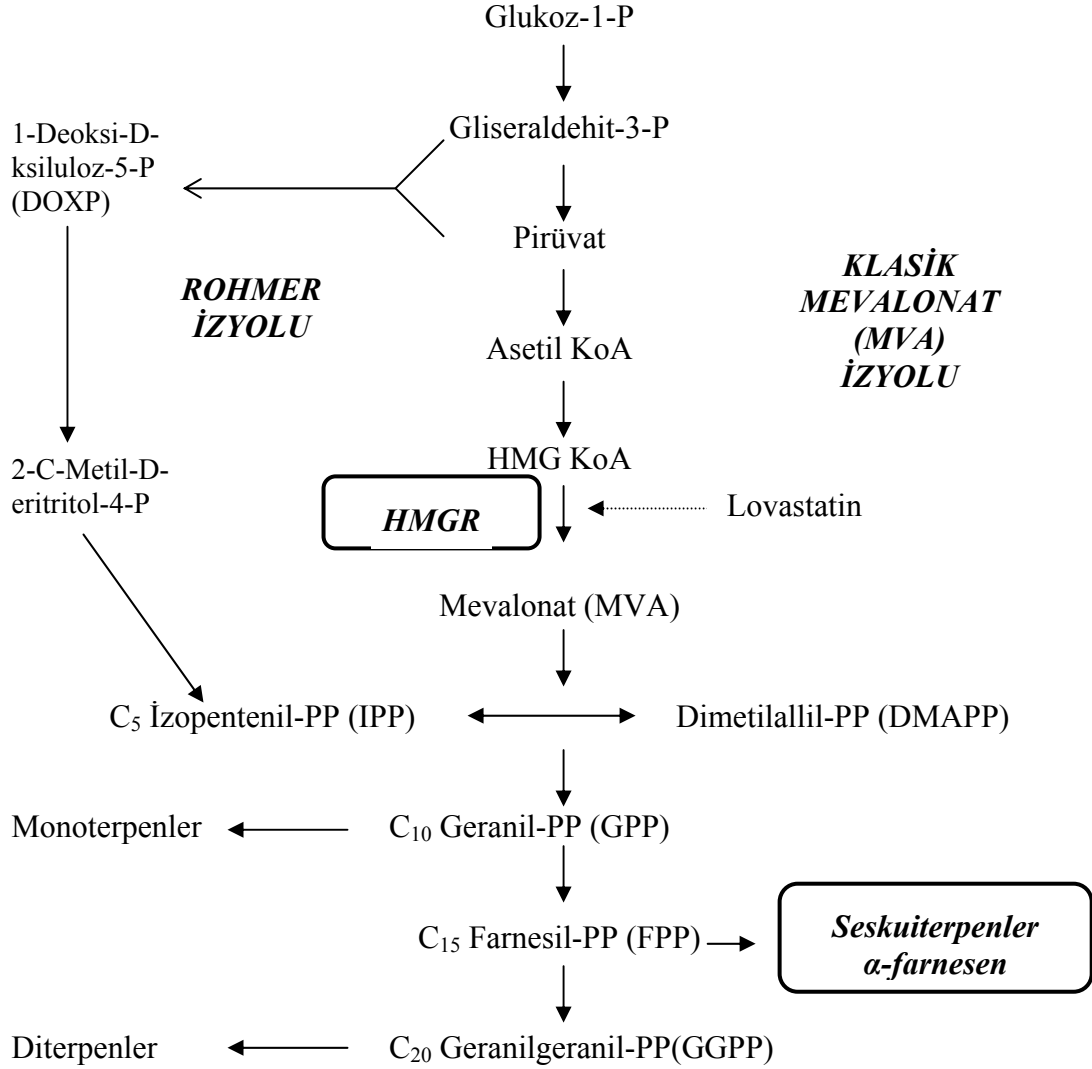
- Eren, İ., Koyuncu, M.A., Akgül, H., 2002. Eğirdir Yöresinde Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Optimum Derim Zamanlarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. In: II. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 147-159, Çanakkale.
- Golding, J.B., McGlasson, W.B., Wyllie, S.G., 2001. Relationship Between Production of Ethylene and α -Farnesene in Apples, and How It Is Influenced by the Timing of Diphenylamine Treatment. *Postharvest Biology and Technology* 21, 225-233.
- Gündüz, M., 1997. Bahçe Ürünlerinde Pazar Yapısı, Muhafaza, Pazarlama Sistemleri ve Dış Ticaret İlişkisi. In: Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 9-13, Yalova.
- Ju, Z., Curry, E.A., 2000a. Lovastatin Inhibits α -Farnesene Biosynthesis and Scald Development in Delicious and 'Granny Smith' Apples and 'd'Anjou' Pears. *Journal of American Society of Horticultural Science* 125(5), 626-629.
- Ju, Z., Curry, E.A., 2000b. Lovastatin Inhibits α -Farnesene Synthesis without Affecting Ethylene Production During Fruit Ripening in 'Golden Supreme' Apples. *Journal of American Society of Horticultural Science* 125(1), 105-110.
- Ju, Z., Curry, E.A., 2000c. Evidence That α -Farnesene Biosynthesis During Fruit Ripening Is Mediated by Ethylene Regulated Gene Expression in Apples. *Postharvest Biology and Technology* 19, 9-16.
- Ju, Z., Curry, E.A., 2000d. Stripped Corn Oil Emulsion Alters Ripening, Reduces Superficial Scald, and Reduces Core Flush in Granny Smith Apples and Decay in 'd'Anjou' Pears. *Postharvest Biology and Technology* 20, 185-193.
- Ju, Z., Duan, Y., Ju, Z., 2000. Mono-, Di-, and Tri-Acylglycerols and Phospholipids from Plant Oils Inhibit Scald Development in 'Delicious' Apples. *Postharvest Biology and Technology* 19, 1-7.
- Karaçalı, İ., 1997. Elma ve Armut Depolama. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 2, 53s, Yalova.
- Karaçalı, İ., 2002. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 494, 469s. İzmir.
- Klein, J.D., Lurie, S., 1994. Time, Temperature and Calcium Interact in Scald Reduction and Firmness Retention in Heated Apples. *Hortscience* 29(3), 194-195.
- Koyuncu, M.A., Çavuşoğlu, Ş., Bakır, N., 1997. Van' da Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinin Depolanması Üzerinde Araştırmalar. In: Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 323-328, Yalova.

- Koyuncu, M.A., 2000. Van'da Yetiştirilen Starking Delicious, Golden Delicious, Starkrimson Delicious ve Misket Elma Çeşitlerinin Optimum Derim Tarihlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 4(1), 115-122.
- Koyuncu, M.A., Savran, H.E., 2002. Yenilebilir Kaplamalar ve Bahçe Ürünlerinde Kullanımı. S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6(3), 73-83.
- Koyuncu, M.A., Eren, İ., Dolunay, E., 2003. Eğirdir (Isparta) Koşullarında Yetiştirilen Bazı Yeni Elma Çeşitlerinin Soğukta Muhafazası (I). In: Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Antalya.
- Lau, O.L., Barden, C.L., Blankenship, S.M., Chen, P.M., Curry, E.A., DeEll J.R., Lehman-Salad, L., Mitcham, E.J, Prange, R.K., Watkins, C.B., 1998. A North American Cooperative Survey of 'Starkrimson Delicious' Apple Responses to 0.7 % O₂ Storage on Superficial Scald and Other Disorders. Postharvest Biology and Technology 13, 19-26.
- Lurie, S., Fallik, E., Klein, J.D., 1996. The Effect of Heat Treatment on Apple Epicuticular Wax and Calcium Uptake. Postharvest Biology and Technology 8, 271-277.
- Lurie, S., Klein, J.D., Ben Arie, R., 1991. Prestorage Heat Treatment Delays Development of Superficial Scald on Granny Smith Apples. Hortscience 26(2), 166-167.
- Matich, A.J., Banks, N.H., Rowan, D.D., 1998. Modification of α -Farnesene Levels in Cool-Stored 'Granny Smith' Apples by Ventilation. Postharvest Biology and Technology 14, 159-170.
- Mir, N.A., Perez, R., Schwallier, P., Beaudry, R., 1999a. Relationship Between Ethylene Response Manipulation and Volatile Production in Jonagold Variety Apples. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47(7), 2653-2659.
- Mir, N., Perez, R., Beaudry, R.M., 1999b. A Poststorage Burst of 6-Methyl-5-hepten-2-one (MHO) May Be Related to Superficial Scald Development in Cortland Apples. Journal of American Society of Horticultural Science 124(2), 173-176.
- Morillon, V., Debeaufort, F., Blond, G., Capelle, M., Voilley, A., 2002. Factors Affecting the Moisture Permeability of Lipid-Based Edible Films: A Review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 42(1), 67-89.
- Paliyath, G., Whiting, M.D., Stasiak, M.A., Murr, D.P., Clegg, B.S., 1997. Volatile Production and Fruit Quality During Development of Superficial Scald in Red Delicious Apples. Food Research International 30(2), 95-103.

- Pechous, S.W., Whitaker, B.D., 2001. Regulation of α -Farnesene Synthesis in Apple (*Malus domestica*) Fruit in Relation to Development of Superficial Scald Disorder. (abstract) <http://www.aspb.org>
- Raese, J.T., Drake, S.R., 2000. Effect of Calcium Spray Application, and Rootstocks on Fruit Quality of Red and Golden Delicious Apples. *Journal of Plant Nutrition* 23(10), 1435-1447.
- Rupasinghe, H.P.V., Almquist, K.C., Paliyath, G., Murr, D.P., 2001. Cloning of *hmg1* and *hmg2* cDNAs Encoding 3-Hydroxy-3-Methylglutaryl Coenzyme A Reductase and Their Expression and Activity in relation to α -Farnesene Synthesis in Apple. *Plant Physiol. Biochem.* 39, 933-947.
- Rupasinghe, H.P.V., Paliyath, G., Murr, D.R. 1998. Biosynthesis of α -Farnesene and Its Relation to Superficial Scald Development in 'Delicious' Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123(5), 882-886.
- Rupasinghe, H.P.V., Paliyath, G., Murr, D.R., 2000. Sesquiterpene α -Farnesene Synthase: Partial Purification, Characterization, and Activity in Relation to Superficial Scald Development in Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125(1), 111-119.
- Saftner, R.A., 1999. The Potential of Fruit Coating and Film Treatments for Improving The Storage and Shelf-Life Qualities of Gala and Golden Delicious Apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124(6), 682-689.
- Scott, K.J., Yuen, C.M., Kim, G.H., 1995a. Reduction of Superficial Scald of Apples with Vegetable Oils. *Postharvest Biology and Technology* 6, 219-223.
- Scott, K.J., Yuen, C.M.C., Ghahramani, F., 1995b. Ethanol Vapour – A New Anti-Scald Treatment for Apples. *Postharvest Biology and Technology* 6, 201-208.
- Simcic, M., Hribar, J., 1999. Integrated Treatments for Apple Superficial Scald Prevention. In: *Agri-Food Quality II: Quality Management of Fruits and Vegetables.*(M. Hagg, -ed.), 97-100, Cambridge.
- Snowdon, A.L., 1990. *A Color Atlas of Post-harvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables.* Vol. 1. General Introduction and Fruits. 302 p., Boca Raton.
- Taub, I.A., Singh, R.P., 1998. *Food Storage Stability.* 539p., Boca Raton.
- Thomai, T., Sfakiotakis, E., Diamantidis, Gr., Vasilakakis, M., 1998. Effects of Low Preharvest Temperature on Scald Susceptibility and Biochemical Changes in 'Granny Smith' Apple Peel. *Scientia Horticulturae* 76, 1-15.
- Thompson, A.K., 1998. *Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables,* 278p, UK.

- Wang, Z., Dilley, D.R., 2000a. Initial Low Oxygen Stress Controls Superficial Scald of Apples. *Postharvest Biology and Technology* 18, 201-213.
- Wang, Z., Dilley, D.R., 2000b. Hypobaric Storage Removes Scald-Related Volatiles During the Low Temperature Induction of Superficial Scald of Apples. *Postharvest Biology and Technology* 18, 191-199.
- Watkins, C.B., Bramlage, W.J., Brookfield, P.L., Reid, S.J., Weis, S.A., Alwan, T.F., 2000. Cultivar and Growing Region Influence Efficacy of Warming Treatments for Amelioration of Superficial Scald Development on Apples After Storage. *Postharvest Biology and Technology* 19, 33-45.
- Williams, K., Brunner, J., Drake, S., 1996. Horticultural Effects of Summer Oil Applications. *Good Fruit Grower* 47(5), 50-52.
- Zanella, A., 2003. Control of Apple Superficial Scald and Ripening – A Comparison Between 1-Methylcyclopropene and Diphenylamine Postharvest Treatments, Initial Low Oxygen Stress and Ultra Low Oxygen Storage. *Postharvest Biology and Technology* 27, 69-78.

EK. Elma Kabuk Dokusundaki α -Farnesen Sentezi (Terpen oluşum şeması)
(Rupasinghe vd., 2001)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hesna Esin Savran

Doğum Yeri : Eğirdir

Doğum Yılı : 1977

Medeni Hali : Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu:

Lise :1990 – 1993 Ankara Kocatepe Mimar Kemal Lisesi

Lisans :1993 – 1997 Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü

Yüksek lisans :1997 – 1999 Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Meyve Sebze İşleme Teknolojisi Alanı

Yüksek lisans :2001 – – Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Meyvecilik (Hasat Sonrası Fizyolojisi) Alanı

Yabancı Dil :İngilizce

İş Deneyimi:

1996 Asya Meyve Suyu Fabrikası (Staj) / Isparta

2001 Anatolia Doğal Mineralli Aromalı İçecek Fabrikası / Bolu

2001 Saracoğlu Soğutma Tesisleri Ltd. Şti. / Isparta

2002 Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü / Isparta