Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Soğuk Muhafaza Sırasında Farklı Elma Çeşitlerinin Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Elif Güner

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Eylül 2019

Effects of Some Post Harvest Threatments on Fruit Quality of Some Different Apple Cultivars During Cold Storage

Elif Güner

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Horticulture

September 2019

Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Soğuk Muhafaza Sırasında Farklı Elma Çeşitlerinin Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi

Elif Güner

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında
Meyve Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Yasemin Evrenosoğlu

Bu tez çalışması Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Komisyonu tarafından kabul edilen “2017-1795” no’lu proje çerçevesinde desteklenmiştir.

Eylül 2019

ONAY

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Elif GÜNER'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Soğuk Muhafaza Sırasında Farklı Elma Çeşitlerinin Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

Danışman: Doç.Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU

İkinci Danışman: -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye: Doç. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU

Üye: Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ

Üye: Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .....……..tarih ve

..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım klavuzuna Göre, Doç. Dr. Yasemin Evrenosoğlu danışmanlığında hazırlamış olduğum "Hasat Sonrası Bazı Uygulamaların Soğuk Muhafaza Sırasında Farklı Elma Çeşitlerinin Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi" başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 23/09/2019

Elif Güner

İmza

ÖZET

Elma üretim potansiyeli bakımından ülkemizin en önemli meyve türleri arasındadır. Antioksidan maddeler bakımından da oldukça zengin olduğu bilinen elma, etilen üretim miktarı oldukça yüksek meyveler grubunda yer almaktadır. Bu durum, hasat edilen meyvelerin depolanması sırasında meyve etinin sertliğinin azalmasına ve kepeklenmeye neden olmaktadır. Etilenin etkisinin azaltılmasının yanı sıra, çeşitli depo fizyolojik bozuklukları ve depo hastalıklarına dayanımın artırılabilmesi amacıyla gerçekleştirilen, hasat sonrası kimyasal uygulamalar mevcuttur. Ancak kimyasal uygulamaların büyük çoğunluğu meyvede kalıntıya sebebiyet vermekte ve insan sağlığını tehdit etmektedir.

Bu çalışmada, depolama ömrü konusunda etkinliği bilinen 1-MCP uygulaması ve organik bazlı olduğu bilinen esansiyel yağ uygulamaları 'Fuji', 'Granny Smith', 'Pink Lady' ve 'Golden Delicious' elma çeşitlerinde gerçekleştirilmiş ve etkileri birbiriyle karşılaştırılmıştır. Esansiyel yağların antibakteriyel, antiviral, antifungal, antienflamatuvar, antiseptik, antioksidan, sindirim uyarıcı, antiparazitik, antitoksijenik, insektisidal etkileri bulunmaktadır. Uçucu yağ uygulamaları hem kimyasal kalıntı bırakmama özelliği hem de ekonomikliği sayesinde tercih edilirliği yüksek olabilecek uygulamalar arasında yer almaktadır. 1-MCP uygulaması, 1000 ppb dozunda 24 saat uygulama süresiyle yapılmıştır. Kekik yağı için 200, 300, 400 ppm, lavanta yağı için 400, 500, 600 pmm doz seviyeleri tercih edilmiştir. Uygulamalar sonrasında elmalar % 85-95 oransal nemde 2 ay, 4 ay ve 9 ay boyunca depolanmıştır. Belirtilen depolama sürelerinin sonunda, farklı uygulama grupları üzerinde, ağırlık kaybı, meyve eti sertliği ve renk değerlendirmelerinin yanı sıra pH değeri, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada, 1-MCP ve esansiyel yağ uygulamalarının, farklı depolama süreleri boyunca meyve kalite özellikleri üzerindeki etkileri yalnızca saf su uygulanan kontrol meyveleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucuna göre, 400 ppm dozundaki kekik yağı uygulaması ve 500 ppm dozundaki lavanta yağı uygulaması, meyvelerde kalite özelliklerinin korunması bakımından tavsiye edilebilir uygulamalardır.

Anahtar Kelimeler: Elma, Depolama, 1-MCP, Kekik yağı, Lavanta yağı, Pomoloji

SUMMARY

Apple is the one of the most important fruits as growing capacity in our country. Apple is rich in antioxydants and additionally, has high etylene quantity. This situation leads to decrease of fruit firmness during storage. There are pre and postharvest chemical treatments to lessen the effect of etylene, and to increase resistance to storage diseases, and physiological disorders. But the most of these treatments cause residues on fruits and threatens human health.

In this study, 1-MCP that has known effects on storage life, and organic based essential oils were applied on 'Fuji', 'Granny Smith', 'Pink Lady' and 'Golden Delicious' apple cultivars and their effects were compared. Essential oils have antibacterial, antiviral, antifungal, antienflamatuar, antiseptic, antioxydant, digestive stimulant, antiparasitic, antitoxic, insecticidal effects. Essential oil applications are among the most desirable applications in case of economical condition and not to remain chemical residues. 1-MCP treatment was carried out on 1000 ppb dose and 24 hours duration. Dose levels of 200, 300, 400 ppm for thyme oil, and 400, 500, 600 pmm for lavender oil were preferred. The apples were stored for 2, 4 and 9 months at 85-90% relative humidity after threatments. Weight loss, fruit firmness fruit color evaluations, pH values, soluble solids content, titratable acidity, vitamin C, total phenolics and antioxydant capacity of different threatment groups were determined at the end of specified storage times. Effects of 1-MCP and essential oils on fruit quality characteristics in different storage times were compared to control fruits that only distilated water applied. As a result of the study, 400 ppm thyme oil and 500 ppm lavender oil applications were advisable to preserve fruit quality parameters.

Keywords: Apple, Storage, 1-MCP, Thyme oil, Lavander oil, Pomology

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesi ve tezimin tüm aşamalarında bilgi, katkı, yardım ve manevi desteğini esirgemeyen kıymetli Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU'na (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü), istatistiksel analizlerim konusunda bilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli Hocam Prof. Dr. Özlem ALPU'ya (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü) ve saygıdeğer Hocam Dr. Öğr. Üyesi Özer ÖZAYDIN'a (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü) içten teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarım esnasındaki yardımından dolayı sayın Hocam Sayın Arş. Gör. Kerem MERTOĞLU'na (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü) ve Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde çalışmalarını sürdüren tüm hocalarıma teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Canım aileme ve manevi desteğinden dolayı sevgili arkadaşım Emre Yayla'ya teşekkürlerimi sunarım.

1-MCP uygulaması için destek aldığım Bayagro Tarım İlaçları Firmasına teşekkür ederim.

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET vi

SUMMARY vii

TEŞEKKÜR ..... Vİİİ

İÇİNDEKİLER ix

ŞEKİLLER DİZİNİ xi

ÇİZELGELER DİZİNİ xiii

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ xvi

1. GİRİŞ VE AMAÇ 1

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI 8

3. MATERYAL VE YÖNTEM 29

3.1. Materyal 29

3.1.1. ‘Golden Delicious’ 29

3.1.2. ‘Fuji’ 30

3.1.3. ‘Granny Smith’ 31

3.1.4. ‘Pink Lady’ 32

3.2. Yöntem 33

3.2.1. Potasyum iyodür testi ile çeşitlerin hasat zamanının tespit edilmesi 33

3.2.2. Hasat ve depolama 33

3.2.3. Esansiyel yağ uygulamaları 34

3.2.4. 1 – MCP uygulaması 35

3.2.5. Pomolojik değerlendirmeler ve kimyasal analizler 35

3.2.5.1. Meyve ağırlığı 35

3.2.5.2. Meyve eti sertliği 35

3.2.5.3. Meyve kabuk renkleri 35

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.5.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarı 36
3.2.5.5. pH tayini 36
3.2.5.6. Titre edilebilir asitlik analizi 36
3.2.5.7. C vitamini analizi 37
3.2.5.8. Toplam fenolik madde analizi 38
3.2.5.9. Antioksidan kapasitesi 39
3.2.6. İstatistiksel değerlendirme 39
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 40
4.1. 'Golden Delicious' Çeşidine Ait Bulgular 40
4.2. 'Fuji' Çeşidine Ait Bulgular 54
4.3. 'Granny Smith' Çeşidine Ait Bulgular 68
4.4. 'Pink Lady' Çeşidine Ait Bulgular 82
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 99
KAYNAKLAR DİZİNİ 102

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil **Sayfa**

3.1. 'Golden Delicious' çeşidi meyvelerinin……29
3.2. 'Fuji' çeşidi meyvelerinin görünümü…….……..…….…30
3.3. 'Granny Smith' çeşidi meyvelerinin görünümü……..…… ..31
3.4. 'Pink Lady' çeşidi meyvelerinin görünümü……..…….32
3.5. 11.10.2017 tarihli potasyum iyodür testi sonuçları……33
3.6. Hasat ve depolama…….……34
3.7. Esansiyel yağ uygulamaları……...34
3.8. Meyve sularında titrasyon sonrası renk değişimi…….…….37
3.9. Meyve sularında C vitamini analizi sonrası renk değişimi……....38
3.10. Meyve sularında toplam fenolik madde analizi……..…….…….38
3.11. Meyve sularında antioksidatif kapasite analizi…….…….…39
4.1. 'Golden Delicious' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının ikinci ay sonundaki görünümleri……..…….……..51
4.2. 'Golden Delicious' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dördüncü ay sonundaki görünümleri ……..……...……...…….52
4.3. 'Golden Delicious' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dokuzuncu ay sonundaki görünümleri ……..…….53
4.4. 'Fuji' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının ikinci ay sonundaki görünümleri ……..…...65
4.5. 'Fuji' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dördüncü ay sonundaki görünümleri……..……...……... 66
4.6. 'Fuji' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dokuzuncu ay sonundaki görünümleri ……..……...67

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

Şekil **Sayfa**

4.7. 'Granny Smith' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının ikinci ay sonundaki görünümleri ...……..…….....79
4.8. 'Granny Smith' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dördüncü ay sonundaki görünümleri …….……..…….……80
4.9. 'Granny Smith' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dokuzuncu ay sonundaki görünümleri……..…..…….81
4.10. 'Pink Lady' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının ikinci ay sonundaki görünümleri…….……..……..93
4.11. 'Pink Lady' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dördüncü ay sonundaki görünümleri……..….……..94
4.12. 'Pink Lady' çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dokuzuncu ay sonundaki görünümleri…….……..……..95

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge **Sayfa**

1.1. Dünyada ve önemli yetiştirici ülkelerde elma üretim miktarları…….……...….5
1.2. Ülkelerin yıllık elma ihracatı……...……... 6
4.1. ‘Golden Delicious’ çeşidine ait verilerin normallik testi sonuçları……..……..40
4.2. ‘Golden Delicious’ çeşidine ait verilerin homojenlik testi sonuçları…….……40
4.3. ‘Golden Delicious’ çeşidine ait verilerin iki yönlü varyans analizi sonuçları…….…...42
4.4. ‘Golden Delicious’ Çeşidinde Ağırlık ve Meyve Eti Sertliği Değerlerinin Uygulamalar ve Aylara göre değişimi……...…….....43
4.5. ‘Golden Delicious’ çeşidinde meyve kabuğu üst renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……..….45
4.6. ‘Golden Delicious’ çeşidinde meyve kabuğu alt renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……...……..……..46
4.7. ‘Golden Delicious’ çeşidinde suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi…….....…..…...47
4.8. ‘Golden Delicious’ çeşidinde C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……...……...….……49
4.9. ‘Fuji’ çeşidine ait verilerin normallik testi sonuçları……..……...…….…..54
4.10. ‘Fuji’ çeşidine ait verilerin homojenlik testi sonuçları……....54
4.11. ‘Fuji’ çeşidine ait verilerin iki yönlü varyans analizi sonuçları..……...…….……56
4.12. ‘Fuji’ çeşidinde ağırlık ve meyve eti sertliği değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……..….57
4.13. ‘Fuji’ çeşidinde meyve kabuğu üst renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……..……59
4.14. ‘Fuji’ çeşidinde meyve kabuğu alt renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……..…….60

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge **Sayfa**

4.15. 'Fuji' çeşidinde suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……...……...……61

4.16. 'Fuji' çeşidinde C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……...63

4.17. 'Granny Smith' çeşidine ait verilerin normallik testi sonuçları…….…….68

4.18. 'Granny Smith' çeşidine ait verilerin homojenlik testi sonuçları……..…….…68

4.19. 'Granny Smith' çeşidine ait verilerin iki yönlü varyans analizi sonuçları……..70

4.20. 'Granny Smith' çeşidinde ağırlık ve meyve eti sertliği değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……..……..…….71

4.21. 'Granny Smith' çeşidinde meyve kabuğu üst renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……...……..……..73

4.22. 'Granny Smith' çeşidinde meyve kabuğu alt renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……....……..74

4.23. 'Granny Smith' çeşidinde suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……..…….…...75

4.24. 'Granny Smith' çeşidinde C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……...……...…….....77

4.25. 'Pink Lady' çeşidine ait verilerin normallik testi sonuçları……...…….82

4.26. 'Pink Lady' çeşidine ait verilerin homojenlik testi sonuçları…….....…82

4.27. 'Pink Lady' çeşidine ait verilerin iki yönlü varyans analizi sonuçları……..…..84

4.28. 'Pink Lady' çeşidinde ağırlık ve meyve eti sertliği değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi…….....…….85

4.29. 'Pink Lady' çeşidinde meyve kabuğu üst renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……..…..……87

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

Çizelge **Sayfa**

4.30. 'Pink Lady' çeşidinde meyve kabuğu alt renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……....…..88

4.31. 'Pink Lady' çeşidinde suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……...…...89

4.32. 'Pink Lady' çeşidinde C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi……...……91

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde
°C	Santigrat derece
µL	Mikrolitre
C_4H_6	1-MCP
$Ca(NO_3)_2$	Kalsiyum Nitrat
Ca^{+2}	Kalsiyum
$CaCl_2$	Kalsiyum Klorür
CaO	Kalsiyum Oksit
CH_3Br	Metil Bromür
CO_2	Karbondioksit
g	Gram
$H_2C=CH_2$	Etilen
H_2O_2	Hidrojen Peroksit
HCL	Hidroklorik asit
KI	Potasyum İyodür
kW	Kilowat
L	Litre
m	Metre
mg	Miligram
MHz	Megahertz
ml	Mililitre
N_2	Azot
$NaCO_3$	Sodyum Karbonat
NaOH	Sodyum Hidroksit

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

Simgeler	Açıklama
$-NH_2$	Amin Grubu
nm	Nanometre
O_2	Oksijen
O_3	Ozon
-OH	Hidroksil Grubu
$PMnO_4$	Potasyum Permanganat
ppb	Toplam madde miktarının milyarda 1 birimlik maddesi
ppm	Toplam madde miktarının milyonda 1 birimlik maddesi
-SH	Sülfidril Grubu

Kısaltmalar	Açıklama
1-MCP	1- Metilsiklopropen
AAT	Alkol Asetil Trasferaz
ACC –O	1- aminosiklopropen -1- karboksilik asit oksidaz
ACC –S	1- aminosiklopropen -1- karboksilik asit sentaz
ADH	Alkoldehidrogenaz
CAST	Council for Agricultural Science and Technology (Tarım Bilimleri ve Teknolojisi Konseyi)
DACP	Diazosiklopentadien
DKA	Dinamik Kontrollü Atmosferde Depolama
DNA	Deoksiribonükleik Asit
DPPH	Difenilpikrihidrozil
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

Kısaltmalar	Açıklama
GRAS	Genel Olarak Güvenilir
HVEF	Yüksek Voltaj Elektrostatik alan
KA	Kontrollü Atmosferde Depolama
MAIA	Mildwest Apple Improvement Association (Midwest Elma Geliştirme Derneği)
MDA	Malondialdehit
MEGEP	Mesleki Eğitim ve Öğretim Güçlendirme Projesi
mEq	Milliequivalent
N	Newton
PAL	Fenilalanin Amonyak Liyaz
PDC	Piruvatdekarboksilaz
PPO	Polifenol Oksidaz
RF	Radyo Frekans
RNA	Ribonükleik Asit
RQ	Solunum Oranı
rRNA	Ribozomal RNA
SAM –S	Adenozil Metiyonin Sentaz
SÇKM	Suda Çözünebilir Kuru Madde
TA	Titre Edilebilir Asitlik
TAGEM	Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü
TEPGE	Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
ULO	Ultra Düşük Atmosferde Depolama
UV	Ultraviyole

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Elma, *Rosaceae* familyası, *Pomoideae* alt familyasına dahil olup, *Malus domestica* Borkh. olarak adlandırılmaktadır. Kültür elmalarının bilimsel isimlendirmesi çeşitli kaynaklarda *Malus communis, M. sylvestris, M. domestic*a, *M. pumila* isimleri ile yapılmaktadır (Korban ve Skirvin, 1984; Juniper ve Mabberley, 2006; Atay vd., 2011).

Bitkilerin orijinleri üzerinde yaptığı çalışmalarla ünlü olan araştırıcı Vavilov (1887-1943), bitkilerin küçük alanlar içerisinde çok sayıda form zenginliği göstermeleri düşüncesinden hareket ederek kültür bitkileri için dünya üzerinde 8 ayrı anavatan bölgesi (gen merkezi) belirlemiştir. Bu anavatan bölgelerinden Çin, Orta Asya ve Yakın Doğu elmanın gen merkezi olarak gösterilmiştir. Bu gen merkezlerine değişik tür ve çeşitlerin yayılma alanını teşkil eden Kuzey Amerika da eklenmiştir (Vrugtman,1994; Özçağıran, 2011).

Ilıman iklim meyveleri arasında yer alan elmanın 4000 yıldan uzun bir süre önce kültüre alındığı bildirilmektedir (Karakuş ve Kalyoncu, 2010).

Dünyada elma çeşitlerinin sayısı 6.500'ü aşmaktadır. Türkiye'de çeşit sayısı 460'a ulaşmaktadır. Ticari olarak yetiştiriciliği yapılan çeşit sayısının çok daha az olduğu bilinmektedir. Ülkemizde elma üretim miktarı, yumuşak ve sert çekirdekli meyve üretimi düşünüldüğünde birinci sırada yer almaktadır. 'Golden Delicious' 798.137 ton, 'Starking Delicious' 1.215.157 ton, 'Amasya elması' 192.756 ton, 'Granny Smith' 140.000 ton, diğer elma çeşitleri ise 686.114 tonluk bir üretime sahiptir (Bayramoğlu vd., 2009; TUİK, 2017).

Türkiye'de, 'Starking Delicious' ve 'Golden Delicious' çeşitlerinin spur mutantları olan 'Starkrimson Delicious' ve 'Starkspur Golden Delicious' çeşitleri ile birlikte, Delicious grubunun daha iyi renklenen mutanları olan 'Scarlet Spur' ve 'Jeromine' çeşitlerinin geniş ölçüde tercih edildiği bilinmektedir. İyi renklenen çeşitler olan 'Fuji Zhen Aztec' ve 'Brookfield Gala' elma çeşitlerine de eğilim yüksek olmaktadır (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2016; Atay, 2017).

Elma ülkemizin hemen hemen her bölgesinde yetiştirilmektedir. Türkiye'de elma yetiştiriciliği için en uygun arazilerin, yabani elmaların doğal yayılma alanlarına paralel olarak

Kuzey Anadolu'da bulunduğu bildirilmiştir. Toroslar ile Doğu Torosların 1200 – 1500 m yüksekliğindeki kesimleri elma yetiştiriciliğine uygun olduğu belirtilmektedir. Türkiye'nin Akdeniz kıyı şeridi, Ege Bölgesi'nin özellikle Güney ve Güney Batı kıyıları, İç Anadolu'nun step iklimine sahip yöreleri, Doğu Anadolu'nun şiddetli ve uzun kışlı yörelerinin elma yetiştirmeye uygun olmadığı bilinmektedir (Özçağıran, 2011).

Ülkemizde, ticari açıdan elma üretim alanlarının %50'sini Isparta, Karaman, Niğde, Antalya ve Konya illeri oluşturmaktadır. Isparta ili, toplam üretim miktarının %20.4'lük kısmına sahip olmanın yanı sıra, işleme ve AR-GE altyapısı ile öne çıkmaktadır. Karaman ilinin %13.6, Niğde ilinin ise %12'lik üretim miktarına sahip olduğu bildirilmiştir (TEPGE, 2019).

Türkiye, yerel elma çeşitleri bakımından zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Önemli yerel çeşitler olan 'Demir', 'Yayla Pınarı', 'Söğüt', 'Mutsu', 'Pestevrek', 'Tavşanbaşı', 'Ferik', 'Altınok', 'Portakal elması', 'Şeker', 'Gelin', 'Karasakı', 'Sivanor', 'Çandır', 'Amasya', 'Şah', 'Dervişbey', 'Limon elması', 'Yabani elma', 'Mahara', 'Uruset', 'Misket', 'Sınap', 'Batum', 'Uzun Yumra', 'Göcer', 'Hanım Teni', 'Koraş', 'Kumpanya', 'Pomajin', 'Şafran', 'Ekin elması' ile birlikte daha pek çok yerel çeşit olduğu bildirilmiştir. 'Kağızman Uzun', 'Bayramiç' ve 'Piraziz' elma çeşitleri, 2018 yılında tescil alan yerel çeşitlerimiz arasında yer almaktadır (Coşkuner, 2018).

Elma ıslah programlarına bakıldığında temel hedefin, yüksek meyve kalitesine sahip, karaleke, külleme ve ateş yanıklığına dayanıklı çeşitler geliştirmek olduğu görülmektedir. Bu kriterlerin yanı sıra, ağaç formu, verimlilik, iklim adaptasyonu, hasat zamanı, depolama ömrü ve raf ömrü bakımından üstün çeşitlerin ıslah edilmesi diğer hedefler arasında yer almaktadır. Özellikle ABD'de yapılan çalışmalarda, ıslah edilen elma çeşitlerinin, C vitamini ve antioksidan miktarları üzerinde durulduğu belirtilmektedir. 'Golden Delicious', 'Red Delicious' ve 'Granny Smith' gibi çeşitler tesadüf çöğürü olarak ıslah edilen çeşitler iken, 'Gala', 'Elstar', 'Jonagold', 'Fuji' ve 'Pink Lady' gibi çeşitlerin kontrollü melezleme ile ıslah edilen çeşitler olduğu bildirilmiştir (Atay vd., 2010).

Çeşit yönetimi kavramı, "bitki ıslahçı hakları", "bitki patenti" gibi konuların yanı sıra çeşitlerin özel sektör ıslah programları aracılığıyla ticari markalar ile korunmasını da kapsamaktadır. Elma endüstrisinde, markalaşma yoluyla sıkı kontrol altında tutulan çeşitler "kulüp çeşitler" olarak adlandırılmaktadır. 'Pink Lady', 'Jazz', 'Ambrosia', 'Cameo', 'Envy',

‘Evelina’, ‘Honeycrunch’, ‘Kanzi’, ‘Kiku’, ‘Lady Alice’, ‘Opal’, ‘Rockit’, ‘Smitten’, ‘SweetTango’ çeşitlerinin başarılı kulüp çeşitler oldukları bildirilmektedir. Türkiye’de, ‘Pink Lady’, ‘Rosy Glow’, ‘Modi’ gibi kulüp çeşitler bulunmaktadır (Atay, 2017; Atay ve Atay, 2018). Yeni Zelanda’da geliştirilen ve NZ Queen × Sweetie melezi olan ‘Dazzle’ elma çeşidinin, iri meyveli, düşük asitlik oranına sahip, oldukça tatlı bir çeşit olduğu bildirilmektedir. 2018 yılında kulüp çeşitler arasında katılan ‘Crunch a Bunch’ çeşidinin, uzun depolama ömrüne sahip olmakla birlikte, karaleke ve ateş yanıklığına karşı dayanıklı, ancak külleme ve yumuşak çürüklüğe hassas olduğu belirtilmektedir. ABD’de geliştirilen ve McIntosh Wijcik × Gala melezi olan ‘Antietam Blush’ çeşidi, sıcağa toleransı yüksek ve Ekim ayının ilk haftasında olgunlaşan bir çeşit olarak tanımlanmaktadır. 2016 yılında patent alan ‘Rosalee’ çeşidinin hasat zamanının ‘Golden Delicios’ çeşidinin hasat zamanıyla yakın olduğu ve çeşidin uzun depolama ömrüne sahip olduğu bildirilmiştir (MAIA, 2016; Atay ve Atay, 2018; Brown, 2018).

Kulüp çeşitler arasında yer alan arktik elma çeşitleri, ABD’de geliştirilmiş ilk transgenik elma çeşitleridir. Taze meyve ve sebzelerde bulunan polifenol oksidaz enzimi, fenolik bileşiklerin kinonlara oksidasyonunu katalizlemekte, kinonlar kahverengi pigmentleri üreterek, yeni dilimlenmiş sebze ve meyvelerde enzimatik kararmaya yol açmaktadır. Okanagan Specialty Fruits tarafından yürütülen genetik modifikasyon çalışmasında, PPO kodlayan on gen, yüksek özdeşlik gösteren genler aynı gruba dâhil edilecek şekilde dört grupta sınıflandırılmıştır. Her gruba, baskılanması hedeflenen ve grup içindeki diğer genleri temsil eden bir genin ismi verilerek PPO2, GPO3, APO5 ve pSR7 gen grupları oluşturulmuştur. Her dört genden 450 baz çifti alınarak, baz çiftlerinin kombine edilmesiyle tek bir hibrit DNA üretilmiştir. *PGAS* olarak adlandırılan hibrit gen, bitki transformasyonu için gerekli elementleri içeren bir vektör ile birleştirilmiştir. Yeni vektör GEN-03 olarak adlandırılmış ve *Agrobacterium tumefaciens* bakterisi aracılığıyla elma hücrelerine entegrasyonu sağlanarak genetik transformasyon gerçekleştirilmiştir. PPO aktivitesinin, ‘Arktik Gala’, ‘Arktik Granny Smith’, ‘Arktik Golden Delicious’, ‘Arktik Fuji’ çeşitlerinde %90-91 oranında baskılandığı bildirilmektedir (Xu, 2013; Yılmaz ve Elmacı, 2018).

Elmalar, olgunlaşma zamanlarına göre yazlık, kışlık ve güzlük elmalar olmak üzere pomolojik olarak üç grupta toplanmaktadır. Yazlık elma çeşitleri Haziran ayı başından Ağustos ayı sonlarına kadar olgunlaşma göstermektedir. ‘Lodi’, ‘Early Blaze’, ‘Paula Red’, ‘Ginger Gold’, ‘Ozark Gold’, ‘Vista Bella’, ‘Jersey Mac’, ‘Summer Red’, ‘Raritan’, ‘Early June’,

‘Summer Rombo’, ‘Yellow Transparent’ yazlık elma çeşitleri olarak bilinmektedir (Özçağıran, 2011; Anonim,2019a).

Güzlük elma çeşitleri Eylül başından Ekim ortasına kadar olgunlaşmaktadır. ‘Cortland’, ‘Honeycrisp’, ‘Jonathan’, ‘Jonalicious’, ‘Grimes Golden’, ‘Red Delicious’, ‘Jonagold’, ‘Empire’, ‘King David’, ‘Ida Red’, ‘Stayman Winesap’, ‘Rubra Precoce’, ‘Prima’, ‘Hı-early’, ‘Gala grubu’, ‘Elstar’, ‘Golden Delicious’, güzlük elma çeşitleri grubunda bulunmaktadır (Özçağıran, 2011; Anonim,2019a).

Kasım başından kasım ortalarına kadar hasadı yapılan kışlık çeşitler grubunda ise ‘York Imperial’, ‘Fuji’, ‘Braeburn’, ‘Gold Rush’, ‘Enterprise’, ‘Amasya elması’, ‘Demir elması’, ‘Hüryemez elması’, ‘Starking Delicious’, ‘Starkrimson Delicious’, ‘Granny Smith’, ‘Elite elması’, ‘Topred Delicious’, ‘Spartan’, çeşitleri yer almaktadır (Özçağıran, 2011; Anonim, 2019a).

Anaç seçimi, meyvelerin muhafaza ömrünü doğrudan etkileyen, çeşitlerde hastalık ve zararlılara hassasiyetin azaltılması, değişik iklim koşullarına adaptasyon, meyve kalitesini artırma gibi konularla yakından bağlantılıdır. ‘M27’, ‘M9’ çok bodur, ‘M26’ bodur, ‘MM106’ yarı bodur, ‘MM111’ kuvvetli, ‘MM109’ çok kuvvetli anaçlar grubunda yer almaktadır. Bodur anaçların, kuvvetli gelişen anaçlara göre daha yüksek konsantrasyonlarda organik ve mineral besin içerdiği, erken sezonda sürgünlerde daha fazla nişasta depoladığı belirtilmektedir. ‘MM106’ ve ‘M9’ anaçlarında, potasyum, kalsiyum, magnezyum, sodyum ve hidrojen iyonlarının bitki organlarına dağıtım oranlarında farklılık bulunmaktadır. ‘M9’ anacında yapraklara ve köklere iyon dağıtımı daha yüksek olmaktadır. Kuvvetli gelişen anaçlarda, su ve besin maddelerinin yüksek oranda karşılanması, vejetatif büyümeyi teşvik ederek karbonhidrat birikimine izin vermemektedir (Demirsoy ve Macit, 2007; Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 2016).

Elma çeşitlerinin büyük kısmı kendine verimli değildir. Çiçek tozları normal yapıda ve çimlenme yeteneğinde, yumurta hücresi de normal yapıda olmasına rağmen kendine uyuşmazlıktan dolayı meyve tutumu az olmaktadır. ‘Jonathan’, ‘Golden Delicious’, ‘Rome Beauty’, ‘Oldenburg’, ‘Wealthy’, ‘Yellow Transparent’, ‘Yellow Newton’, ‘Galia Beauty’, ‘Grimes Golden’ gibi çeşitlerin kendine kısmen verimli olduğu bilinmektedir. Hatta ‘Yellow Transparent’ kendi çiçek tozuyla tozlandığında ekonomik ürün vermektedir. Buna karşın

‘Braeburn’, ‘Fuji’ ve ‘Gala grubu’ gibi kendine verimli çeşitler de bulunmaktadır (Özçağıran vd., 2005).

Dünyada elma yetiştiriciliği yapan ülkeler ve üretim miktarları Çizelge 1.1’de belirtilmiştir. Buna göre, 2017 yılında dünyada toplam elma üretim miktarı 83.139.326 tondur. Elma yetiştiricisi ülkeler arasında, Çin [41.390.000 (ton)] 1. sırada, Amerika [5.173.670 (ton)] 2. sırada, Türkiye [3.032.164 (ton)] ise 3. sırada yer almaktadır.

Çizelge 1.1. Dünyada ve önemli yetiştirici ülkelerde elma üretim miktarları (ton) (FAO, 2017)

Ülke	2013	2014	2015	2016	2017
Dünya	82.844.442	85.477.191	82.445.405	85.204.410	83.139.326
Çin	39.682.616	40.923.200	38.899.000	40.393.000	41.390.000
Amerika	4.731.694	5.358.740	4.556.790	5.160.750	5.173.670
Türkiye	3.128.450	2.480.444	2.569.759	2.925.828	3.032.164
Polonya	3.085.074	3.195.299	3.168.818	3.604.271	2.441.393
Hindistan	1.915.000	2.497.680	2.134.000	2.521.000	2.265.000
İran	3.035.493	2.412.494	2.412.494	2.470.028	2.096.749
İtalya	2.216.963	2.473.608	2.473.608	2.455.616	1.921.272
Şili	1.716.253	1.738.052	1.721.159	1.743.172	1.766.210
Fransa	1.688.158	1.847.551	1.968.628	1.819.762	1.710.755
Rusya	1.573.000	1.624.000	1.612.700	1.843.544	1.639.421
Diğer	20.071.741	20.926.123	20.928.449	20.267.439	19.702.692

Elma yetiştiriciliği yapan bazı ülkelerin yıllık ihracat miktarları Çizelge 1.2’de verilmiştir. Buna göre 2016 yılında Çin [1.322.042 (ton)] elma ihracatında birinci sırada yer almaktadır. Türkiye, yüksek üretim miktarına rağmen ülkelerin elma ihracatı sıralamasında ilk onda yer almamaktadır. 2017 yılında 215.000 ton’luk ihracat gerçekleştirilmiş olup, üretimin yaklaşık %7’lik bir kısmının ihracatta değerlendirilebildiği anlaşılmaktadır. İhracat miktarının bu denli az olmasının nedeni ise üretimin yeterli düzeyde değerlendirilememesi şeklinde belirtilmektedir. Türkiye’nin yoğun olarak elma ihracatı yaptığı ülkelerin, Irak, Suriye, Suudi Arabistan, Rusya ve Hindistan olduğu bilinmektedir (Aras, 2015; TEPGE, 2019).

Çizelge 1.2. Ülkelerin yıllık elma ihracatı (ton) (FAO, 2017)

Ülke	2012	2013	2014	2015	2016
Dünya	8.280.054	8.584.796	8.430.861	9.303.583	9.043.972
Çin	975.878	994.664	865.048	833.021	1.322.042
Polonya	958.364	1.205.248	1.062.068	888.801	1.093.132
İtalya	933.367	788.021	975.250	1.143.883	1.049.438
Amerika	870.185	890.463	888.632	989.083	776.652
Şili	761.984	833.251	820.184	629.046	76.813
Fransa	626.319	543.164	700.961	633.757	573.469
Güney Afrika	388.835	482.435	381.865	381.051	510.879
Yeni Zelanda	284.450	322.136	336.785	358.508	380.994
Belarus	63.284	117.867	312.972	610.791	282.964
Sırbistan	61.642	202.206	135.982	187.366	232.223
Litvanya	73.443	65.028	106.116	458.983	67.649
Belçika	180.879	202.206	174.484	237.039	212.312
Hollanda	283.656	273.033	173.677	167.201	182.844
Diğer	1.817.768	1.665.074	1.496.837	1.785.053	2.282.561

Elmaların, serin güneşli ve gece gündüz sıcaklık farkı fazla olan bölgelerde veya yaylalarda yetiştirildiğinde dayanıklı oldukları bildirilmektedir. Özellikle hasat öncesi serin, yağışsız veya kuru olan mevsimlerde dayanıklılığın arttığı bilinmektedir. Hasat öncesi nemli yağışlı ve sıcak olan mevsimlerde meyvelerin hızla yumuşadığı bildirilmektedir. Sert budama, aşırı meyve seyreltmesi, meyve dokusunun zayıf ve gevşek olmasına yol açan fazla ve geç azotlu gübreleme, aşırı sulama gibi meyvede aşırı iriliğe yol açan tüm uygulamaların meyvelerin muhafaza süresini düşürdüğü belirtilmektedir Hastalık ve zararlılarla bulaşık ve zararlanmış meyveler erken olgunlaşıp, çabuk bozulmakta ve dayanıksız olmaktadır. Elmada görülen en önemli hastalıklar, mavi ve yeşil çürüklük, kahverengi çürüklük, acı çürüklük, kurşuni küf, kara leke, siyah çürüklük ve pembe küftür. Elmada görülen en önemli fizyolojik bozukluklar ise donma, düşük sıcaklık zararları, kabuk yanıklığı, acı benek ve lentisel beneği, iç sulanması, yaşlanma bozukluğu (kepeklenme) olarak sıralanabilmektedir. Hastalık ve fizyolojik bozukluğa sahip meyveler depoya alınmamalıdır (Karaçalı, 1982).

Depolamada kullanılan birçok kimyasal depolama süresini etkilemekte, depolama ömrünü uzatmaktadır. 1-Metilsiklopropen ve $CaCl_2$ elma muhafazasında sıkça kullanılan kimyasallardır. UV-C, ozon, sıcak su, sıcak hava uygulamaları muhafazada tercih edilmektedir. Bu yöntemlere alternatif olarak geliştirilen vaks kaplama uygulaması meyvelerde su kaybının azaltılması, kimyasal ve mikrobiyolojik faaliyetlerin hızının yavaşlatılması konusunda etkili olmaktadır.

Meyvelerde hasat sonrası kayıpların en önemli fungal etmenleri *Colletotrichum gloeosporioides, Monilinia* spp., *Botrytis* spp., *Aspergillus niger, Penicillium expansum,*

Alternaria spp. ve *Rhizopus* spp. fungus türleridir (Antunes ve Cavaco, 2010). Bu hastalık etmenleri ile mücadelede, doğal yapıdaki koruyucu ajanlar olan uçucu yağların kullanımı gittikçe artmaktadır. Uçucu yağlar, antifungal özelliğe sahip bir takım sekonder metabolitleri içermektedir (İşcan, 2002). Bu sekonder metabolitler biyolojik olarak aktif bileşenler olup, antimikrobiyal, alellopatik, antioksidant ve biyolojik düzenleyici etkiler göstermektedir. Uçucu yağların antimikrobiyal etkinliğinin, yapılarındaki fenolik bileşenlerden kaynaklandığı belirtilmektedir (Bagamboula vd., 2004; Hadizadeh vd., 2009; Saharkhiz vd., 2009; Caccioni ve Guizardi, 1994). Adaçayı, mercanköşk, zater ve turşuotu, limonotu, lavanta, biberiye ve yarpuz, karanfil, tarçın, çam ağacı, çay ağacı, nane, rezene uçucu yağlarının yüksek oranda antifungal etki gösterdiği belirtilmektedir. Kekik uçucu yağında bulunan karvakrolün, kekik uçucu yağının bileşenleri içindeki en önemli fungitoksik bileşik olduğu bildirilmektedir (Boyraz ve Özcan, 1997; Shahi vd., 2003; Daferera vd., 2003; Plaza vd., 2004; Singh vd., 2006; Szczerbanik vd., 2007). Dereotu uçucu yağının, kiraz ve domates meyvelerinde çürümeyi önemli ölçüde azalttığı bilinmektedir (Tian vd., 2011; Boyraz ve Yılmaz, 2012).

Çalışmamızda, 1-MCP uygulamasına alternatif olarak organik yağların kullanımının etkinliği araştırılmak üzere, farklı dozlarda kekik (200, 300 ve 400 ppm) ve lavanta (400, 500 ve 600 ppm) yağları farklı elma çeşitlerinde uygulanarak, depolamanın ikinci, dördüncü ve dokuzuncu aylarında çeşitlerin kalite özellikleri izlenmiştir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Meyve türleri olgunlaşma süreçlerinde gösterdikleri solunum eğrilerine göre, solunum klimakteriği gösteren meyveler (klimakterik) ve solunum klimakteriği göstermeyen meyveler (non klimakterik) olarak iki gruba ayrılmaktadır (Wilss vd., 1989).

Meyvelerde gelişim, hücre bölünmesi ve hücre genişlemesi safhalarından oluşmaktadır. Hücre bölünmesi ve doku farklılaşması meyve tutumundan sonraki ilk 30-40 gün içerisinde gerçekleşmektedir. Bu evre genellikle Haziran meyve dökümüne kadar sürmektedir. Meyveler yaklaşık yüz milyon hücreden oluşan fındık büyüklüğüne ulaştığında, her bir hücre genişleyerek büyümeye başlamaktadır. Hücre bölünmesi evresinden daha uzun bir süreci kapsayan hücre genişlemesi evresinde, hemen hemen hiç yeni hücre oluşumu görülmemektedir (Pekmezci, 1975; Atay vd., 2009). Bu hücre gelişimi döneminde solunum şiddetinde sürekli bir azalma olmaktadır. Solunum şiddetinin minimum değere ulaştığı nokta "klimakterik minimum" olarak adlandırılmaktadır. Klimakterik minimum noktasının, pek çok meyve türü için fizyolojik hasat zamanı olduğu bildirilmiştir (Fidler vd., 1973).

Non klimakterik meyve türlerinde derimden sonra solunum şiddetinde yükseliş gerçekleşmemektedir. Bu meyve türleri derimden sonra olgunlaşmaya devam etmemektedir. Non klimakterik meyvelerdeki solunum şiddeti değişimi ilk olarak Biale ve Young tarafından 1946 yılında turunçgil meyvelerinde gözlenmiştir (Tucker ve Grierson, 1987; Söylemezoğlu, 1998). Klimakterik meyve türlerinde ise derimden sonra meyve bünyesinde meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal değişimler sebebiyle solunum yükselişi başlamaktadır. Bu klimakterik yükseliş evresinde, solunum şiddetinde "klimakterik maksimum" noktasına kadar yükseliş görülmektedir. Klimakterik maksimum noktasından sonra solunum şiddeti tekrar azalmaya başlamakta ve meyve aşırı olgunluk evresine girmektedir (Erkan ve Pekmezci, 1997).

Solunum esnasında birim zamanda üretilen CO_2 hacminin (mL kg^{-1} h^{-1}) tüketilen O_2 hacmine (mL kg^{-1} h^{-1}) oranı "solunum oranı (RQ), olarak adlandırılmaktadır. Solunum oranı, birim zamanda üretilen CO_2 hacminin, birim zamanda tüketilen O_2 hacmine oranının 0.727 katsayısı ile çarpılmasıyla elde edilmektedir. Solunum oranı meyvenin metabolizması hakkında bilgi vermekle birlikte, fizyolojik depo hastalıklarının zamanında teşhis edilmesi ve farklı sıcaklıkların olgunlaşma üzerine etkisinin saptanması bakımından önem taşımaktadır. Q_{10}

katsayısı, sıcaklıktaki 10ºC'lik bir artışın, solunum oranındaki artışı ifade etmektedir (Pekmezci, 1975; Fagundes vd., 2013; Bron vd., 2005).

Solunum oranının 1'den küçük olması, yağ ve proteinler gibi O_2 ce fakir bileşiklerin yakıldığını göstermektedir. Proteinlerin hidrolize olması ve amino asitlerin deaminasyonuyla solunum için uygun substrat ortaya çıkmaktadır. Ancak bu durum mevcut karbonhidrat rezervlerinin azalması ya da tamamen tüketiminden sonra meydana gelmektedir. Solunum katsayısının 0.80 – 0.82 aralığında olması protein yıkımının gerçekleştiğini göstermektedir. Solunum katsayısının 1'den büyük olması, organik asitler gibi O_2 ce zengin bileşiklerin yakıldığını göstermektedir. Elmalarda yeme olumundaki solunum katsayısı 1.25 dolaylarında iken, iç kararması gibi durumlarda 1.90 dolaylarına yükseldiği bildirilmiştir (Platenius, 1942; Pekmezci, 1975).

Olgunlaşma hızı ortamdaki etilen konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Bu durumun, ilk defa bu olaya klimakterik adını veren Kidd ve West tarafından 1924 yılında elmada gözlenmiştir(Rhodes, 1970; Sakar vd., 2014).

$H_2C = CH_2$ kimyasal formülüne sahip, gaz halinde, doğal bir bitkisel hormon olan etilen, klimakterik meyve türlerinde olgunlaşmayı hızlandırmaktadır. Havadan biraz hafif olup (1.5 g/l), suda az, yağda iyi çözünmektedir. Kaynama noktası -103 ºC 'dir. Normal atmosfer koşullarındam %2.75-28.6 dozları arasında patlayıcı olmaktadır. Havada 0.005 ppm olarak fizyolojik etki sınırının altında bulunmaktadır. Bu düzey etilen kullanan toprak mikroorganizmaları tarafından kontrol edilmektedir. Özellikle organik maddelerin oksidasyonu, yanması veya çürümesi sonucu üretilmektedir (Karaçalı, 2012).

Etilen, bitkilerde gerçekleşen birçok fizyolojik olayda görev yapmaktadır. Bitkilerde, belli hücre, doku veya organlar genetik olarak kontrol altında olan programlanmış hücre ölümü sürecini yaşamaktadır. Yaprak yaşamında, kloroplast ve yaprak proteinlerinin yıkımını takiben çekirdek organizasyonunun bozulması, sitoplazmik yapıların kaybı ve hücre çeperinin parçalanmasını içeren son safha "yaprak senesensi" olarak adlandırılmaktadır. Senesens (yaşlanma) esnasında yapraklarda yıkıma uğrayan azot, kükürt, fosfor, potasyum gibi besinler aktif olarak büyüyen dokulara taşınmaktadır. Yaprak senesensinde, programlanmış hücre ölümü, kışın ağaçların donmasını ve kurumasını önleyen bir adaptasyon olarak ortaya çıkmaktadır. Etilen hormonunun, senesens ile ilişkili genleri doğrudan aktive etmediği,

fotosentez ile ilgili genlerin anlatımını baskılama, senesens başlangıcını programlama ve senesensin hızını düzenlemede rol alabileceği bildirilmiştir (Grbic ve Bleecker, 1995; Sağlam, 2015; Yüksel ve Aksoy, 2018, Anonim, 2019e).

Yaprakların kuruyup dökülmesi ya da meyvelerin daldan ayrılması olayı "absisyon" olarak adlandırılmaktadır. Yaprak ve meyve saplarının gövde ile birleştiği yerde ince bir mantar hücre tabakası oluşmakta bu bölge "absisyon tabakası" denmektedir. Absisyon tabakasının2 oluşumu için BOP1/2, ATH1, BP ve AS1 proteinleri gerekmektedir. Tabakanın oluşumundan sonra absisyon sinyali aktive olmakta, etilen ve jasmonik asit sinyalleri absisyonu pozitif olarak düzenlerken, oksin negatif düzenleme gerçekleştirmektedir. Absisyon sinyalleri, SBTs, IDA, HAE/HSL2, SERK1/2/3, MKK4/5, MPK3/6, AGL 15, NEV proteinlerini etkilemektedir. Bu aşamada, absisyon tabakasındaki hücrelerin sitozollerinin pH'sı alkali olmakta ve tabakadaki hücreler genişlemeye başlamaktadır. Sonraki aşamada poligalakturonaz, pektin metiltransferaz ve expansin enzimleri, absisyon tabakasındaki hücrelerin birbirinden ayrılmasını sağlamaktadır. Daha sonraki aşamada ayrılma tabakası koruyucu bir tabaka ile kapatılmakta ve hücrelerin pH'sı nötrlenmektedir (Toker, 2004, Kim, 2014, Patharkar R., 2017).

Etilen biyosentezinde SAM sentaz (S-adenozil metiyonin sentaz), ACC-S (1-aminosiklopropen-1- karboksilik asit sentaz) ve ACC-O (1-aminosiklopropen-1- karboksilik asit oksidaz) enzimleri rol almaktadır. Biyosentez için, metiyonin SAM sentaz tarafından SAM'e (S-adenozil metiyonin) dönüştürülmekte, SAM'in ACC'ye (1-aminosiklopropen-1-karboksilik asit) dönüşümünü ACC-S katalizlemekte, ACC'den ise ACC-O enzimi sayesinde etilen üretilmektedir (Güneş, 2019).

Meyve ve sebzelerde içsel etilen konsantrasyonu belli bir sınır değeri aşın$_{ca}$ solunum yükselişi başlamakta ve meyve olgunlaşmaktadır. Hücre uzaması dönemi sonunda yeterli madde birikimi gerçekleştiğinde olgunlaşma başlamaktadır. Meyvelerde önemli olgunlaşma olayları, klorofilin bozulması sonucu meyve kabuk ve etinin renklenmesi, meyvenin koku ve aromasını oluşturan uçucu bileşiklerin sentezlenmesi, pektik madde bileşiminin değişimi, kabuk yüzeyinde mum gelişmesi, doku permeabilitesi ve hücresel düzenin değişimi, protein bileşiminin değişimi olarak özetlenebilir. Etilenin, hücre duvarının parçalanmasına yol açan pektin esteraz, endo ve exo poligalakturonaz, endo-1,4-β-D glukanaz ve selülaz enziminin aktivitesini artırdığı bildirilmiştir. Etilen olgunlaşma olaylarını hızlandırırken, reaksiyonlar için gereken enerji ve öncül maddeler hızlanan solunumla sağlanmaktadır (Ward 2004; Karaçalı,

2012; Öztürk vd., 2015). Oksin, giberellik asit ve sitokininlerin, klimakterik öncesi, elma meyvelerinin dokusunda etilen üretimini baskıladığı, öte yandan absisik asitin etilen üretimini teşvik ettiği belirtilmektedir (Lieberman vd., 1977).

Hasat sonrası dönemde solunum hızını etkileyen içsel faktörler arasında ürünün gelişme durumu, organ ve doku tipi, ürünün büyüklüğü, yüzey hacim oranı, yüzeyin niteliği gibi faktörler de bulunmaktadır. Genç ve su miktarı fazla olan dokularda solunum hızı daha yüksektir. Küçük meyvelerde, yüzey/hacim oranının büyüklüğü sebebiyle gaz difüzyonu kolaylaştığından solunum daha hızlı olmaktadır. Bu yüzden henüz küçükken hasat edilmiş meyvelerde su kaybı çabuklaşmakta ve erken buruşma meydana gelmektedir. Meyvelerin dış yüzeyindeki kutikular yapı gaz difüzyonunu yavaşlatmaktadır (Karaçalı, 2012).

Meyvelerde, solunum hızındaki düşüş ve yükselişler 0-50 °C arasında gerçekleşmektedir. Belli bir maksimum sıcaklık derecesinden sonra solunum hızının azalması, proteinlerin önce rivesibl, sonra irreversibl şekilde denature olmasından kaynaklanmaktadır. Yüksek sıcaklık sebebiyle gaz difüzyonu ve solunum substratı yetersiz kalmakta ve içsel CO_2 konsantrasyonu artmaktadır. Klimakteriyel yükseliş, metabolizmanın normal çalıştığı 0-30 °C'de görülmektedir. Düşük sıcaklık, klimakteriyel yükselişi baskılama, tatlanma ve asit kaybı ile kabuk renklenmesini azaltma, membran lipidlerinin oksidasyonunu yavaşlatma, patojenlere karşı direnç sağlama ve patojenlerin etkisini yavaşlatma gibi etkiler sağlamaktadır. Elmalarda en uygun depolama sıcaklığı 1,5 °C olmakla birlikte, depoda sıcaklığın aşırı düşürülmesi donma ve düşük sıcaklık zararına neden olmaktadır. Elma depolamasında bağıl nem oranı % 90-95 uygun bulunmaktadır. Yüksek bağıl nem yüzeysel kabuk yanıklığı ve iç kararması ile birlikte hastalık kayıplarını artırmakta, ancak düşük bağıl nem su kaybını hızlandırmaktadır (Karaçalı, 2012).

Yüksek rakımda yetiştirilen bitkilerde olgunlaşma yavaşlamakta, bitkilerde sap yerine yaprak sayısı arttığından, bitkilerin yapısal maddeler yerine soğuğa dayanıklılık için eriyebilir şeker ve proteinleri depolaması kolaylaşmaktadır. Gece sıcaklığının yüksek olduğu alanlarda bitkiler gündüz ürettikleri fotosentez ürünlerini gece tüketirlerken yüksek rakımda, gece sıcaklığı düşük olduğundan, fotosentez ürünleri eriyebilir karbonhidrat olarak depolanmakta dolayısıyla yüksek rakımda yetiştirilen meyvelerin beslenme ve kalite değeri yüksek olmaktadır. Rakım artışı sayesinde artan UV radyasyonu bitki hastalıklarına da engel olmaktadır. Yüksek rakımda yetiştirilen meyvelerin ebatları daha küçük olmasına rağmen,

kabuk kalınlıkları ve doku sertlikleri daha fazla olduğundan depodaki dayanım süreleri ve raf ömürleri daha uzun olmaktadır. Yüksek rakımda yetiştirilen elmalarda düşük sıcaklıklar ve gece- gündüz sıcaklık farkının fazla olması sayesinde, antosiyanin birikimi daha yüksek olmaktadır (Aslantaş ve Karabulut, 2007; Yavuz, 2016, KUDAKA, 2016).

Meyvelerin hasat edilmeye hazır ve uygun olma durumuna hasat olumu denilmektedir. Fizyolojik anlamda hasat olumu, ağaç üzerinde fiziksel gelişimini tamamlamış, meyvelerde yeme olumuna ulaşmayı sağlayabilecek, yeme olumundan önceki olgunluk seviyesi olarak bilinmektedir. Bu aşamada fiziksel gelişme durmuş ya da durmak üzeredir ancak biyokimyasal olaylar bakımından yoğun bir dönem başlamaktadır. Yeme olumu, hasat olumundan sonra başlamaktadır. Meyveler tüketiciye yeme olumunda ulaşmaktadır. Depolama, hasat olumu ile yeme olumu arasındaki sürede uygulanmaktadır. Meyveler geç hasat edildiğinde depolamaya dayanım düşük olmakta, asit kaybı fazlalaşmakta, tat ve lezzet bozulmakta, meyve etinde kepeklenme görülmekte ve fizyolojik bozukluklara eğilim yüksek olmaktadır. Erken hasat durumunda ise meyveler yeterli irilik, şekil ve ağırlığa ulaşamamaktadırlar. Bunun yanı sıra meyvelerde, yetersiz şeker birikimi, buruk tat, aroma maddelerinin oluşumunun geri kalması gibi durumlar görülmektedir. Erken hasatta meyvelerin kendine has üst renk oluşumunun ortaya çıkmaması nedeniyle albeninin düşük olması, meyvelerde hızlı su kaybı ve çabuk buruşma gibi durumlar da görülebilmektedir. Yazlık elma çeşitlerinin meyveleri her iki oluma ağaç üzerindeyken ulaşmaktadır. Kışlık elmalarda ise ağaç olumu ile yeme olumu arasında çeşitlere göre değişen oldukça uzun sayılabilecek bir süre geçmektedir (Karaçalı, 2012; Özçağıran, 2011; Güneyli ve Onursal, 2014; MEGEP, 2015).

Hasat edilen ürünün en kısa zamanda soğutulması, kaliteyi korumak ve hasat sonrası kayıpları azaltmak bakımından önemli olup, ürünün gizli (latent) ısısının, yani bahçeden getirdiği ve ortam sıcaklığına göre miktarı değişen ısının kısa sürede alınması işlemine ön soğutma denilmektedir. Soğutulmuş ürün hemen depoya alınmakta veya pazara gönderilmektedir. Ön soğutma tamamlanınca ürünün soğutma gereksinimi 1/5'e düşmektedir. Ön soğutma, hava, su ve vakumla soğutma ile yapılabilmektedir (Karaçalı, 2012).

'Starking Delicious' çeşidi ile yapılan bir çalışmada, hasat ve depolama arasındaki sürenin mümkün olduğu kadar kısa tutulması gerektiği belirtilmektedir. Depolamadaki her 1 günlük gecikme, meyvelerin 0°'de depolanma ömürlerinde 1 haftalık kayba neden olmaktadır. 0-35°C arasında, sıcaklıktaki her 10°C'lik yükseliş meyvelerde solunum hızını 2-3 kat

artırmaktadır. Yapılan çalışmada elmalar, hasattan hemen sonra depoya taşınanlar ve 6, 12, 24 saat sonra depolananlar olarak dört gruba ayrılmıştır. 6 aylık depolama süresi sonunda, hemen depoya taşınan elmaların meyve eti sertliği, titre edilebilir asit miktarı, C vitamini miktarı ve pH değeri daha yüksek bulunmuştur. 24 saat ön bekleme süresinin Starking Delicious elmalarında, çabuk geçkinleşmeye eğilimi artırdığı belirtilmektedir (Smock ve Neubert, 1950; Abeles ve Gahagan; 1968; Batkan ve Kundakçı, 2005).

Elmanın depolama ömrünün uzatılabilmesi, kontrollü atmosferde (KA) depolama ile mümkün olabilmektedir. KA, ticari anlamda 1929'da İngiltere Kent'te küçük miktarlar ile başlamış olup mekanik soğutma sistemlerinin sebze ve meyvelerin muhafazasında kullanılmasından bu yana, pek çok avantaj sağlayan en önemli yeniliklerden biri olarak kabul edilmektedir (Lohse vd.,1987; Ryall ve Pentzer, 1982 Drake ve Kupferman, 2001).

Kontrollü atmosferde depolama, ortam atmosferindeki (%21 O_2, % 0.03 CO_2, %79 N_2) oksijen oranının azaltılması ve CO_2 oranının yükseltilmesi ile meyvelerin solunum hızının azaltılması, buna bağlı olarak da metabolizmanın yavaşlatılarak olgunlaşma ve yaşlanmanın geciktirilmesi esasına dayanmaktadır. Ortamdaki oksijen oranının % 5'i aşan seviyelerde olmasının CO_2'i baskın faktör haline getirdiği belirtilmektedir (Nevwirth, 1984; Karaçalı, 2009). % 3-5 CO_2 ve % 5-8 O_2 oranlarındaki atmosfer bileşiminin, solunum hızını azalttığı, klimakterik başlangıcını geciktirdiği, su kaybını azalttığı bilinmektedir (Starostenko ve Postol, 1987).

'Jonagold' elma çeşidinin, depo yanıklığına ve acı beneğe karşı hassas, meyve eti sertliği kaybına meyilli olduğu, buna bağlı olarak normal atmosferde depolama süresinin 3 ay olduğu bilinmektedir. Buna karşın KA'de depolama ile çeşidin 6-9 ay arasında değişen sürelerde muhafaza edilebileceği bildirilmiştir. (Stow, 1987; Goffings ve Herrogods, 1995; Van Schaik ve Bevers, 1995; Van Schaik, 1997; Brackmann ve Lunardi, 2000; Kupferman, 2000; Anonim, 2019c). 'Jonagold' elmaları için, %1.5- 2 CO_2 - %1 O_2 veya %5 CO_2 - %1.2 O_2 oranları ile oluşturulan kontrollü atmosfer ortamının, depo yanıklığı oranını önemli ölçüde azalttığı, hasat tarihinde elmalardaki Ca^{+2} konsantrasyonu ile depolama sırasındaki yanıklık oranının ters orantılı seyrettiği belirtilmektedir (Dilley vd., 1992; Herrogods ve Goffings, 1994; Putter, 1995; Putter, 1997; Johnson, 2001).

KA'de depolama ile 'Jonagold' elmalarında, ağırlık kaybı 3-4 kat azaltılabilmektedir (Sedova ve Shul, 1989). 'Jonagold' çeşidinde, meyve eti sertliği bakımından normal atmosfer koşullarına göre %30-35 oranında fark ortaya çıktığı, bunun yanı sıra toplam asitlik miktarının da KA ile korunabildiği bilinmektedir (Löhse ve Schöne 1994; Goffings ve Herregods, 1995; Girard ve Lau, 1996). KA'de depolama 'Pink Lady' çeşidinde etilen üretimini baskılayabilmektedir (Onursal vd., 2015). 'Elstar' çeşidinde KA depolamasının, etilen üretimini ve etilene hassasiyeti azalttığı, buna bağlı olarak meyve eti sertliğinin daha uzun süre korunabildiği bildirilmiştir (Van Schaik, 1992; Woltering vd., 1996; Özer, 2002).

Pektik maddeler, Amerikan Kimya Derneği tarafından, protopektinler, pektik asitler, pektinik asitler ve pektinler olmak üzere dört ana grupta sınıflandırılmış olup, yüksek oranda anhidrogalakturonik asit birimlerinden oluşan, karmaşık ve kolloidal karbonhidrat türevlerinden meydana gelen, yüksek su tutma kapasitesine sahip maddeler olarak bilinmektedir. Pektin, 300-1000 galaktronik asit ünitesinin uç uca eklenmesiyle oluşmaktadır. Protopektinler suda çözünmemekte, diğer üç pektik madde ise kısmen ya da tamamen suda çözünebilmektedir. Meyve eti sertliğindeki azalmanın, propektinin enzimatik parçalanması sonucunda suda çözünebilirliğinin artmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (Özcan, 1990; Alkorta vd., 1997; Maier, 2003; Maraş vd., 2004; Arunachalam ve Asha, 2010; Uçan ve Akyıldız, 2012).

Pektik maddeleri substrat olarak kullanan pektik enzimler ise etki mekanizmalarına göre, poligalakturonazlar, pektin esterazlar, pektin liyazlar ve pektat liyazlar olarak sınıflandırılmaktadır. Poligalakturonaz, D-1,4-glikozidik bağlarını hidrolitik olarak parçalarken, pektin esteraz pektini hidrolitik olarak pektik asit (poligalakturonik asit) ve metanole parçalamakta, pektin zincirindeki metoksil gruplarını ayırarak pektinin esterleşme derecesini düşürmektedir (Jacob ve Prema, 2006; Yang vd., 2011; Zhang vd., 2011; Uçan ve Akyıldız, 2012). Ham meyvede yüksek miktarda bulunan pektin esteraz enziminin optimum pH aralığı 5-8 olarak bilinmektedir (Lamikanra, 2002; Ünal ve Bellur, 2008). 'Jonagold' elmalarında yapılan bir çalışmada, KA'de depolama ile pektin esteraz aktivitesi kontrol uygulamasına göre düşmüş, en yüksek pH değeri kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Özer, 2002).

KA'li depolamanın ürünler üzerindeki etkisi ürünün tür ve çeşidine, derimdeki olgunluk safhasına, depodaki gaz konsantrasyonuna göre değişiklik göstermektedir (Thompson, 2010).

Elma çeşitleri için optimum gaz bileşimleri farklılık göstermekle birlikte, ekolojik etmenlerin ürün gelişimi üzerindeki etkisi düşünüldüğünde, farklı ülkelerde aynı çeşit için farklı gaz bileşimlerine gerek duyulmaktadır. Bazen aynı ülkelerdeki farklı bölgelerden ya da aynı bölgedeki farklı bahçelerden alınan aynı çeşide ait elmalar, düşük O_2'e farklı duyarlılıklar gösterebilmektedir (Lau, 1985; Ertan vd., 1992; Volz vd., 1998; Onursal vd., 2015). Her çeşit için optimum gaz bileşimi belirlenmediğinde, düşük O_2 ve yüksek CO_2 zararlanmalarına ek olarak, anaerobik solunum ve fermantasyona bağlı aromatik bozukluklar, tat değişimleri ve düzensiz olgunlaşma gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Karaçalı, 2009).

Normal atmosfer ortamında meyveler aerobik solunum yapmaktadır. Ortamda yeterli O_2 bulunmadığında meyvelerde, dokuların ölümden korunması için kısa süreli olarak anaerobik solunuma geçiş görülmektedir. Depolanan meyvelerde, stres anında anaerobik solunuma geçme eşiğindeki O_2 ihtiyacının, biraz üzerine çıkılarak sabit tutulması esasına dayanan uygulama ile kontrollü atmosferde depolamanın çeşitleri olan ultra düşük atmosferde depolamada (ULO) ve dinamik kontrollü atmosferde depolama (DKA) sistemleri oluşturulmaktadır (Türk ve Karaca, 2015; Anonim, 2019b).

Meyvelerin tolere edebildiği minimim O_2 seviyesi klorofil flüoresans tekniği ile belirlenmektedir. Bitki hücrelerinde, tilakoid zarlar üzerindeki klorofil, protein ve daha küçük inorganik moleküller fotosistemleri oluşturmaktadır. Fotosistem 1'in reaksiyon merkezi 680 nm dalga boyundaki ışığı absorblarken, fotosistem 2'nin reaksiyon merkezi 700 nm dalga boyundaki ışığı absorblamaktadır. Meyvelerde düşük oksijen stresine bağlı olarak flüoresans deseni değişmektedir. Bu durum, ışığı toplayan yapı (LHC) ile fotosistem 2'nin reaksiyon merkezi arasındaki mesafenin artmasına bağlı olarak foton enerjisinin absorblanmak üzere fotosistem 2'ye taşınamamasından kaynaklanmaktadır. Yalnızca LHC tarafından absorblanan foton enerjisi, ışıma gerçekleştirmektedir. Klorofil flüoresans teknolojisinin, Prange ve arkadaşları tarafından HarvestWatch™ ismiyle patenti alınarak 2002 yılında kullanıma sunulduğu bilinmektedir (Prange vd., 2002; Vanoli vd., 2010; Çalhan vd., 2012; Anonim, 2019f).

Kontrollü atmosferde %2 seviyesinde O_2 değeri bulunurken, ultra düşük atmosferde O_2 oranı % 0.9-1, dinamik kontrollü atmosferde ise % 0.4 seviyelerine kadar düşürülebilmektedir. 'Granny Smith' çeşidinde klorofil flüoresans ölçümü sonucunda kritik O_2 seviyesinin % 0.5 olarak bulunduğu bildirilmektedir. 'Granny Smith' çeşidi ile yapılan bir çalışmada DKA, KA

ve normal atmosfer ortamlarının muhafaza kalitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. DKA deposunda, O_2 düzeyi öncelikle hızlıca % 3-4 seviyesine, daha sonra yavaş yavaş kritik O_2 seviyesine indirilmiştir. Kritik O_2 seviyesinin üzerine % 0.2-0.3 güvenlik payı eklenerek, % 0.7-0.8 O_2 ve %1 CO_2 düzeylerine sahip ortamda 10 ay depolama yapılmıştır. DKA ile etilen üretimi ve solunum hızının baskılandığı, meyve eti sertliği kaybının azaltıldığı, toplam asitlik miktarının korunduğu, yüzeysel kabuk yanıklığının engellendiği belirtilmektedir. Normal atmosferde depolamada meyvelerdeki ağırlık kayıpları %6'ya ulaşırken, DKA ve KA depolamasında % 2- 2.5 seviyelerinde kalmıştır (Çalhan vd., 2012; Türk ve Karaca, 2015).

Sıcak su, sıcak hava ve sıcak buhar uygulamaları, hasat sonrasında uygulanan kimyasalların kullanımının azaltılması ya da ortadan kaldırılması bakımından etkili bulunmaktadır (Dündar ve Özkaya, 2007). Meyvelerde sıcak su uygulaması, fungal etmenlerin ortadan kaldırılması ve üşüme zararının önlenmesi amacıyla tercih edilebilmektedir (Klein ve Lurie, 1991). Düşük basınçlı sıcak hava uygulamasının, bir fumigant (zararlı öldürücü) olan metil bromürün (CH_3Br) kullanımına alternatif oluşturabileceği belirtilmektedir (Neven vd., 2003). Isı transferi açısından, sıcak su uygulaması sıcak hava uygulamasına göre daha başarılı bulunmaktadır (Shellie ve Mangan, 1994).

Sıcaklık uygulamaları ile sebze ve meyvelerde fizyolojik bozuklukların önüne geçilebilmektedir (Lurie, 1998). Elmada sıkça görülen fizyolojik bozukluklardan biri olan yüzeysel kabuk yanıklığı (superficial scald), bir uçucu organik bileşik olan α- farnesenin oksidasyonu sonucu ortaya çıkan konjuge trenler ve sülkatonun (6-metil-5-hepten-2-one), kabukta birikmesiyle meydana gelmekte, kahverengi lekelere yol açarak ciddi kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Özellikle erken hasat edilen elmalarda ortaya çıkan bu fizyolojik bozukluğun, sıcaklık uygulamaları ile azaltılabileceği belirtilmektedir (Erkan vd., 2004; Uslu ve Erkan, 2005; Çalhan, 2014).

'Granny Smith' çeşidi ile yapılan bir çalışmada, sıcak hava uygulamasının, elmalarda hasat sonrası fizyolojisi ve yüzeysel kabuk yanıklığı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Uygun zamanda hasat edilen elmalar iki gruba ayrılarak, ilk gruba 36 ºC'de 60 ve 72 saat süreyle sıcak hava uygulaması yapılmış, ikinci grup elmalar ise işlem görmeyen kontrol grubu elmalar olarak kabul edilmiştir. İki grup da 0 °C ve 3 °C olacak şekilde farklı sıcaklıklarda, % 90-92 oransal nemde depolanmıştır. Elmalarda muhafaza süresince meydana gelen değişimlerin incelenmesi amacıyla depodan belirli aralıklarla örnekler alınmıştır. Örneklerde, ağırlık kaybı, SÇKM, TA,

meyve eti sertliği, meyve kabuk rengi gibi kalite özellikleri ve yüzeysel kabuk yanıklığı miktarı ölçülmüştür. Yüzeysel kabuk yanıklığı kontrolü için 36 °C' de 72 saat süreyle sıcak hava uygulaması üstün bulunurken, 0 ºC kalitenin korunmasında, 3 ºC ise yüzeysel kabuk yanıklığının kontrolünde daha başarılı bulunmuştur (Uslu ve Erkan, 2005).

Klimakterik meyvelerde, sıcak su uygulamasının, sertlik kaybını, solunum aktivitesini ve etilen üretimini azalttığı, toplam asitliği ve renk değerlerini, uygulama yapılmayan meyvelere göre daha uzun süre koruduğu belirtilmektedir (Lurie vd., 1992; Woolf, 1997). Özellikle yağıştan sonra hasat edilen turunçgil meyvelerinde sıkça görülen *Phytophthora* enfeksiyonunun (kahverengi çürüklük) sıcak su uygulaması ile önlenebildiği belirtilmektedir (Ben-Yeoshua, 1994; TAGEM, 2019).

'Granny Smith' çeşidinde, sıcak su uygulamasının meyve kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, elmalara 2, 4 ve 8 dakika boyunca 38 °C'de daldırma yöntemiyle sıcak su uygulaması yapılmıştır. Kontrol ve uygulama grubu elmalar 1 °C'de % 85-90 oransal nemde depolanmıştır. Depodan belirli aralıklarla alınan örneklerde, ağırlık kayıpları, meyve eti sertliği, nişasta düzeyi, SÇKM, TA ve pH değerleri ölçülmüştür. 'Granny Smith' çeşidinde muhafaza kalitesinin korunması açısından 2 ve 4 dakikalık uygulamaların olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklıkların ya da uzun süreli daldırma periyodunun fitotoksiteye sebep olduğu belirtilmektedir (Dündar ve Özkaya, 2007).

Isıtma teknolojilerinden biri olan ve kimyasal kalıntı bırakmayan radyo frekans (RF) enerjisi, üründe derinlere nüfuz ederek hızlı bir polarite değişimine sebep olmakta, üründe meydana gelen iç direnç sebebiyle ısınma gerçekleşmektedir (Headlee ve Jobbins, 1936; Tang vd., 2000). RF ve sıcak su uygulamasının kombine edildiği bir çalışmada, 'Fuji', 'Red Delicious' ve 'Gala' elmalarına önce 2.75 dakika boyunca, 12 kW'ta 27.12 MHz radyo frekans enerjisi uygulanmıştır. Sonrasında çeşitlere, 48 °C'de 2 saat, 49 °C'de 50 dakika, 50 °C'de 40 dakika boyunca daldırma yöntemiyle sıcak su uygulaması yapılmıştır. 40 dakika boyunca 50 °C'lik sıcak su uygulamasının, kalite parametrelerini korumak açısından üstün olduğu, 2 haftalık depolama sonunda, sıcaklık uygulamasına en toleranslı çeşidin ise 'Fuji' çeşidi olduğu belirlenmiştir. Ancak 2 aylık depolama süresi sonunda, RF uygulamasının meyve kalitesinde hızlı bir düşüşe sebep olduğu ve yüksek sıcaklık uygulamasının elmalarda, sıkılık azalmasına, soyulmalara ve renk canlılığının kaybına neden olduğu tespit edilmiştir (Hansen vd., 2006).

Yeni Zelanda'da iki farklı elma bahçesinden alınan 'Royal Gala' elma çeşidinde, hasat sonrası sıcak su uygulamasının, yaprak bükenler (leafroller) ve elma güvesi (*Epiphyas postvittana*) üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Yaprak bükenler gerek hasat öncesinde gerekse depolama esnasında, meyvelerin dış yüzeyini kemirerek kahverengi lekelere ve meyvelerde şekil bozukluklarına neden olmaktadır. Elma güvesi ise meyveler üzerinde çürüklük benzeri siyah oyuklara sebebiyet vermektedir. Çalışmada elmalara, 44°C'de 35 dakika, 45°C'de 40 dakika, 46°C'de 45 dakika olmak üzere üç farklı sıcak su uygulaması yapılmıştır. Uygulamadan sonra meyveler, 0, 4, 7 ve 10 hafta 0,5 °C'de depolanmış, kalite değerlendirmesinden önce 7 gün 20 °C'de tutulmuştur. Depolamanın ilerleyen dönemlerinde, artan sıcaklık ve uygulama süresinin meyvelerde içsel hasar ve kabuk kahverengileşmesine sebep olduğu anlaşılmıştır. İki farklı bahçeden alınan elmalarda, yüksek sıcaklık uygulamasının oluşturduğu zarar derecesi farklılık göstermiştir. Zamanında hasat edilen meyvelerde, orta ve geç dönemde hasat edilen meyvelere göre daha düşük zarar görülmüştür. 44 °C'de 35 dakikalık sıcak su uygulaması, 7 ve 10 hafta boyunca depolanan tüm elmalar tarafından tolere edilmiştir. Uygulama yaprak büken ve elma güvesinin kontrolünde etkili bulunmuştur (Smith ve Lay-Yee, 2000).

Derimden sonra meyvelerdeki dokusal bozukluklar ve oksidatif stres sebebiyle meydana gelen bozulma, dokulardaki enzim aktivitesinin değişmesinden kaynaklanmaktadır. Kolay uygulanabilen ve kimyasal kalıntı bırakmayan HVEF (Yüksek Voltaj Elektrostatik alan) uygulamasının, elmada olgunlaşma sırasındaki oksidatif bozulma ve meyve yaşlanması üzerine etkisinin araştırdığı çalışmada, meyveler 600 kW/m elektrik alana 0, 30, 60, 120 dakika boyunca maruz bırakılmıştır. HVEF uygulamasının, oksidatif hasarı ve dokulardaki bozulmayı geciktirme etkisi sağlayabildiği, elmada ağırlık kaybını 1-3 kat, meyve eti sertliği kaybını 1,3-2 kat daha uzun bir süreye erteleyebildiği belirtilmektedir. Serbest radikallerin etkileri ile makromoleküllerin oksidatif hasarı sonucunda açığa çıkan malondialdehit (MDA) bileşiğinin üretimi, HVEF ile 1-3 kat oranında baskılanabilmektedir. Artan uygulama süresinin, MDA üretimini baskılama açısından daha yararlı olduğu belirtilmektedir. HVEF uygulaması ile elmalardaki solunum hızı 1-2,3 kat azaltılabilmektedir (Özcan vd., 2015; Liu vd., 2019).

UV-C ışın uygulaması, taze meyve ve sebzelerde yüzey dekontaminasyonunu sağlamak, küf gelişimini ve mikotoksin oluşumunu engellemek amacıyla fungusitlere alternatif olarak tercih edilmektedir. UV-C (200-280 nm) ve UV-B (280-320 nm) ışınları DNA tarafından kuvvetlice absorblanmakta, DNA zinciri üzerindeki komşu pirimidin bazları birbirine bağlandığından pirimidin dimerleri (T-T, T-C) oluşmaktadır. Pirimidin dimerleri DNA

transkripsiyonunu ve translasyonunu engellemektedir. 250 – 260 nm dalga boyunun, bakteri, virüs, protozoa, küf, maya gibi pek çok mikroorganizma üzerine öldürücü etkisi bulunmakla birlikte, fotoliyaz enzimine sahip bazı mikroorganizmaların görünür ışıkta (400 -700 nm) DNA onarımı gerçekleştirdiği belirtilmektedir. Ökaryotik hücreler UV-C ışınlarına prokaryotik hücrelere daha yüksek direnç göstermektedir. Bunun nedeni, ökaryotik hücrelerde DNA'nın çekirdek içerisinde histon proteinlerine sarılı olarak bulunması, hücrenin kimyasal bileşimi ve kalın hücre duvarının varlığı olarak bilinmektedir. Bu sebeple, direnç sıralamasında küfleri mayalar ve bakteriler takip etmektedir (Bütüner ve Kantarcı, 2006; Korkmaz ve Gündüz, 2018).

UV-C uygulamasının etkinliği, ürünün çeşidine, olgunluk düzeyine, ışık kaynağına, uygulama süresine ve dozuna, mikroorganizma türüne bağlı olarak değişmektedir. Uygulamanın, meyvelerde içsel etilen sentezini baskı altına alarak olgunlaşmayı yavaşlattığı belirtilmiştir. UV-C uygulaması sonucunda oluşan serbest radikallerin stres sinyalleri veya stres cevabını baskılama özelliği bulunmaktadır. Uygulama, antifungal bileşiklerin (fitoaleksinler) sentezini uyarma, gıdalarda, patogenez ile ilişkili proteinler, flavonoidler, fenolik asitler, lignin, suberin, katalaz, peroksidaz, askorbat peroksidaz, fenilalanin amonyum liyaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini indükleme ve antioksidan kapasitesini artırma gibi etkiler sağlamaktadır (Bal, 2008; Korkmaz ve Gündüz, 2018).

UV-C uygulamasının brokolide, klorofil parçalanmasını dolayısıyla çiçeklerin sararmasını geciktirdiği, domateste tat ve tekstürün, portakal suyunda C vitamini düzeyinin korunmasında etkili olduğu bilinmektedir. Fizyolojik bozukluklardan biri olan üşüme zararı, biberde ve şeftalide UV-C uygulaması ile azaltılabilmektedir. Uygulama, turunçgillerde scoporano ve scolopectin gibi fitoaleksinlerin sentezini artırarak ürünleri daha sonraki enfeksiyonlara karşı korumaktadır. Depolamada sorun oluşturan en önemli fungus olan *Botrytis cinera* gri küf etmeni olarak bilinmektedir. UV-C uygulamasının altıntop, çilek, üzüm ve mangoda gri küf kontrolünde etkili olduğu bildirilmektedir. Pek çok yeşil sebzede UV-C uygulaması ile α-tokoferol, β-karoten ve askorbik asit gibi antioksidanların seviyesinin arttığı belirtilmektedir (Kasım ve Kasım, 2007).

Yazlık çeşitler arasında yer alan ve geleneksel bir Çin elması olan 'Hongyu' elması, hasat edildikten sonra farklı depolama sıcaklıklarında (4 °C ve 20 °C) depolanmıştır. Buna ek olarak UV-C uygulaması yapılan elmalar 20 °C'de depolanmıştır. Üç uygulama grubu için de depolama süresi 14 gün olarak belirlenmiş, depolama % 80-85 oransal nem ortamında

yapılmıştır. UV-C uygulaması elmalara 20 cm uzaklıktan, 254 nm dalga boyunda, 9.0 kJ m^{-2} dozunda uygulanmıştır. Depolama sonunda basit şekerler (glukoz, sukroz, früktoz) ve organik asitler (malik asit ve oksalik asit) bakımından değerlendirme yapılmıştır. UV-C uygulamasında malik asit oranı daha düşük bulunurken, şeker oranı tüm uygulamalarda benzer bulunmuştur. UV-C uygulamasında toplam şekerlerin, toplam asitlere oranı daha yüksek olmuştur. Bu durum UV-C uygulamasının, erken olgunlaşan çeşitlerin tadını iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Onik vd., 2019).

Yüksek oksidatif etkiye sahip olan ozon (O_3), aktif oksijen olarak bilinmekte, mikroorganizmaların hücre membranlarındaki glikoprotein ve lipoproteinlerin oksidasyonunu sağlama, mikroorganizmaların genetik materyaline etki etme, mikroorganizma hücrelerinin enzim sistemine etki ederek hücre solunumunu durdurma gibi etkiler sağlamaktadır (Kim vd., 1999; Alparslan vd., 2012; Savaş ve Tavşanlı, 2014). Ozon yıkama sularında çözülerek ya da gaz halinde uygulanabilmekte, ortamdaki sıcaklığın ve tuz konsantrasyonunun artması, sudaki çözünürlüğünü azaltmaktadır. Nem ve düşük pH'nın ozonun antimikrobiyal etkinliğini artırdığı bildirilmektedir. Ozon, bakteri, maya ve küflerin vejetatif hücreleri ile birlikte sporlara da etki edebilmektedir (Kuşçu ve Pazir, 2004; Tetik vd., 2006).

Ozonun ayrışma ürünü oksijen olduğundan, gıda ürünlerine çok seyreltilmiş konsantrasyonlarda (<2 µL L^{-1}) uygulandığında toksik etki göstermemektedir. Depolarda kokunun giderilmesi ve etilenin uzaklaştırılması amacıyla tercih edilmektedir. Elmalarda yüzeysel kabuk yanıklığını engelleyemediği ancak gelişimini azaltabildiği bilinmektedir. Ozon potansiyel bir böcek öldürücü olarak kullanılabilmekte, sebze ve meyve çürümeleri üzerinde az bir etkisi bulunmaktadır (Baker, 1933; Schomer ve McColloch, 1948; Spalding, 1968; Erdman, 1980; Kiss ve Law,1991; Perez vd., 1999). Elma depolarında, 30 dakikada 1 µL L^{-1} ila 2 µL L^{-1} konsantrasyonlarında uygulanabileceği belirtilmektedir (Ewell, 1936; Skog ve Chu, 2001).

Ozon uygulaması meyve kalitesini etkileyebilmektedir. Çileklerde, 0.35 µL L^{-1} konsantrasyonunda ozon uygulaması sayesinde, 3 günlük depolama süresi sonunda, C vitamini oranının kontrol meyvelerine göre 3 kat fazla olduğu, ancak ozonun uygulamasının aromayı olumsuz etkilediği, uçucu esterlerin salgılanmasında %40 azalma görüldüğü belirtilmektedir (Perez vd., 1999). Çileklerde ozon uygulamasından sonraki 1 haftalık depolama süresi sonunda, SÇKM düzeyinin kontrol meyvelerine göre daha yüksek bulunduğu bilinmektedir (Kute vd., 1995).

‘Empire’ ve ‘Delicious’ çeşitleri ile yapılan bir çalışmada, elmalara, 1.86 m genişlik, 2.05 m uzunluk ve 2.76 m yüksekliğe sahip depolama odalarında, 0.4 mL L^{-1} konsantrasyonunda ozon uygulanmıştır. 0-1 °C’de ozon uygulanarak, 107 gün depolanan elmalarda etilen seviyesi, ilk 20 gün <1 µL L^{-1} dolaylarında seyretmiş, sonraki periyodda depolama sonuna kadar <2 µL L^{-1}seviyesinde kalmıştır. Ozon uygulaması yapılmayan elmalarda ise etilen seviyesi kademeli olarak 25 µL L^{-1} seviyesine kadar yükselmiştir. Çalışmada, meyvelerin içsel etilen konsantrasyonu düşmemiş, ancak üretilen etilen okside olarak uzaklaşmıştır. Ozon uygulamasının, özellikle etilene duyarlılığı yüksek olan meyve ve sebzelerin depolanmasında tercih edilebileceği belirtilmektedir (Skog ve Chu, 2001).

Patulin, yumuşak çekirdekli meyvelerde, şeftali, kayısı ve domateste *Penicillium, Aspergillus* ve *Byssochlamys* gibi küf etmenleri tarafından üretilen nörotoksik ve immünotoksik etkilere sahip olan bir mikotoksin olarak bilinmektedir. Lahana, turp, kereviz, soğan ve portakalda ise, gıdaların bileşimindeki –SH (sülfidril) grupları sebebiyle, üretilememekte ya da üretilse bile stabilitesini koruyamamaktadır. Ozon uygulaması ile elmalarda patulin biyosentezinin önemli ölçüde azaltıldığı belirtilmektedir (Kadakal ve Nas, 2000; CAST, 2003; Andersen vd., 2004; Moake vd., 2005; Yaseen vd., 2015; Özkayar vd., 2019).

‘Royal Gala’, ‘Golden Delicious’ ve ‘Fuji’ çeşitleri ile yapılan bir çalışmada, elmalar 5 µL L^{-1} ozon konsantrasyonuna sahip depolarda 1 °C’de 2 ay boyunca depolanmıştır. Geleneksel depolarda saklanan elmalarda *Penicillium expansium* etmeninin sebep olduğu mavi yeşil çürüklüğün seyri % 65-75’lere ulaşırken, ozon uygulamasına tabi tutulan elmalarda enfeksiyon seyri % 5’lerde kalmıştır (Yaseen vd., 2015).

Çalışmada, patogenez ile ilgili enzimler olan, glukanaz, peroksidaz ve fenilalanin amonyak liyaz enzimlerinin aktiviteleri de incelenmiştir. Patogenez, patojenin organizmaya girişinden hastalık oluşumuna kadar geçen süreç içerisinde organizmada meydana gelen olayları kapsamaktadır. Glukanaz enzimi sistemik edinilmiş direncin (SAR) önemli bir biyokimyasal belirteci olarak bilinmektedir. Peroksidaz enzimi, dokuları oksidatif hasara karşı korumakta, H_2O_2 serbest radikalinin üretimini azaltmaktadır. Fenilalanin amonyak liyaz (PAL) enzimi, küçük moleküllü farklı biyoaktif aromatik bileşiklerin biyosentezini ve ligninin biyosentezini düzenleyen fenilpropaboid üretiminin ilk basamağını katalize etmektedir. *Penicillium expansum* bulaşmış meyvelerde PAL aktivitesinde artış gözlenmektedir. Ozon

uygulaması, *Penicillium expansium* inoküle edilen meyvelerde glukanaz enziminin aktivitesini baskılamış, diğer enzimlerin aktivitelerinde ise önemli bir artışa rastlanmamıştır. Bu durum ozon uygulamasının, meyvelerde stres savunma mekanizmasını baskılayabileceğini göstermektedir (Schovánková ve Opatová, 2011; Wang vd., 2013; Yaseen vd., 2015; Akça vd., 2019).

1-MCP'nin (1- metilsiklopropen), Edward Sisler ve Sylvia Blankenship tarafından 1980 yıllarında domates üzerinde yapılan denemeler sonucunda keşfedildiği bilinmektedir. Araştırıcılar, DACP (diazosiklopentadien) kimyasalını domateslere uygulamış, bu kimyasalın ışık ile temasından yan ürün olarak ortaya çıkan siklopropen, 1- metilsiklopropen, 3-metilsiklopropen ve 3,3- dimetilsiklopropen bileşiklerinin, etilen hareketini engelleyerek, domateslerin depoda yeşil kalmasına sebep olduğu tespit edilmiştir (Sisler ve Blankenship, 1993; Blankenship ve Dole, 2003). Molekül formülü C_4H_6 ve molekül ağırlığı 54 gr olan 1-MCP, toz formunda olup, α- siklodekstrin ile birleştirildiğinde suda çözünür bir yapı kazanıp gaz haline geçmektedir. ABD'de doz sınırı 1 μL L^{-1} olarak belirlenen 1-MCP, SmartFresh ticari adı altında pazarlanmaktadır (Watkins ve Nock 2003; Ergun, 2006).

1-MCP'nin etki mekanizması *Arabidopsis* üzerinde yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir. Endoplazmik retikulum membran proteinlerinden biri olan EIN2 proteini, etilen sinyalinin çekirdeğe iletilmesini sağlamaktadır (Zheng ve Zhu, 2016). CTR1 proteini, etilen yokluğunda EIN2'nin sitozolik C terminal bölgesini fosforile ederek proteini inaktif hale getirmekte, dolayısıyla etilen sinyal yolunda negatif düzenleyici görevi görmektedir (Ju vd., 2012). Etilen yokluğunda engelleyici etki oluşturan etilen reseptörlerinin (ETR1, ETR2, EIN4, ERS1, ERS2), CTR1 proteinine bağlanması ile birlikte CTR1, EIN2 üzerinde durdurucu etki göstermek üzere aktifleşmekte ve çekirdeğe sinyal iletimi durmaktadır. Etilen varlığında, etilen reseptörleri inaktif hale geldiğinden CTR1 proteini de inaktif hale gelmekte, EIN2 aktif formuna dönerek etilen tepkilerini meydana getirmektedir. 1-MCP'nin etilen reseptörlerine bağlanması sonucunda, reseptörler inaktif hale gelmemekte ve CTR1 proteinini aktif hale getirerek EIN2 proteinin etkilerini engellemektedir. 1-MCP'nin reseptörler ile uyuşmasının, etilenden yaklaşık 10 kat fazla olduğu belirtilmektedir (Binder ve Bleecker, 2003; Blankenship ve Dole 2003; Ergun, 2006).

Çok düşük konsantrasyonlarda etkili olabilen 1-MCP'nin, elma ve armutlara uygulanan optimum konsantrasyon aralığı 1-10 ppm olarak belirtilmektedir. Gazın depoya homojen

dağılımının ve meyveler ile yeterli temasının sağlanması açısından genellikle 24 saatlik uygulama süresine ihtiyaç duyulmaktadır. ‘Granny Smith’ çeşidinde, maksimum etkinin hasattan hemen sonraki uygulamada gözlendiği, 2 haftalık gecikme ile yapılan uygulamada meyvelerin %10’unda, 4 hafta ve üzeri sürelerde gecikmeli uygulamada meyvelerin %100’ünde yüzeysel kabuk yanıklığına rastlandığı belirtilmektedir (Mattheis vd., 2001).

Uygulama süresi ve dozu, çeşitten çeşide farklılık gösterebilmektedir. ‘Empire’ çeşidi ‘Cortland’ çeşidine göre daha kısa uygulama süresine ihtiyaç duymaktadır. ‘McIntosh’ elmalarının yüksek 1-MCP konsantrasyonlarına ihtiyaç duyduğu belirtilmektedir (Watkins vd., 2000). 1-MCP’nin uygulanma süresi ile sıcaklık arasında ters orantılı bir ilişki bulunmaktadır. Uygulamanın, elmalarda 3 °C’de etkinlik sağlayabilmesi için 9 saatlik uygulamaya ihtiyaç duyulurken, daha yüksek sıcaklıklarda uygulama süresi 6 saate düşmektedir (DeEll vd., 2002).

‘Gala’, ‘McIntosh’, ‘Delicious’ ve ‘Spigold’ elmalarında 1-MCP uygulamasının içsel etilen konsantrasyonunu düşürdüğü ve meyve eti sertliğini koruduğu belirtilmektedir (Weis ve Bramlage, 2002). ‘Delicious’ çeşidinde, toplam asitlik düzeyindeki düşüş, 300 ppb dozunda 1-MCP uygulaması ile geciktirilebilmektedir (Dongfang vd., 2003). ‘Jonagold’ elma çeşidinde, 1-MCP uygulaması, kabuktaki klorofil oranının korunması ve hasat sonrasında meydana gelen çekirdek evi sulanmasını azaltma bakımından etkili bulunmaktadır (Sun vd., 2003).

1-MCP uygulamasının ‘Empire’ elma çeşidinde, toplam fenolik madde ve antosiyanin içeriğine etkisi olmadığı belirtilmektedir (Watkins vd., 2009). ‘Golden Delicious’ çeşidinde, 1-MCP uygulaması yapılan elmalarda daha az çürüme görüldüğü bildirilmektedir (Leverentz vd., 2002). Uygulama, ‘Red Delicious’ ve ‘Gala’ elmalarında kırmızı renkteki parlaklığın korunmasında etkili olmaktadır (Mattheis vd., 2001). ‘Fuji’, ‘Granny Smith’ ve ‘Red Delicious’ elmalarında, 1-MCP uygulaması ile solunum hızındaki artış geciktirilebilmektedir. (Fan vd., 2000; Tian vd. 2000). ‘Cooper 900’ ve ‘Gloster’ elma çeşitlerinde, 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması, ağırlık kaybı ve yüzeysel kabuk yanıklığını azaltmak bakımından etkili bulunmaktadır (Köksal ve Özüpek, 2009).

Meyvelerde hoş koku, meyveden salgılanan uçucu bileşiklerden kaynaklanırken, aroma, uçucu olmayan organik asitlerden, şeker ve şeker alkollerinden (polihidrik alkoller) kaynaklanmaktadır (Kıvanç, 1989). Polihidrik alkoller, monosakkaritlerin aldehit veya keton gruplarının, -OH grubu alarak, alkol gruplarına indirgenmesi ile oluşmaktadır. Elmada

polihidrik alkol olarak 450 mg/100g sorbitol, baskın organik asit olarak % 0.42 oranında malik asit, baskın şeker olarak 110 mg/100g galaktoz bulunmaktadır. Elmanın karakteristik kokusu ise butil asetat, etanoik asit, hegzanol, α-farnesen bileşiklerinden kaynaklanmaktadır (Mattick ve Mayer, 1983; Morvai ve Molnar-Perl, 1991; Artık ve Akbulut, 1995; Aytemir, 2008; Altınışık, 2009; Anonim, 2019d). 1-MCP uygulamasının 'Anna' çeşidinde olgunluğu ve meyve kokusunu baskıladığı, 'Gala' çeşidinde alkol ve ester oluşumunu engellediği, α-farnesen üretimini durdurduğu, 'Fuji' çeşidinde ise hegzanol üretimini etkilemediği belirtilmektedir (Beaudry ve Watkins, 2001; Fan ve Matthesis, 2001; Lurie vd., 2002; Çalhan, 2014).

Meyve ağaçlarında Ca^{+2} eksikliğine bağlı gelişen sorunlar, özellikle meyvelerde belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Ca^{+2} eksikliği sebebiyle, hasat zamanına doğru meyve lentisellerinin koyulaşması, kabuk kahverengileşmesi, hasat döneminde şiddetli meyve çatlaması, acı benek, lentisel beneği, iç kararması (core browning), iç sulanması (water core), üşüme zararına karşı hassasiyet ve yaşlanma bozuklukları gibi sorunlara sıkça rastlanmaktadır (Uçgun ve Akgül, 2011). Ca^{+2} meyvelerin hücre çeperinde ve hücre zarında yoğun olarak bulunmakla birlikte, iki bitki hücresi arasında bulunan ve pektinlerce zengin olan orta lamelin yapısında da bulunmaktadır. Ca^{+2} kaybı veya eksikliği, orta lamelin çabuk çözülmesine, nişasta ve selülozun bileşimindeki sertliğin kaybolmasına sebep olarak meyve eti yumuşamasına yol açmaktadır. Kalsiyumun kökten meyveye taşınımının sınırlı olması, kalsiyumun bitki içerisinde hareketsiz olması, kuraklık, yüksek nem, düşük sıcaklık, yetersiz havalanan toprak yapısı, aşırı azotlu gübreleme, kuvvetli bitki büyümesi, Ca^{+2} eksikliğinin en önemli sebepleri arasında bulunmaktadır. Hasat öncesi dönemde, çiçeklenmeden itibaren ağaçların toprak üstü aksamına, 5-8 defa %1-2'lik dozlarda $CaCl_2$ ya da $Ca(NO_3)_2$ püskürtülmesi, Ca^{+2} eksikliğini önleme bakımından etkili bulunmaktadır (Johnston vd., 2002; Chardonnet vd., 2003; Blanco vd., 2010; Çalhan vd., 2011; Eren ve Çalhan, 2011; Ortiz vd., 2011).

Meyvelerde yüksek Ca^{+2} konsantrasyonunun, olgunlaşmayı yavaşlatma, solunum hızını ve etilen üretimini azaltma gibi etkileri bulunmaktadır (Ferguson, 1984). 'Red Delicious' ve 'Golden Delicious' elmalarında, UV-C uygulaması ile birlikte yapılan $CaCl_2$ uygulamasının (sıcak suya daldırma yöntemiyle), pH ve SÇKM oranını düşürdüğü, meyve olgunlaşmasını geciktirerek meyve kalitesini koruduğu belirtilmektedir. Bunun yanı sıra $CaCl_2$ uygulamasının meyve etinin Ca^{+2} konsantrasyonunu artırarak, elmaların besin değerini yükseltme açısından da alternatif oluşturabileceği bildirilmektedir (Hemmaty vd., 2007).

‘Golden Delicious’ çeşidine $CaCl_2$’nin % 4 ve 6’lık solüsyonları vakum infiltrasyon (250 mm hg) yöntemiyle uygulanmış, ardından elmalar 38 °C'de 48 ve 72 saat ısıl işleme tabi tutulmuştur. Meyveler, 0 °C sıcaklıkta % 85-90 nisbi nem ortamında 2.5 ve 5 ay süreyle depolandıktan sonra 1 hafta boyunca 20 °C'de depolanmıştır. $CaCl_2$ uygulamasının her iki dozunun da ısıl işlemle kombinasyonunun, 20°C’de 1 hafta depolama sırasında, meyve eti sertliğini artırma bakımından olumlu etki gösterdiği belirtilmektedir. Bunun yanı sıra meyvelere $CaCl_2$ ile birlikte $PMnO_4$ uygulamasının meyve eti sertliği üzerinde belirgin bir etki göstermediği ancak yalnızca $PMnO_4$ uygulamasının meyve eti sertliğini artırdığı bildirilmektedir. ‘Pink Lady’ çeşidinde ise % 4’lük $CaCl_2$ ve % 2’lik CaO uygulamalarının meyve eti sertliğinin ve kalitenin korunmasında etkili olduğu bulunurken, % 4’lük CaO uygulaması meyvelerdeki aşındırıcı etkisi sebebiyle tavsiye edilmemektedir (Sayyari ve Rahemi, 2003; Ekinci ve Sakaldaş, 2016).

‘Golden Delicious’ elmalarında yapılan bir çalışmada, $CaCl_2$ uygulamasının % 2 ve % 4’lük dozlarının vakum infiltrasyon yöntemiyle uygulanmasının, membran lipidleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Meyveler 6 ay 0 °C’de ve ardından 1 hafta 20 °C'de depolanmıştır. Depolama esnasında, toplam fosfolipid ve açillenmiş steril glikozid konsantrasyonları, Ca^{+2} uygulanmış meyvelerde korunmuş ancak kontrol meyvesinde azalmıştır. Düşük sıcaklıkta depolama sonrasında Ca^{+2} uygulanmış meyvelerde spesifik membran lipid bileşenlerinin daha fazla korunduğu belirtilmektedir (Picchioni vd., 1998).

‘Fuji Kiku- 8’ çeşidinde, daldırma yöntemiyle % 2’lik $CaCl_2$ uygulanan elmalar, ULO ortamında 1 °C’de % 92 oransal nemde, 4 ve 7 aylık depolamaya alınmıştır. $CaCl_2$ uygulanan elmalarda Ca^{+2} konsantrasyonunun, meyve eti setliğinin ve toplam asitlik düzeyinin daha yüksek bulunduğu belirtilmektedir. Kalsiyum uygulaması ile 4 ay depolanmış meyvelerde uçucu bileşenlerin salgılanmasının arttığı, bu durumun piruvat dekarboksilaz (PDC) ve alkol dehidrojenaz (ADH) enzimlerinin aktivitesinin yükselmesi ile birlikte ester üretimi için öncül maddelerin ortaya çıkmasından kaynaklanabileceği bildirilmektedir. Glukozun, glikoliz yolu ile piruvata oksitlenmesi ile ATP açığa çıkmakta, bu yolun son ürünü ise piruvat olmaktadır. Alkol fermantasyonunda piruvat, PDC tarafından dekarboksile edildiğinde asetaldehite dönüşmektedir. Daha sonra asetaldehit, ADH tarafından etanole indirgenmektedir. Çalışmada ester üretiminde etkili bir diğer enzim olan alkol asetil transferaz (AAT) enzim aktivitesinin de yükseldiği belirtilmektedir (Erten ve Canbaş, 2003; Ortiz vd., 2009; Campbell ve Reece, 2010; Pekyardımcı, 2019).

Poliaminler, DNA ve RNA sentezi ile birlikte, sentez esnasındaki bozulmaları kontrol altında tutarak, hücrelerin oksidatif stress anında korunmasını sağlayan enzimler olan proteaz, ribonükleaz ve peroksidaz enzimleri ile poligalakturonaz enziminin seviyesini de düzenleyebilmektedir. Hücre zarı membranının bütünlüğünü korumak, protoplas ve makromoleküllerin parçalanmasını önlemek, rRNA'nın stabilizasyonunu sağlamak gibi etkileri olan poliaminlerin düzeyi, çevresel değişiklikler (ışık ve sıcaklık) ya da stres anında değişiklik göstermektedir. Poliaminlerin bitkilerde büyüme, gelişme ve yaşlanma olaylarını düzenlemede etkili olduğu, meyve yaşlanmasını geciktiren düşük O_2 koşullarında depolamada, meyve dokusundaki poliamin seviyesinin arttığı belirtilmektedir (Altman vd., 1977; Galston, 1983; Flores vd., 1985; Kramer vd., 1989; Smith, 1990; Scolum ve Flores, 1991). 'Golden Delicious' çeşidinde yapılan çalışmada poliamin (putresin ya da spermidin) uygulamasının etilen üretimini inhibe etmediği, ancak meyve dokusundaki değişimleri kontrol edebildiği belirtilmektedir. Meyveler önce Ca^{+2} sonra poliamin ile muamele edildiğinde, hücre duvarındaki Ca^{+2} konsantrasyonu 4 kat artmış, poliamin konsantrasyonu ise az miktarda yükselmiştir. Meyveler önce poliamin sonra Ca^{+2} ile muamele edildiğinde, hücre duvarındaki Ca^{+2} konsantrasyonu 2 kat, poliamin konsantrasyonu ise 3 kat artmıştır. Bu durum, poliamin ve Ca^{+2}'un bağlanma bölgeleri bakımından rakabet halinde olduğunu göstermekle birlikte, bu uygulamalar ile hücre duvarı yapısının güçlendirilebileceği belirtilmektedir (Wang vd., 1993).

'Red Delicious' çeşidinde yapılan bir çalışmada, T_1 (gölgeleme ile ön soğutma), T_2 (su ile ön soğutma), T_3 (su ile ön soğutma + %3 $CaCl_2$), T_4 (su ile ön soğutma + %6 parafin wax), T_5 (su ile ön soğutma + %6 parafin wax + %3 $CaCl_2$) olmak üzere beş farklı uygulama grubu oluşturulmuştur. Ön soğutma süreleri 12 saat olarak belirlenmiştir. Meyveler H_1 (erken), H_2 (orta dönem), H_3 (geç) olacak şekilde üç farklı hasat tarihinde hasat edilmiştir. Uygulamaların meyvelerdeki antosiyanin miktarı ve renk değerlerindeki değişim üzerine etkisi araştırılmıştır. Gölgeleme ile ön soğutma, kalite parametrelerinin korunması açısından etkili bulunmamaktadır. T_5 uygulaması renk değerlerinin korunması bakımından daha etkin bulunmakla birlikte Maksimum antosiyanin miktarı T_5 uygulaması yapılan ve H_3 tarihinde hasat edilen elmalarda bulunmuştur. Duyusal renk puanlaması açısından en iyi grup, H_2 tarihinde hasat edilen grup olmuştur (Ganai vd., 2015).

Muhafaza amacıyla sıkça tercih edilen yenilebilir filmlerin sağlık açısından güvenilir olması, basit teknoloji gerektirmesi, üretim maliyetlerinin düşük olması ve çevreyi kirletici

etkisinin olmaması en önemli avantajları olmaktadır. Yenilebilir filmler, gıdalarda istenmeyen renk oluşumlarını engelleme, lipid oksidasyonunun önüne geçme ve mikrobiyolojik bozulmaları engelleme gibi etkiler sağlamaktadır (Dursun ve Erkan; 2009; İnanlı ve Kuzgun, 2012; Tural vd., 2017).

Yenilebilir film kaplamalar için tercih edilen en yeni materyallerden biri olan kitosan antioksidan ve antimikrobiyal etkili bileşiklerle kombine edilebilmekte ve doğada selülozdan sonra en çok bulunan polisakkarit olarak bilinmektedir. Kitinin deasetillenmiş formu olarak bilinen kitosanın selülozdan farkının, C-2 pozisyonunda –OH grubu yerine $–NH_2$ (amin) grubu bulunması ve kitosanın pozitif yüke sahip olması olduğu bildirilmektedir. Bu durum, kitosana negatif yüklü yağlar, lipidler, metal iyonları, protein ve makromoleküllerle kimyasal olarak bağlanabilme özelliği kazandırmaktadır. Kitosan, CO_2, O_2 ve aroma bileşenleri için seçici bariyer özelliği de sağlayabilmektedir (Kurita, 2006; İnanlı ve Kuzgun, 2012; Tokatlı ve Demirdöven, 2015; Üçgül vd., 2016; Tural vd., 2017).

Kitosan filmler esansiyel yağlar ile zenginleştirildiğinde antimikrobiyal özellikleri yükselmektedir. Uçucu yağlar bitkilerin, yaprak, meyve, kabuk ve kök kısımlarından elde edilmektedir. Bazı esansiyel yağlar Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından genel olarak güvenilir (GRAS) tat-koku ya da gıda katkıları olarak sınıflandırılmaktadır. Esansiyel yağlar, antibiyotiklere karşı direnç kazanmış mikroorganizmaların elemine edilmesi için tercih edilmekle birlikte, antioksidan etkileri de bulunmaktadır. Esansiyel yağların, bitkisel gıdaların korunmasında potansiyel olarak etkili oldukları bilinmektedir. Esansiyel yağların bileşimlerinde, terpenoidler, asitler, alkol ve aldehitler, ketonlar, asidik esterler, laktonlar, az miktarda azotlu ve kükürtlü bileşikler, kumarinler, fenil propanoidlerin homologları yer almaktadır (Cowan, 1999; Grasmann ve Elstner, 2003; Bayaz, 2014; Akdağ ve Öztürk, 2019). Kekik yağı, limon otu yağı, tarçın yağı gibi bitki türevli uçucu yağlar ve bunların bileşenleri, elma bazlı antimikrobiyal yenilebilir filmlerin hazırlanmasında kullanılabilmektedir (Maria vd., 2007; Öz ve Süfer, 2012).

Elmalara %1'lik Ca^{+2}, 300 ppm kekik yağı ve 500 ppm lavanta yağı uygulaması yapıldığında üç farklı uygulama grubunun da meyvelerde ağırlık kaybını ve meyve yumuşamasını önemli ölçüde azalttığı belirtilmektedir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012).

‘Jonagold’ elma çeşidi ile yapılan bir çalışmada kekik ve lavanta esansiyel yağlarının depolama ömrü üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada kekik esansiyel yağ çözeltilerinde 0, 25, 100 ve 200 ppb ve lavanta esansiyel yağ çözeltilerinde 0, 25 ve 100 ppb doz seviyeleri kullanılmıştır. Uygulama daldırma yöntemiyle yapılmıştır. Uygulama yapılan meyveler 160 gün boyunca 0 - 2 °C’ de % 85 - 90 bağıl nemde depolanmıştır. Değerlendirme kriterleri, meyve eti sertliği, titre edilebilir asitlik (TA), pH, etilen üretimi, meyve lezzet indeksi (SÇKM / TA), ağırlık kaybı yüzdesi olarak belirlenmiştir. Depolama süresi sonunda 100 ppb kekik yağı uygulamasının etilen üretimini düşürdüğü, titre edilebilir asitlik miktarını koruduğu ve ağırlık kaybını azalttığı belirtilmektedir (Rabiei, 2011).

‘Anna’ elma çeşidinde yapılan bir çalışmada meyvelere her biri % 1, % 2.5 ve % 5’lik olacak şekilde kereviz, fesleğen ve nane yağları püskürtülmüştür. Meyvelerin ağırlık kaybı yüzdesi, çürüklük yüzdesi, meyve eti sertliği, asitlik, toplam çözünebilir şeker miktarı, toplam çözünebilir katı miktarı, toplam çözünebilir pektin miktarı ve peroksidaz, pektinaz ve polifenol oksidaz enzim aktivitesi ölçülmüştür. Sonuçlar esansiyel yağ uygulanan meyvelerin kontrol örneklerine göre daha uzun depolama ömrüne sahip olduğunu göstermiştir. Düşen pektinaz aktivitesi meyve ağırlık kaybını azaltmış meyve eti sertliğini artırmıştır. En başarılı sonuçlar, nane ve kereviz yağlarından alınmıştır (Amin, 2016).

İncelenen literatürler ışığında, elma muhafazasında UV-C, ozon, sıcak su, sıcak hava gibi uygulamaların yanı sıra, 1-MCP, $CaCl_2$, ve esansiyel yağ gibi maddelerin meyvelerde olgunlaşmayı geciktirmek, depolama sırasında meydana gelen fizyolojik bozuklukları önlemek ve depolama ömrünü uzatmak gibi amaçlarla kullanıldığı belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada, bitkisel materyal olarak, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme bahçesi bünyesinde bulunan elma parselindeki M9 ve MM106 anacına aşılı, 11 yaşında, 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Granny Smith' ve 'Pink Lady' olmak üzere, dört farklı elma çeşidine ait meyveler kullanılmıştır. Çeşitlere ait özellikler aşağıda özetlenmiştir.

3.1.1. 'Golden Delicious'

Şekil 3.1. 'Golden Delicious' çeşidi meyvelerinin görünümü

Orijini Amerika olan 'Golden Delicious' çeşidi, kuvvetli ve yayvan gelişim göstermektedir. Çeşit orta irilikte veya iri meyvelere sahiptir. Meyveler tatlı ve yüksek yeme kalitesinde olup, meyve eti açık sarı renkli ve gevrektir. Meyve kabuk rengi sarı- yeşildir. 'Golden Delicious' çeşidinin hasat zamanı, Eylülün 4.- Ekimin 1. Haftası olarak bilinmektedir. 'Starking Delicious', 'Starkrimson Delicious', 'Red Chief', 'Scarlet Spur', 'Jonathan', 'Jerseymac', 'Prima' çeşitleri, 'Golden Delicious' çeşidi için tozlayıcı olarak kullanılabilmektedir. (Şekil 3.2) (Akgül vd., 2005)

3.1.2. ‘Fuji’

Şekil 3.2. ‘Fuji’ çeşidi meyvelerinin görünümü

Orijini Japonya olan ‘Fuji’ çeşidi, kuvvetli ve yarı dik gelişim göstermektedir. Çeşidin meyveleri orta iriliktedir. Meyveler, tatlı, sulu ve yeme kalitesi yüksek olup, meyve eti krem renkli, sert ve gevrek olarak bilinmektedir. Meyve kabuk rengi sarı zemin üzerine donuk kırmızımsı portakal renklidir. Çeşidin hasat zamanı, Ekim ayının 3-4. haftası olarak bilinmektedir. Ticari değeri yüksek olan ‘Fuji’ çeşidinin depo dayanımı iyi olup, ‘Golden Delicious’, ‘Red Delicious’, ‘Gala Grubu’ ve ‘Granny Smith’ çeşitleri, ‘Fuji’ çeşidi için tozlayıcı olarak kullanılabilmektedir (Şekil 3.1) (Akgül vd., 2005).

3.1.3. ‘Granny Smith’

Şekil 3.3. ‘Granny Smith’ çeşidi meyvelerinin görünümü

Orijini Avustralya olan ‘Granny Smith’ çeşidi kuvvetli ve yarı dik gelişim göstermektedir. Çeşidin meyveleri, orta irilikte veya iri olup, kısmen ekşidir. Meyve eti gevrek ve meyve eti rengi yeşilimsi beyaz rengindedir. Çeşit kısmen kalın kabuklu ve kabuk iri lentiselli olmakla birlikte meyve kabuk rengi yeşildir. Çeşidin hasat zamanı Ekimin 4. Kasımın 1. Haftası olarak bilinmektedir. ‘Golden Delicious’, ‘Red Delicious’, ‘Gala Grubu’ ve ‘Fuji’ çeşidi, ‘Granny Smith’ çeşidi için tozlayıcı olarak kullanılabilmektedir (Şekil 3.3) (Akgül vd., 2005).

3.1.4. ‘Pink Lady’

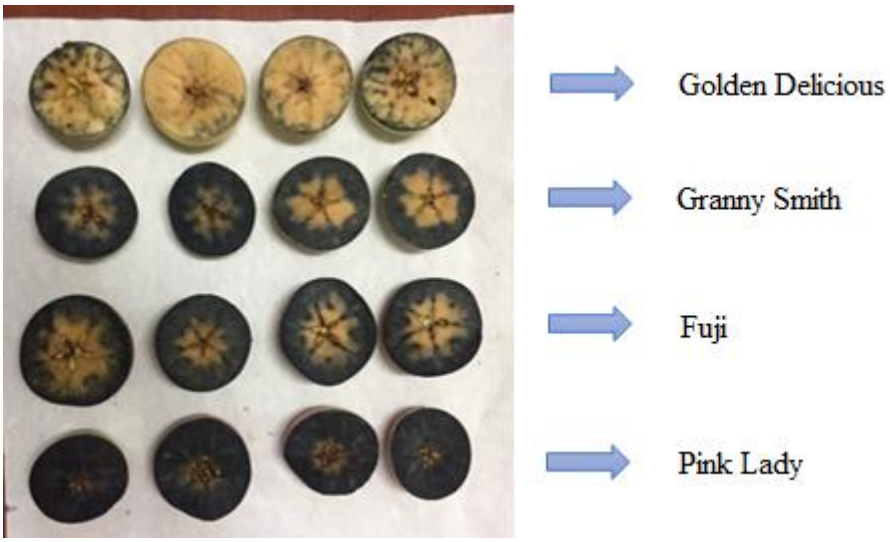
Şekil 3.4. ‘Pink Lady’ çeşidi meyvelerinin görünümü

Orijini Yeni Zelanda olan ‘Pink Lady’ çeşidi, kuvvetli ve dik gelişim göstermektedir. Çeşidin meyveleri orta irilikte, sulu, mayhoş-tatlı ve aromalı olup, meyve eti sert ve krem renklidir. Meyve kabuk rengi, yeşil- sarı zemin rengi üzerine pembe renginde ve meyve kabuğu çok lentisellidir. ‘Pink Lady’ çeşidinin hasat zamanı Kasımın 3-4. haftası olarak bilinmektedir. ‘Granny Smith’, ‘Red Delicious’, ‘Starkrimson Delicious’, ‘Gala grubu’, ‘Fuji’ çeşitleri ‘Pink Lady’ çeşidini için uygun tozlayıcılar olarak bilinmektedir (Şekil 3.4) (Akgül vd., 2005).

3.2. Yöntem

3.2.1. Potasyum iyodür testi ile çeşitlerin hasat zamanının tespit edilmesi

Çalışmada elmaların hasat zamanının saptanması amacıyla %1'lik KI (potasyum iyodür) çözeltisi kullanılmıştır. Elmalar ekvatoral bölgeden kesilerek meyve eti kısımları 30 saniye potasyum iyodür çözeltisinde bekletilmiştir (Blanpied and Silsby, 1992; Karaçalı, 2012). Meyve eti kısmındaki renk açılmaları gözlenmiştir. Boyanan bölgeler henüz nişastanın parçalanmadığı kısımlar iken, boyanan bölgeler nişastanın şekere dönüştüğü kısımlardır. Uygun hasat zamanında nişasta, çekirdek evinden meyve etine doğru 2/3 oranında kaybolmaktadır (Aslantaş, 2017).



Şekil 3.5. 11.10.2017 tarihli potasyum iyodür testi sonuçları

Potasyum iyodür testi sonucuna göre 'Golden Delicious' çeşidi 5.10.2017 tarihinde, 'Fuji' ve 'Granny Smith' çeşitleri 11.10.2017 tarihinde, 'Pink Lady' çeşidi 20.10.2017 tarihinde hasat edilmiştir (Şekil 3.5).

3.2.2. Hasat ve depolama

Hasatta, elmaların mümkün olduğu kadar homojen şekil ve irilikte ve hastalıksız olmalarına dikkat edilmiştir. Her uygulama grubu için 10'ar kg olmak üzere her çeşit için 80

kg meyve hasat edilmiştir. Hasattan sonraki uygulamalar tamamlandığında depoya taşıma gerçekleştirilmiştir. Depolama 0 °C'de % 85-95 oransal nemde yapılmıştır. Analizler depolamanın ikinci, dördüncü ve dokuzuncu ayında depodan alınan meyve örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.6).

Şekil 3.6. Hasat ve depolama

3.2.3. Esansiyel yağ uygulamaları

Kontrol grubu meyveler saf su ile muamele edilmiştir. Alınan elma örneklerine 200, 300 ve 400 ppm olmak üzere 3 farklı dozda kekik yağı ve 400, 500 ve 600 ppm olmak üzere 3 farklı dozda lavanta yağı saf su ile iyice karıştırılarak daldırma yöntemiyle uygulanmıştır (Şekil 3.7) (Shirzadeh ve Kazemi, 2012).

Şekil 3.7. Esansiyel yağ uygulamaları

3.2.4. 1 – MCP uygulaması

1-MCP uygulaması Bayagro Tarım İlaçları Firmasında yapılmıştır. SmartFresh^{TM} uygulaması 1000 ppb dozunda yapılmış olup uygulama süresi 24 saat, uygulama sıcaklığı ise oda sıcaklığı olarak belirlenmiştir.

3.2.5. Pomolojik ve kimyasal analizler

3.2.5.1. Meyve ağırlığı

Meyve ağırlığı, hasattan hemen sonra ve depolamanın ikinci, dördüncü ve dokuzuncu aylarında alınan örnekler arasından rastgele seçilen 3'er adet meyvenin 0.001 g'a duyarlı elektronik terazide (Sartorius - CPA 16001S) ayrı ayrı tartılarak, değerlerin ortalamasının alınması ile elde edilmiştir.

3.2.5.2. Meyve eti sertliği

Kontrol ve uygulama gruplarından seçilen elmalar üzerinde sertlik tayini el penetrometresi (GY – 3) ile yapılmıştır. Sertlik ölçümü, elmanın kabuk kısmından küçük bir parça yüzeysel bir şekilde alındıktan sonra, elmanın kabuğu alınan kısmı penetrometre ucuna bastırılıp, penetrometre ucunun meyve eti içinde sınır çizgisine kadar ilerlemesi sağlanacak şekilde yapılmış ve penetrometre ibresinin gösterdiği değer (N) sertlik değeri olarak kaydedilmiştir. Ölçüm, her uygulamada 3'er meyvede tekrarlanmıştır.

3.2.5.3. Meyve kabuk renkleri

Çalışmamızda, 2. ve 4. ve 9. aylarda depodan alınan çeşitlerden rastgele seçilen 3'er meyvenin, alt ve üst kabuk renkleri, renk ölçer (minolta) vasıtası ile ölçülerek, L*, C*, h* değerleri bulunmuştur. Toplam 3'er adet meyveden okunan değerlerin, aritmetik ortalaması alınmıştır. L değeri meyve renginin parlaklığındaki değişimi göstermektedir. L değeri 100'e yaklaştıkça parlaklık artmaktadır. C değeri renk doygunluğunu, h değeri renk tonunu ifade etmektedir (Günen vd., 2005; Vardal, 2009).

3.2.5.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarı

Çalışmamızda, meyve suyu numuneleri kaba filtre kağıdından süzülerek hazırlanmıştır. Meyve suyundan, dijital refraktometreye (ATAGO – 2312) 2 damla damlatılarak okülerden okunan değer (%) kaydedilmiştir (Evrenosoğlu ve Mertoğlu, 2017).

3.2.5.5. pH tayini

Meyve suyu örnekleri süzüldükten sonra beher içerisine konulmuş ve pH metrenin elektrot ucu meyve suyu içine batırılmıştır. Dijital göstergede sabitlenen değer kaydedilmiştir (Evrenosoğlu ve Mertoğlu, 2017).

3.2.5.6. Titre edilebilir asitlik

Titre edilebilir asit miktarının belirlenmesi amacıyla, 10 ml meyve suyu üzerine, 25 mL saf su, üç damla fenolftalein çözeltisi eklenmiştir. Fenolftaleinin etil alkoldeki %1'lik çözeltisi kullanılmıştır. Numune, manyetik karıştırıcı üzerinde sürekli çalkalanır durumda iken büret musluğu kontrollü bir şekilde açılarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile numune pembe renge dönüşünceye kadar titrasyon yapılmıştır (Şekil 3.8). Titrasyon bitiminden iki dakika sonra pembe rengin geriye dönüp dönmediği kontrol edilmiş, titrasyonun bitiş noktasına ulaştığı kesin bir şekilde belirlendikten sonra büretin dijital göstergesinden harcanan NaOH miktarı kaydedilmiştir.

Titre edilebilir asitlik değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

Titre Edilebilir Asitlik (mg/100 mL) = (V.N.E.1000)/M
V: Harcanan NaOH miktarı (mL),
N: NaOH normalitesi (genellikle 0.1 N),
M: Titre edilen örnek miktarı (mL),
E: Gıdadaki etkin, en çok bulunan organik asidin mEq ağırlığı (g) (Malik asit için: 0.067).

Şekil 3.8. Meyve sularında titrasyon sonrası renk değişimi

3.2.5.7. C vitamini analizi

C vitamini (askorbik asit) analizi için %10'luk H_2SO_4 çözeltisi, %1'lik nişasta çözeltisi, 2 litrelik 0.005 N I_2 (iyot) çözeltisi hazırlanmıştır. 10 mL meyve suyu numunesi üzerine sırasıyla 25 mL saf su, 5 ml H_2SO_4 çözeltisi, 5 ml nişasta çözeltisi eklenmiştir. Numune, manyetik karıştırıcı üzerinde sürekli çalkalanır durumda iken büret musluğu kontrollü bir şekilde açılarak iyot çözeltisi ile numune mavi lacivert renge dönüşünceye kadar titrasyon yapılmıştır (Şekil 3.9). Titrasyon bitiminden iki dakika sonra mavi lacivert rengin geriye dönüp dönmediği kontrol edilmiş, titrasyonun bitiş noktasına ulaştığı kesin bir şekilde belirlendikten sonra büretin dijital göstergesinden harcanan iyot miktarı kaydedilmiştir (Spinola vd., 2013).

C vitamini değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

C vitamini (mg/100 ml): $88.07 \times N(I_2) \times V(I_2) / V$
$N(I_2)$ = İyotun Normalitesi
$V(I_2)$ = Harcanan İyot Hacmi
V = Kullanılan Meyve Suyu Hacmi
Askorbik asidin eşdeğer ağırlığı = 88.07

Şekil 3.9. Meyve sularında C vitamini analizi sonrası renk değişimi

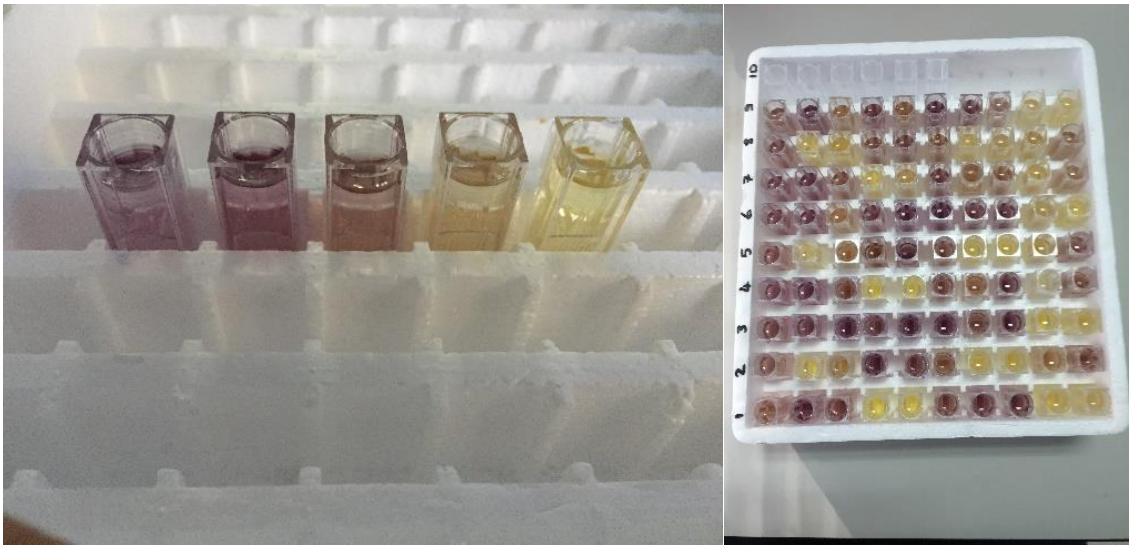
3.2.5.8. Toplam fenolik madde kapsamı

Toplam fenolik madde kapsamı Folin Ciocalteu ayracı kullanılarak, kolorimetrik reaksiyon yöntemi ile belirlenmiştir. Metoda göre Analizde Folin C ve $NaCO_3$ kimyasalları ile muamele edilen meyve suyu örnekleri, iki saat ışık almayan ortamda bekletilmiştir. Ardından spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Şekil 3.10). Standart eğri oluşturmak amacıyla gallik asit kullanılmış ve sonuçlar mg gallik asit/ L olarak ifade edilmiştir (Selçuk ve Erkan, 2016).

Şekil 3.10. Meyve sularında toplam fenolik madde analizi

3.2.5.9. Antioksidan kapasite

Antioksidatif kapasite analizi Difenil-1-pikrihidrazil (DPPH) radikal söndürücü kapasite yöntemine göre yapılmıştır. Yöntemde DPPH çözeltisi ve reaktif buffer olarak Tris-HCL kullanılmıştır. Yönteme göre, %50 inhibisyonun sağlandığı nokta tespit edilmiştir. Ardından DPPH ve Tris-HCL ile muamele edilen örnekler 30 dakika bekleme süresinden sonra 517 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Şekil 3.11) (Selçuk ve Erkan, 2016).



Şekil 3.11. Meyve sularında antioksidatif kapasite analizi

3.2.6. İstatistiksel değerlendirme

Çalışma tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme deseninde yürütülmüştür. İstatistiksel modelde, 4 farklı elma çeşidinde 3 farklı depolama süresi ile 2 farklı bitkisel kökenli yağ (3'er farklı doz) ve 1-MCP faktör olarak alınmıştır. Bağımlı değişkenlere ait ölçümler 3'er tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır. Denemede uygulama konularının incelenen özellikler üzerine etkisini belirlemek için depolama süreleri ve uygulamalar arasında istatistik olarak bir farkın olup olmadığı ve ay×uygulama interaksiyon varlığı araştırılmıştır. Analizlerde, Minitab istatistik paket programı kullanılmıştır. Verilerin normal dağılımdan geldiği Smirnov testi ile verilerin homojenliği Levene testi ile belirlenmiştir. Sonrasında iki yönlü varyans analizi ile $p<0.005$ anlamlılık düzeyinde uygulama grupları arasında istatistiksel bakımdan önemli bir fark olup olmadığı araştırılmış ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile farklılığın hangi gruplardan kaynaklandığı belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. 'Golden Delicious' Çeşidine Ait Bulgular

Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre 'Golden Delicious' çeşidi için, ağırlık, meyve eti sertliği, L*, C*, h* üst ve alt renk, suda çözünebilir kuru madde, pH, TA, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi bağımlı değişkenlerinin dağılımının %5 anlamlılık düzeyinde (p>alfa=0.05) normal dağılımdan geldiği sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. 'Golden Delicious' çeşidine ait verilerin normallik testi sonuçları

Response	Method	P-Value
Ağırlık	Smirnov	0.150
MES	Smirnov	0.010
L*üst	Smirnov	0.053
C*üst	Smirnov	0.150
h*üst	Smirnov	0.150
L*alt	Smirnov	0.010
C*alt	Smirnov	0.147
h*alt	Smirnov	0.010
SÇKM	Smirnov	0.343
pH	Smirnov	0.010
TA	Smirnov	0.038
C Vitamini	Smirnov	0.036
Fenol	Smirnov	0.010
Antioksidan	Smirnov	0.010

Çizelge 4.2. 'Golden Delicious' çeşidine ait verilerin homojenlik testi sonuçları

Response	Method	P-Value
Ağırlık	Levene	0.742
MES	Levene	0.586
L*üst	Levene	0.997
C*üst	Levene	0.839
h*üst	Levene	0.362
L*alt	Levene	0.846
C*alt	Levene	0.491
h*alt	Levene	0.833
SÇKM	Levene	0.343
pH	Levene	0.474
TA	Levene	0.983
C Vitamini	Levene	0.979
Fenol	Levene	0.898
Antioksidan	Levene	0.969

H_0: Bağımlı değişkene ilişkin hata varyansı gruplar arasında eşittir. (homojen varyans)
H1: Bağımlı değişkene ilişkin hata varyansı gruplar arasında eşittir. (heterojen varyans)

Hata varyanslarının belirlenmesi amacıyla Levene testi kullanılmıştır. Homojenlik testi sonuçlarına göre, ağırlık, meyve eti sertliği, L* üst, C* üst, h*üst, L*alt, C*alt, h*alt renk değerleri, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi bağımlı değişkenlerine ait hata varyansının gruplar arasında eşit olduğu dolayısıyla bağımlı değişkenlere ait hata varyasının %5 anlamlılık düzeyinde homojen olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre H_0 hipotezi kabul edilmiş, H_1 hipotezi reddedilmiştir (Çizelge 4.2).

Ana etki (uygulama ve ay) ve etkileşim (ay×uygulama) etkilerinin grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Buna göre, ağırlık, meyve eti sertliği, L*üst renk, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi değişkenlerine ait grup ortalamaları arasındaki fark hem uygulama hem de ay*uygulama interaksiyonu açısından istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. C*üst renk değişkeni için uygulama etkisi anlamlı bulunurken, ay*uygulama interaksiyonu etkisi anlamlı bulunmamıştır. h*üst, L*alt, C*alt, h*alt renk değişkenlerine ait grup ortalamaları arasındaki farkın, hem uygulama hem de ay* uygulama interaksiyonu etkisi bakımından istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.3).

İki yönlü varyans analizi sonucuna göre, değişkenlere ait grup ortalamalarından en az birinin diğerinden istatistiksel olarak farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Levene testi sonucuna göre hata varyansları eşit bulunduğundan, bu aşamadan sonra Tukey çoklu karşılaştırma testi ile hangi grup ortalamalarının birbirinden farklı olduğunun belirlenmesine çalışılmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testi ay×uygulama interaksiyonunun etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır (Çizelge 4.4, Çizelge 4.5, Çizelge 4.6, Çizelge 4.7, Çizelge 4.8).

Çizelge 4.3. ‘Golden Delicious’ çeşidine ait verilerin iki yönlü varyans analizi sonuçları

Response	**Source**	**P-Value**	**Response**	**R-sq**
Ağırlık	Uygulama	0.000	Ağırlık	90.52%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
MES	Uygulama	0.000	MES	94.02%
	Ay	0.000		
	Ay*Uygulama	0.000		
L*üst	Uygulama	0.000	L*üst	80.58%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
C* üst	Uygulama	0.000	C* üst	75.35%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.745		
h* üst	Uygulama	0.386	h* üst	51.44%
	Ay	0.031		
	Ay×Uygulama	0.008		
L* alt	Uygulama	0.286	L* alt	50.88%
	Ay	0.009		
	Ay×Uygulama	0.024		
C* alt	Uygulama	0.003	C* alt	78.60%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.009		
h* alt	Uygulama	0.011	h* alt	73.51%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.041		
SÇKM	Uygulama	0.000	SÇKM	97.48%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
pH	Uygulama	0.017	pH	47.25%
	Ay	0.016		
	Ay×Uygulama	0.434		
TA	Uygulama	0.000	TA	98.28%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
C Vitamini	Uygulama	0.000	C Vitamini	92.60%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
Fenol	Uygulama	0.000	Fenol	90.47%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
Antioksidan	Uygulama	0.000	Antioksidan	97.20%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

Çizelge 4.4. ‘Golden Delicious’ Çeşidinde Ağırlık ve Meyve Eti Sertliği Değerlerinin Uygulamalar ve Aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**Ağırlık (g)**	**Meyve Eti Sertliği (N)**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	183.23	51.00
KONTROL	2 Ay	131.043 efghı	42.3 abc
1-MCP		158.867 abc	45.3 a
KEKİK 200 PPM		166.167 ab	42.6 ab
KEKİK 300 PPM		132.733 defghı	39.6 abcde
KEKİK 400 PPM		143.333 bcdefg	42.6 ab
LAVANTA 400 PPM		157.867 abcd	43.3 ab
LAVANTA 500 PPM		168.467 ab	31.6 fghıjk
LAVANTA 600 PPM		153.200 abcde	37.3 bcdef
KONTROL	4 Ay	119.643 ghıj	33.3 fghıj
1-MCP		152.297 abcde	34.6 defgh
KEKİK 200 PPM		154.013 bcde	33.6 efghı
KEKİK 300 PPM		136.597 cdefgh	26.6 kl
KEKİK 400 PPM		123.907 fghı	30.6 ghıjk
LAVANTA 400 PPM		172.000 a	41.6 abc
LAVANTA 500 PPM		154.013 abcde	40.3 abcd
LAVANTA 600 PPM		123.433 fghı	26.6 kl
KONTROL	9 Ay	112.683 hıj	22.3 ıjkl
1-MCP		129.497 efghı	35.3 defg
KEKİK 200 PPM		126.323 fghı	27.3 jkl
KEKİK 300 PPM		94.080 j	28.0 ıjkl
KEKİK 400 PPM		107.560 ıj	27.3 jkl
LAVANTA 400 PPM		115.370 hıj	28.6 hıjkl
LAVANTA 500 PPM		133.687 cdefgh	36.3 cdefg
LAVANTA 600 PPM		111.360 hıj	23.3 l
Ay×Uygulama		*	*
p-value <0.05= önemli*			
p-value >0.05= önemli değil			

‘Golden Delicious’ çeşidi için Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, meyve ağırlığının korunmasında, 2. ay için en başarılı uygulama grupları 200 ppm kekik yağı ve 500 ppm lavanta yağı uygulamaları olmuş, bu uygulamaları 2. ayda 1-MCP uygulaması takip etmiştir. Meyve ağırlığı değişkeni bakımından 4. ay sonuçlarına bakıldığında, ilk sırada 400 ppm lavanta uygulamasının yer aldığı, hemen sonrasında ise 1-MCP uygulaması ile 500 ppm lavanta yağı uygulamasının istatistiksel değer bakımından eşdeğer grupta yer aldığı görülmektedir. Dokuzuncu ay verilerinde, 400 ppm lavanta yağı uygulamasına ait meyve ağırlığı değerlerinde belirgin bir düşüş olurken, 500 ppm lavanta yağı uygulaması yapılan meyvelerde en yüksek meyve ağırlığı değerleri saptanmış bu uygulamadan sonra en başarılı

grubun 1-MCP grubu olduğu görülmüştür. ‘Jonagold’ ve ‘Gala’ elmalarında yapılan depolama çalışmalarında, hem lavanta hem de kekik yağı uygulamalarının, meyvelerde ağırlık kaybı üzerine olumlu etki gösterdiği hatta kekik yağının 100 ppb, lavanta yağının ise 25 ppb gibi düşük dozlarda bile ağırlık kaybını azaltma konusunda başarı sağlayabildiği belirtilmektedir (Rabiei vd., 2011). Benzer şekilde çalışmamızda, meyve ağırlığı değişkeni bakımından, 500 ppm lavanta yağı uygulamasının ‘Golden Delicious’ çeşidinde tüm aylarda daha stabil sonuçlar verdiği ve 1-MCP uygulamasına alternatif oluşturabileceği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.4).

‘Golden Delicious’ çeşidinde, meyve eti sertliği bakımından en başarılı uygulama 2. ayda 1-MCP uygulaması olmuş, bu değişken için bir alt grup içinde 200 ppm kekik yağı, 400 ppm kekik yağı ve 400 ppm lavanta yağı uygulamaları yer almıştır. Bu grupların 4. ay açısından etkinliği değerlendirildiğinde, yalnızca 400 ppm lavanta yağı uygulamasının başarı sağladığı, bu ay içinde bir alt grupta 500 ppm lavanta yağı uygulamasının yer aldığı görülmektedir. Dokuzuncu ay verilerinde, en yüksek sertlik değeri 500 ppm lavanta yağı uygulaması yapılan elmalarda ortaya çıkmıştır. Dokuzuncu ayda başarı sağlayan bir sonraki grup ise 1-MCP uygulanan grup olmuştur. ‘Gala’ elmalarında yapılan depolama çalışmasında, 500 ppm lavanta yağı uygulaması ile 300 ppm kekik yağı uygulamasının meyve eti sertliği üzerindeki etkisi karşılaştırıldığında, depolama süresi uzadıkça, 300 ppm dozundaki kekik yağının etkisinin stabil kaldığı ancak 500 ppm dozundaki lavanta yağı uygulamasının uzun depolama periyodunda etkisini yitirebileceği belirlenmiştir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Çalışmamızda ise meyve eti sertliğinin korunması bakımından, 400 ppm lavanta yağı ve 500 ppm lavanta yağı uygulamalarının 1-MCP uygulamasına alternatif oluşturabileceği görülmektedir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5. ‘Golden Delicious’ çeşidinde meyve kabuğu üst renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**L* üst**	**C* üst**	**h * üst**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	76.5900	46.2200	90.3000
KONTROL	2 Ay	70.8433 e	49.6400	69.1800
1-MCP		78.1767 ab	51.3633	82.1867
KEKİK 200 PPM		77.7067 abc	51.0267	76.5233
KEKİK 300 PPM		80.3833 a	49.6467	84.4200
KEKİK 400 PPM		74.8333 bcde	49.1067	78.3867
LAVANTA 400 PPM		72.3400 de	49.8133	84.6867
LAVANTA 500 PPM		78.4533 ab	49.6800	76.3333
LAVANTA 600 PPM		77.8833 ab	45.3200	74.6500
KONTROL	4 Ay	76.3200 abcd	56.4633	76.5000
1-MCP		78.3667 ab	58.1400	72.7100
KEKİK 200 PPM		77.8133 abc	56.2333	80.9167
KEKİK 300 PPM		78.9633 ab	56.0500	80.6600
KEKİK 400 PPM		78.7167 ab	57.8733	81.0433
LAVANTA 400 PPM		76.3167 abcd	54.9600	75.4500
LAVANTA 500 PPM		76.6400 abcd	54.5700	75.0767
LAVANTA 600 PPM		79.8500 a	47.7333	81.5400
KONTROL	9 Ay	80.3233 a	57.2833	75.4433
1-MCP		79.7867 ab	60.0100	76.9567
KEKİK 200 PPM		79.4967 ab	59.5067	79.4133
KEKİK 300 PPM		72.8633 cde	54.5367	65.9467
KEKİK 400 PPM		80.6000 a	58.8733	78.2700
LAVANTA 400 PPM		76.2500 abcd	56.2200	72.5467
LAVANTA 500 PPM		76.3033 abcd	55.0967	74.0233
LAVANTA 600 PPM		81. 0500 a	53.7400	73.7867
Ay×Uygulama		*	öd	öd
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

En yüksek L* değeri, 2. ayda 300 ppm kekik yağı uygulamasında, 4. ayda 600 ppm lavanta yağı uygulamasında, 9. ayda kontrol, 400 ppm kekik ve 600 ppm lavanta yağı uygulamalarında görülmüştür. 600 ppm lavanta yağı uygulamasının Golden Delicios çeşidinde L* değerinin korunmasında etkili olabileceği anlaşılmaktadır. Kabuk üst rengine ait C* ve h* değerleri ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6. ‘Golden Delicious’ çeşidinde meyve kabuğu alt renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**L* alt**	**C* alt**	**h * alt**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	74.5000	44.0730	99.9400
KONTROL	2 Ay	78.1900	50.4900	84.5100
1-MCP		78.0367	52.1667	88.4267
KEKİK 200 PPM		80.9367	48.6567	87.0200
KEKİK 300 PPM		79.9067	49.9067	90.2133
KEKİK 400 PPM		75.6833	50.8867	92.1500
LAVANTA 400 PPM		74.9967	51.1300	93.0033
LAVANTA 500 PPM		79.5567	52.5133	85.5467
LAVANTA 600 PPM		77.9600	48.8200	90.7067
KONTROL	4 Ay	78.3133	54.1533	81.4033
1-MCP		80.0033	65.1267	79.3667
KEKİK 200 PPM		75.3767	54.8100	89.7500
KEKİK 300 PPM		79.6667	56.2400	82.6533
KEKİK 400 PPM		79.8800	55.4933	85.3533
LAVANTA 400 PPM		80.5867	55.9700	80.5233
LAVANTA 500 PPM		79.2500	54.6700	79.2900
LAVANTA 600 PPM		79.6267	53.7467	84.8967
KONTROL	9 Ay	80.3333	56.0000	77.0767
1-MCP		80.9100	58.0367	77.3100
KEKİK 200 PPM		78.9100	56.9600	81.0433
KEKİK 300 PPM		81.7133	57.7433	78.3233
KEKİK 400 PPM		81.4267	58.6967	79.6033
LAVANTA 400 PPM		78.0033	60.5733	76.5667
LAVANTA 500 PPM		80.2100	56.2800	76.3600
LAVANTA 600 PPM		79.5967	60.3600	79.1333
Ay×Uygulama		öd	öd	öd
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Golden Delicious’ çeşidinde kabuk zemin rengine ait L*, C* ve h* değerleri ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7. ‘Golden Delicious’ çeşidinde suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**SÇKM (%)**	**pH**	**TA (mg/100 ml)**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	13.07	3.79	0.33
KONTROL	2 Ay	13.50 def	4.01	0.25 de
1-MCP		13.56 def	3.85	0.30 a
KEKİK 200 PPM		12.06 hı	4.19	0.18 h
KEKİK 300 PPM		12.53 ghı	4.22	0.18 h
KEKİK 400 PPM		12.93 fgh	4.11	0.21 fg
LAVANTA 400 PPM		12.50 ghı	4.00	0.30 ab
LAVANTA 500 PPM		13.93 bcde	3.86	0.27 bcd
LAVANTA 600 PPM		8.83 l	4.24	0.26 cde
KONTROL	4 Ay	14.73 ab	4.23	0.21 f
1-MCP		14.36 abcd	4.13	0.25 de
KEKİK 200 PPM		11.86 ıj	4.51	0.18 gh
KEKİK 300 PPM		10.43 k	4.56	0.13 ı
KEKİK 400 PPM		11.83 ıj	4.57	0.25 de
LAVANTA 400 PPM		13.96 bcde	4.22	0.28 abc
LAVANTA 500 PPM		12.26 ghı	4.20	0.14 ı
LAVANTA 600 PPM		13.70 def	4.53	0.23 ef
KONTROL	9 Ay	15.16 a	4.45	0.25 de
1-MCP		14.26 abcd	3.11	0.18 h
KEKİK 200 PPM		11.73 ıj	4.61	0.13 ı
KEKİK 300 PPM		13.13 efd	4.70	0.13 ı
KEKİK 400 PPM		11.13 jk	4.70	0.17 h
LAVANTA 400 PPM		14.20 bcd	4.71	0.18 h
LAVANTA 500 PPM		13.76 cdef	4.69	0.14 ı
LAVANTA 600 PPM		14.66 abc	4.62	0.14 ı
Ay×Uygulama		*	öd	*
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Golden Delicious’ çeşidinde 2. ayda en düşük SÇKM değeri 600 ppm lavanta yağı uygulamasında, 4. ayda 300 ppm kekik yağı uygulamasında, 9. ayda ise 400 ppm kekik yağı uygulamasında bulunmuştur. ‘Gala’ elmalarında yapılan bir çalışmada, 20 günlük depolamada 300 ppm kekik yağı ve 500 ppm lavanta yağı uygulamalarının her ikisinin birden, SÇKM düzeyinin düşük kalmasını sağladığı, 140 günlük depolama sonunda ise 300 ppm dozunda kekik yağı etkisini korurken, lavanta yağı uygulamasının etkisini bir miktar yitirdiği tespit edilmiştir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Benzer şekilde çalışmamızda da, SÇKM miktarının uzun süreli depolamada stabil kalması bakımından, kekik yağı uygulamasının orta ve yüksek dozlarının diğer uygulamalara göre daha etkili olduğu görülmektedir. Çeşidin pH değerine ait verilerin ortalamaları arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.7).

Titre edilebilir asitlik kapsamı bakımından en iyi grup, 2. ayda 1-MCP uygulaması yapılan elmalar olmuş, bu grubu 400 ppm lavanta uygulaması yapılan elmalar takip etmiştir. Dördüncü ayda yine 400 ppm lavanta yağı uygulamasında titre edilebilir asitliğin en yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Dördüncü ay açısından 1-MCP uygulaması, titre edilebilir asitlik kapsamını koruma bakımından 400 ppm lavanta yağı uygulamasına göre hayli alt grupta kalmıştır. Dokuzuncu ayda ise titre edilebilir asitliği koruma bakımından en başarılı uygulama grupları 1-MCP ve 400 ppm lavanta yağı uygulaması olmuştur. ‘Gala’ elmalarında yapılan çalışmada 140 günlük depolama süresi sonunda, 300 ppm kekik ve 500 ppm lavanta yağı uygulamalarının titre edilebilir asitlik düzeyini koruyabildiği görülmüştür (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Ancak çalışmamızda 9. ay sonuçlarında, uygulamaların tümü titre edilebilir asit değişkeni bakımından başarılı sonuçlar vermemiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.8. ‘Golden Delicious’ çeşidinde C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

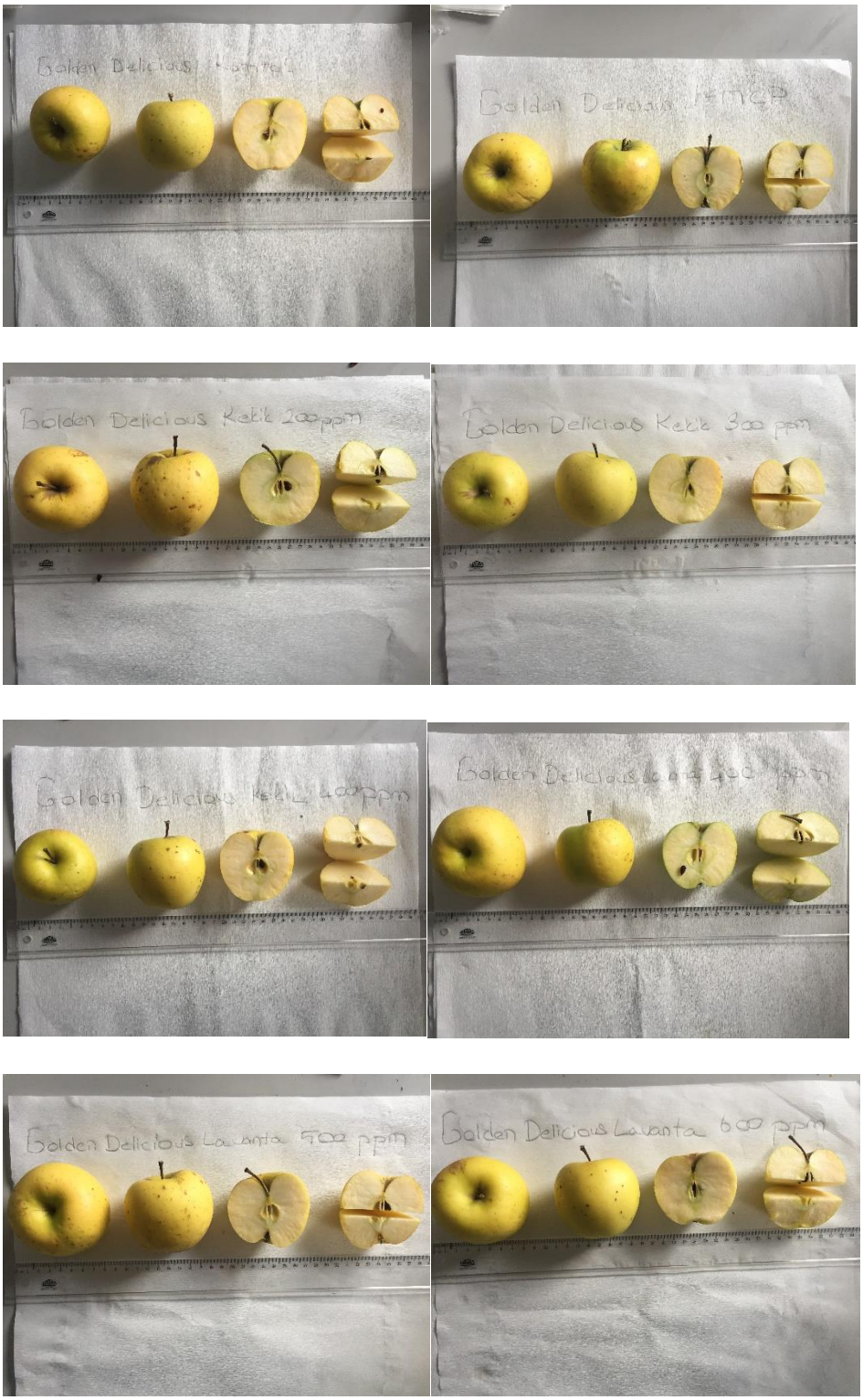
UYGULAMA	Muhafaza Süresi	C Vitamini (mg/100 ml)	Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit/ L)	Antioksidan Kapasite (% İnhibisyon)
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	4.04	241.23	71.45
KONTROL	2 Ay	2.72 cdefg	212.73 ab	65.42 abc
1-MCP		3.09 ab	130.01 fg	73.65 a
KEKİK 200 PPM		3.06 abc	152.02 defg	63.19 abcd
KEKİK 300 PPM		3.23 a	167.55 cdef	68.01 ab
KEKİK 400 PPM		285 bcde	118.59 g	48.33 fgh
LAVANTA 400 PPM		294 abcd	147.26 defg	52.75 defg
LAVANTA 500 PPM		2.81 bcde	207.42 abc	70.90 ab
LAVANTA 600 PPM		2.85 bcde	148.83 defg	65.67 abc
KONTROL	4 Ay	2.21 ıj	204.54 abc	61.11 bcde
1-MCP		2.63 defgh	181.21 bcd	69.68 ab
KEKİK 200 PPM		2.44 fghıj	240.74 a	60.75 bcde
KEKİK 300 PPM		2.27 ıj	174.12 bcde	61.13 bcde
KEKİK 400 PPM		2.88 bcde	138.54 efg	43.95 ghı
LAVANTA 400 PPM		2.29 hıj	188.95 bcd	20.65 k
LAVANTA 500 PPM		2.75 bcdef	185.92 bcd	66.97 ab
LAVANTA 600 PPM		2.66 defg	129.42 fg	60.22 bcde
KONTROL	9 Ay	2.16 j	201.54 abc	45.10 gh
1-MCP		2.21 ıj	138.24 efg	62.14 bcd
KEKİK 200 PPM		2.23 ıj	148.20 defg	50.88 efg
KEKİK 300 PPM		2.21 ıj	196.87 bc	56.10 cdef
KEKİK 400 PPM		2.37 ghıj	132.11 efg	30.75 jk
LAVANTA 400 PPM		2.21 ıj	121.54 g	7.28 l
LAVANTA 500 PPM		2.55 efghı	149.92 defg	38.20 hıj
LAVANTA 600 PPM		2.39 ghıj	120.63 g	33.28 ıj
Ay×Uygulama		*	*	*
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Golden Delicious’ çeşidi için C vitamini oranı en yüksek olan uygulama grubu 2. aya ait 300 ppm kekik yağı uygulaması olmuştur. Bu uygulamayı, 2. ayda 1-MCP uygulaması izlemiştir. Dördüncü ve 9. aylarda ise, C vitamini kapsamı bakımından en yüksek veriler, 500 ppm lavanta yağı uygulaması yapılan gruptan elde edilmiş, 1-MCP ve kekik yağı uygulamaları uzun süreli depolamada C vitamini kapsamının korunması bakımından, 500 ppm lavanta yağı uygulamasının hayli gerisinde kalmıştır (Çizelge 4.8).

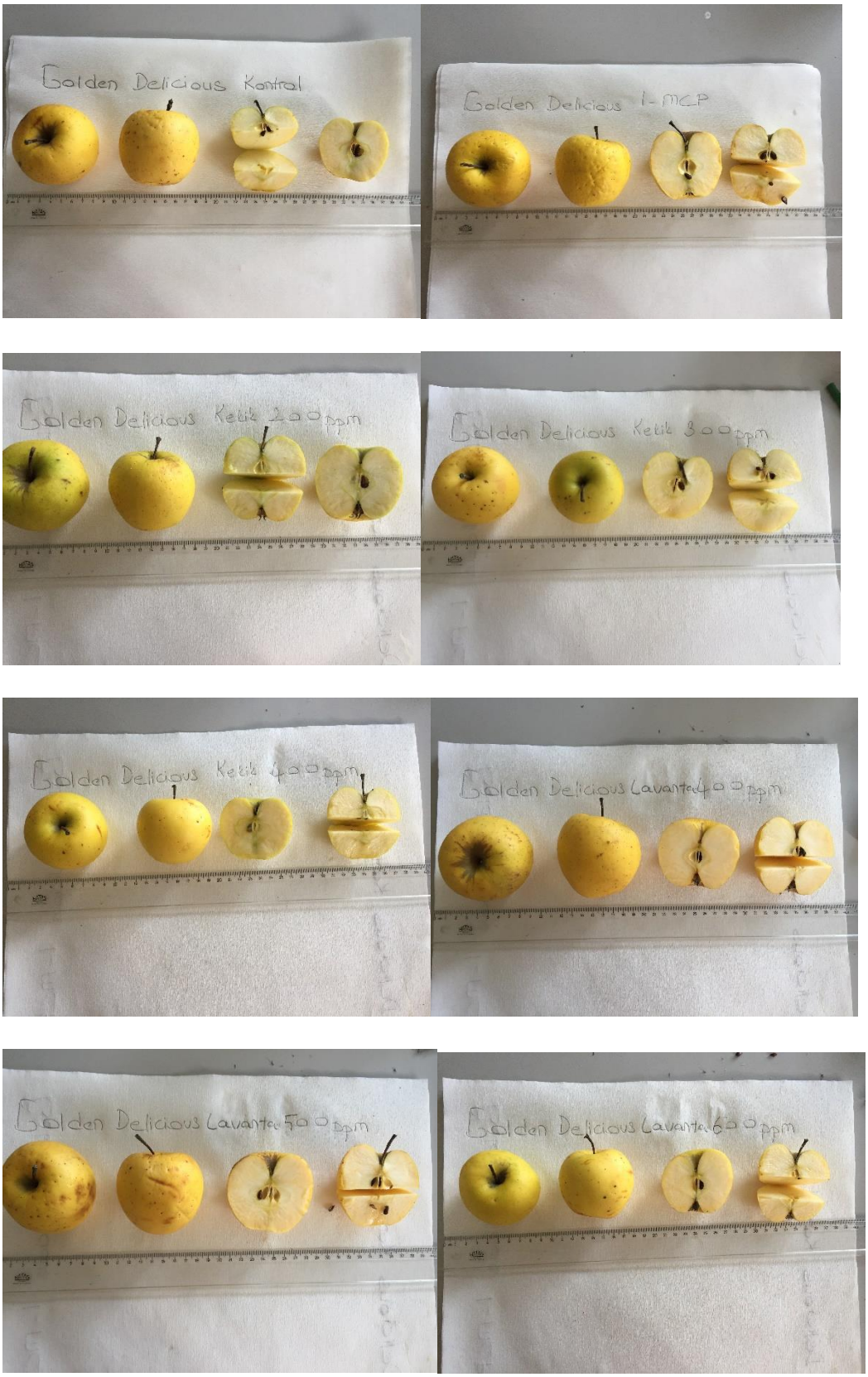
Toplam fenolik madde miktarı verilerinde, 2. ayda en yüksek değerler sırasıyla, kontrol ve 500 ppm lavanta yağı uygulamalarında görülmektedir. Dördüncü ayda, 200 ppm kekik yağı uygulaması toplam fenolik madde miktarı bakımından en başarılı sonucu vermiş olup, bu ay içinde bir sonraki grupta 400 ppm ve 500 ppm lavanta yağı uygulamaları yer almıştır. Dokuzuncu ayda en yüksek toplam fenolik madde değeri sırasıyla, kontrol ve 300 ppm kekik yağı uygulamalarında görülmüştür. Kekik ve lavanta yağlarının, düşük ve orta dozlarının, toplam fenolik madde miktarının korunması bakımından 1-MCP uygulamasına alternatif oluşturabileceği belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

'Golden Delicious' çeşidi için antioksidan kapasitesi 2. ayda en yüksek olan uygulama grubu 1-MCP grubu olmuş, bu grubu ise istatistiksel gruplandırmada aynı seviyede yer alan 300 ppm kekik yağı ve 500 ppm lavanta yağı uygulamaları takip etmiştir. Dördüncü ay sonuçlarına bakıldığında, 1-MCP ve 500 ppm lavanta yağı uygulamalarının antioksidan kapasite bakımından eşdeğer başarı sağlayan gruplar olduğu görülmektedir. Dört aylık bir depolama süresinde, 'Golden Delicious' çeşidinin antioksidan kapasitesinin korunması bakımından, 500 ppm lavanta yağı uygulamasının, 1-MCP uygulamasına alternatif oluşturabileceği saptanmıştır. Dokuzuncu ay karşılaştırmasında yine en başarılı uygulama 1-MCP uygulaması olmuş, bu uygulamayı ise 300 ppm kekik yağı uygulaması izlemiştir. Antioksidan kapasite açısından, uzun süreli depolamada 300 ppm kekik yağı uygulaması daha etkili bulunmuştur (Çizelge 4.8).

'Golden Delicious' çeşidinin tüm uygulamalarına ait görünümler, şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'de görülmektedir.



Şekil 4.1. ‘Golden Delicious’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının ikinci ay sonundaki görünümleri



Şekil 4.2. ‘Golden Delicious’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dördüncü ay sonundaki görünümleri

Şekil 4.3. ‘Golden Delicious’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dokuzuncu ay sonundaki görünümleri

4.2. ‘Fuji’ Çeşidine Ait Bulgular

Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre ağırlık, meyve eti sertliği, L*, C*, h* üst ve alt renk, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi bağımlı değişkenlerinin dağılımının %5 anlamlılık düzeyinde normal dağılımdan geldiği (p<alfa=0.05) sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. ‘Fuji’ çeşidine ait verilerin normallik testi sonuçları

Response	Method	P-Value
Ağırlık	Smirnov	0.150
MES	Smirnov	0.150
L*üst	Smirnov	0.150
C*üst	Smirnov	0.150
h*üst	Smirnov	0.019
L*alt	Smirnov	0.150
C*alt	Smirnov	0.150
h*alt	Smirnov	0.146
SÇKM	Smirnov	0.010
pH	Smirnov	0.010
TA	Smirnov	0.010
C Vitamini	Smirnov	0.150
Fenol	Smirnov	0.010
Antioksidan	Smirnov	0.010

Çizelge 4.10. ‘Fuji’ çeşidine ait verilerin homojenlik testi sonuçları

Response	Method	P-Value
Ağırlık	Levene	0.950
MES	Levene	0.857
L*üst	Levene	0.989
C*üst	Levene	0.984
h*üst	Levene	0.983
L*alt	Levene	0.844
C*alt	Levene	0.964
h*alt	Levene	0.823
SÇKM	Levene	0.411
pH	Levene	0.970
TA	Levene	0.999
C Vitamini	Levene	0.951
Fenol	Levene	0.369
Antioksidan	Levene	0.999

H_0: Bağımlı değişkene ilişkin hata varyansı gruplar arasında eşittir. (homojen varyans)

H1: Bağımlı değişkene ilişkin hata varyansı gruplar arasında eşittir. (heterojen varyans)

Hata varyanslarının belirlenmesi amacıyla Levene testi kullanılmıştır. Homojenlik testi sonuçlarına göre, ağırlık, meyve eti sertliği, L* üst, C* üst, h*üst, L*alt, C*alt, h*alt renk, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi bağımlı değişkenlerine ait hata varyansının gruplar arasında eşit olduğu dolayısıyla bağımlı değişkenlere ait hata varyasının %5 anlamlılık düzeyinde homojen olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre H_0 hipotezi kabul edilmiş, H_1 hipotezi reddedilmiştir (Çizelge 4.10).

Ana etki (uygulama ve ay) ve etkileşim (ay×uygulama) etkilerinin grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Buna göre ağırlık, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde, antioksidan kapasitesi değişkenlerinin grup ortalamaları üzerinde uygulama ve ay*uygulama interaksiyonu etkilerinin istatistiksel açıdan önemli bir fark oluşturduğu görülmektedir. L*üst renk değişkeninin grup ortalamaları arasındaki fark yalnızca ay*uygulama interaksiyonundan kaynaklanmış, bu değişken için uygulama etkisi önemsiz bulunmuştur. C*üst, h*üst, L*alt, C* alt ve h*alt renk değişkenlerinin grup ortalamaları arasında uygulama ve uygulama*ay interaksiyonu etkilerinin istatistiksel açıdan anlamlı bir fark oluşturmadığı görülmüştür (Çizelge 4.11).

İki yönlü varyans analizi sonucuna göre, değişkenlere ait grup ortalamalarından en az birinin diğerinden istatistiksel olarak farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Levene testi sonucuna göre hata varyansları eşit bulunduğundan, bu aşamadan sonra Tukey çoklu karşılaştırma testi ile hangi grup ortalamalarının birbirinden farklı olduğunun belirlenmesine çalışılmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testi ay×uygulama interaksiyonunun etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır (Çizelge 4.12, Çizelge 4.13, Çizelge 4.14, Çizelge 4.15, Çizelge 4.16).

Çizelge 4.11. ‘Fuji’ çeşidine ait verilerin iki yönlü varyans analizi sonuçları

Response	Source	P-Value	Response	R-sq
Ağırlık	Uygulama	0.000	Ağırlık	97.19%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
MES	Uygulama	0.000	MES	94.08%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
L*üst	Uygulama	0.048	L*üst	59.32%
	Ay	0.007		
	Ay×Uygulama	0.002		
C* üst	Uygulama	0.244	C* üst	53.99%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.275		
h* üst	Uygulama	0.193	h* üst	56.01%
	Ay	0.001		
	Ay×Uygulama	0.013		
L* alt	Uygulama	0.974	L* alt	48.58%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.060		
C* alt	Uygulama	0.416	C* alt	67.46%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.204		
h* alt	Uygulama	0.115	h* alt	50.40%
	Ay	0.355		
	Ay×Uygulama	0.011		
SÇKM	Uygulama	0.000	SÇKM	83.96%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
pH	Uygulama	0.000	pH	99.91%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
TA	Uygulama	0.000	TA	98.92%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
C Vitamini	Uygulama	0.000	C Vitamini	93.51%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
Fenol	Uygulama	0.000	Fenol	98.77%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
Antioksidan	Uygulama	0.000	Antioksidan	98.15%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
p-value <0.05=önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

Çizelge 4.12. ‘Fuji’ çeşidinde ağırlık ve meyve eti sertliği değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**Ağırlık (g)**	**Meyve Eti Sertliği (N)**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	159.730	69.7
KONTROL	2 Ay	130.817 ghı	56.0 bcd
1-MCP		150.633 abc	63.6 a
KEKİK 200 PPM		140.200 cdefg	56.0 bcd
KEKİK 300 PPM		137.767 defgh	54.0 bcde
KEKİK 400 PPM		157.100 a	56.3 bcd
LAVANTA 400 PPM		131.700 fghı	52.0 def
LAVANTA 500 PPM		153.167 ab	63.0 a
LAVANTA 600 PPM		152.833 ab	63.3 a
KONTROL	4 Ay	124.853 ıj	51.3 def
1-MCP		136.070 defgh	62.3 a
KEKİK 200 PPM		128.447 hı	53.6 bcde
KEKİK 300 PPM		130.297 ghu	56.3 bcd
KEKİK 400 PPM		142.210 cde	59.3 ab
LAVANTA 400 PPM		132.477 efghı	54.3 bcde
LAVANTA 500 PPM		141.860 cdef	63.6 a
LAVANTA 600 PPM		146.117 bcd	62.3 a
KONTROL	9 Ay	104.473 mn	42.0 h
1-MCP		115.840 jkl	49.6 efg
KEKİK 200 PPM		112.167 klm	58.3 abc
KEKİK 300 PPM		096.270 n	44.6 gh
KEKİK 400 PPM		122.077 ıjk	52.6 cdef
LAVANTA 400 PPM		109.907 lm	47.3 fgh
LAVANTA 500 PPM		117.663 jkl	53.0 cdef
LAVANTA 600 PPM		115.757 jkl	51ö6 def
Ay×Uygulama		*	*
p-value <0.05=önemli*			
p-value >0.05= önemli değil			

‘Fuji’ çeşidi için Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, ağırlık kaybının en az olduğu uygulamalar, 2. ayda 400 ppm kekik yağı, 500 ppm ve 600 ppm lavanta yağı uygulamaları olmuştur. 400 ppm kekik yağı uygulaması en başarılı grupta yer alırken, 500 ppm ve 600 ppm lavanta yağı uygulamaları istatistiksel olarak bir alt grupta yer almıştır. Dördüncü ay verilerinde, ağırlık kaybı açısından en üstün uygulama, 600 ppm lavanta yağı uygulaması olmuş, bu uygulamayı ise 400 ppm lavanta yağı uygulaması takip etmiştir. Dokuzuncu ayda ise 1-MCP, 400 ppm kekik yağı, 500 ppm ve 600 ppm lavanta yağı uygulamaları en iyi grupları oluşturmuştur. Gala elmalarında yapılan bir çalışmada, lavanta ve kekik yağı uygulamalarının ağırlık kaybı üzerinde genel olarak önemli etki gösterdiği fakat 300 ppm kekik yağı uygulamasının, ağırlık kaybının azaltılması bakımından en başarılı uygulama olduğu belirtilmektedir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Çalışmamızda ise, tüm aylar için meyve ağırlığı değişkeni bakımından genel bir değerlendirme yapıldığında özellikle 400 ppm kekik yağının ve lavanta yağının orta ve yüksek dozlarının, meyve ağırlığını koruma açısından 1-MCP uygulaması ile rekabet edebildiği ve bu uygulamaların uzun süreli depolamada alternatif olarak tercih edilebileceği tespit edilmiştir (Çizelge 4.12).

Meyve eti sertliği bakımından 2. ay 1-MCP, 500 ppm ve 600 ppm lavanta yağı uygulamalarının en başarılı uygulamalar oldukları görülmüştür. Dördüncü ayda yine 1-MCP uygulaması, 500 ppm ve 600 ppm lavanta yağı uygulamaları meyve eti sertliğini en iyi koruyan uygulamalar olmuş, bu uygulama gruplarından sonra gelen 400 ppm kekik yağı uygulamasının da başarılı sonuç verdiği tespit edilmiştir. Dokuzuncu ay verilerine bakıldığında, en yüksek sertlik değerinin 200 ppm kekik yağı uygulaması yapılan elmalardan elde edildiği görülmektedir. Dokuzuncu ay açısından sertlik değeri için 200 ppm kekik yağı uygulamasının bir alt grubunda 400 ppm kekik yağı ve 500 ppm lavanta yağı uygulamaları yer almıştır. ‘Gala’ elmaları ile yapılan çalışmada kekik yağının 300 ppm dozunun meyve eti sertliği üzerinde olumlu etki gösterdiği, ‘Jonagold’ elmaları ile yapılan bir çalışmada ise lavanta yağının 25 ve 100 ppb dozlarının 5 aylık depolama süresi sonunda, meyve eti sertliği üzerinde etkisi olmadığı belirtilmektedir (Rabiei vd., 2011; Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Buna rağmen çalışmamızda ve 500 ppm lavanta yağı ve özellikle 400 ppm kekik yağı uygulamalarının meyve eti sertliği bakımından, uzun süreli depolamada 1-MPC uygulamasından daha başarılı sonuç verdiği görülmektedir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13. ‘Fuji’ çeşidinde meyve kabuğu üst renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**L* üst**	**C* üst**	**h * üst**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	46.8000	30.2800	25.7600
KONTROL	2 Ay	43.2500	35.1900	24.5000
1-MCP		51.2133	39.1967	33.1833
KEKİK 200 PPM		44.1967	35.3333	24.7423
KEKİK 300 PPM		43.2333	34.2967	27.4400
KEKİK 400 PPM		46.3100	37.0233	29.2033
LAVANTA 400 PPM		45.9567	35.7200	27.9567
LAVANTA 500 PPM		40.9300	36.7800	29.3800
LAVANTA 600 PPM		45.7067	38.5767	28.1300
KONTROL	4 Ay	51.9167	42.3700	32.9133
1-MCP		50.0267	39.2533	32.0433
KEKİK 200 PPM		43.9367	40.0100	26.6267
KEKİK 300 PPM		49.6100	39.9133	35.2200
KEKİK 400 PPM		52.2567	37.0467	37.8200
LAVANTA 400 PPM		46.2300	39.6367	24.8867
LAVANTA 500 PPM		45.6000	42.3567	29.3900
LAVANTA 600 PPM		46.5800	40.1133	26.2533
KONTROL	9 Ay	50.7800	39.2267	40.6467
1-MCP		41.8767	34.2400	30.4333
KEKİK 200 PPM		42.6133	36.5800	29.7967
KEKİK 300 PPM		44.6000	36.5400	28.3167
KEKİK 400 PPM		45.0900	33.1867	31.2900
LAVANTA 400 PPM		50.1633	34.1667	43.6200
LAVANTA 500 PPM		49.8100	33.9867	46.0500
LAVANTA 600 PPM		45.9100	38.6267	32.2500
Ay×Uygulama		öd	öd	öd
p-value <0.05=önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Fuji’ çeşidinde, meyve kabuğu üst renk değerlerine ait ortamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14. ‘Fuji’ çeşidinde meyve kabuğu alt renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**L* alt**	**C* alt**	**h* alt**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	72.1000	33.6400	97.5400
KONTROL	2 Ay	67.4867	37.1333	69.0767
1-MCP		72.9500	39.5467	74.2400
KEKİK 200 PPM		66.2433	39.0067	79.6200
KEKİK 300 PPM		69.2667	37.5967	86.7167
KEKİK 400 PPM		65.8333	39.0100	80.2733
LAVANTA 400 PPM		71.5633	40.3200	87.8167
LAVANTA 500 PPM		73.5633	41.8667	85.8167
LAVANTA 600 PPM		66.7967	39.0600	72.8767
KONTROL	4 Ay	72.8467	47.9833	81.7100
1-MCP		71.6900	45.1233	83.5067
KEKİK 200 PPM		77.9200	48.2533	85.8767
KEKİK 300 PPM		75.6267	46.4600	88.3367
KEKİK 400 PPM		75.5667	45.7400	80.5033
LAVANTA 400 PPM		70.1067	41.4067	72.0100
LAVANTA 500 PPM		72.5500	45.6300	79.7633
LAVANTA 600 PPM		76.2900	48.0533	79.6100
KONTROL	9 Ay	75.6700	48.1933	77.2100
1-MCP		73.7467	46.6233	79.3133
KEKİK 200 PPM		71.3133	46.8100	77.6167
KEKİK 300 PPM		69.7567	41.7467	72.2467
KEKİK 400 PPM		71.0967	44.6967	80.9833
LAVANTA 400 PPM		74.5633	45.3633	84.4767
LAVANTA 500 PPM		71.5700	46.5533	84.3333
LAVANTA 600 PPM		70.5833	42.9600	74.0600
Ay×Uygulama		öd	öd	öd
p-value <0.05=önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Fuji’ çeşidinde, meyve kabuğu zemin renk değerlerine ait ortamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.15. ‘Fuji’ çeşidinde suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	Muhafaza Süresi	SÇKM(%)	pH	TA (mg/100 ml)
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	13.10	3.84	0.33
KONTROL	2 Ay	14.06 abcd	4.02 jkl	0.24 efg
1-MCP		13.86 abcde	3.88 no	0.29 a
KEKİK 200 PPM		8.76 gh	3.97 m	0.23 fg
KEKİK 300 PPM		13.50 abcdef	4.00 lm	0.22 gh
KEKİK 400 PPM		10.90 efgh	3.84 o	0.27 abc
LAVANTA 400 PPM		12.46 bcdef	4.12 h	0.16 jk
LAVANTA 500 PPM		13.43 abcdef	3.89 n	0.28 ab
LAVANTA 600 PPM		14.26 abcd	3.89 n	0.26 bcd
KONTROL	4 Ay	12.70 bcdef	4.51 e	0.15 kl
1-MCP		13.93 abcde	4.07 ı	0.25 def
KEKİK 200 PPM		15.16 ab	4.41 f	0.17 ıj
KEKİK 300 PPM		13.43 abcdef	4.49 e	0.16 jk
KEKİK 400 PPM		12.73 bcdef	4.05 ıjk	0.25 cde
LAVANTA 400 PPM		16.00 a	4.35 g	0.19 ı
LAVANTA 500 PPM		14.90 abc	4.06 ıj	0.24 efg
LAVANTA 600 PPM		13.06 abcdef	4.02 kl	0.28 ab
KONTROL	9 Ay	10.53 fgh	4.92 a	0.13 m
1-MCP		13.06 abcdef	4.68 d	0.21 h
KEKİK 200 PPM		8.43 h	4.81 b	0.14 lm
KEKİK 300 PPM		12.43 bcdef	4.94 a	0.16 jk
KEKİK 400 PPM		12.16 bcdef	4.67 d	0.22 gh
LAVANTA 400 PPM		11.80 defg	4.73 c	0.13 m
LAVANTA 500 PPM		11.93 cdef	4.52 e	0.24 efg
LAVANTA 600 PPM		10.53 fgh	4.65 d	0.18 ıj
Ay×Uygulama		*	*	*
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Fuji’ çeşidinde, en düşük SÇKM değeri, 2. ayda 200 ppm kekik yağı uygulamasında, 4. ayda kontrol ve 400 ppm kekik yağı uygulamalarında, 9. ayda ise 200 ppm kekik yağı uygulamasında tespit edilmiştir. ‘Jonagold’ elmalarında yapılan başka bir çalışmada, lavanta yağı uygulamasının SÇKM üzerindeki etkisi önemli bulunmazken, kekik yağının 200 ppb dozunda, SÇKM yüzdesinin diğer uygulamalara göre daha düşük kaldığı tespit edilmiştir (Rabiei vd., 2011). Çalışmamızda da SÇKM değerinin aylara göre stabil kalması açısından kekik yağı uygulamasının genel olarak daha etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.15).

‘Fuji’ çeşidi için 2. ayda en düşük pH değerleri ilk olarak 400 ppm kekik yağı uygulamasında, sonrasında ise 1-MCP uygulamasında ortaya çıkmıştır. Dördüncü ayda 1-MCP uygulamasının asitlik değerinin korunması bakımından etkisi hayli düşmüş, sırasıyla 600 ppm lavanta yağı ve 400 ppm kekik yağlarının pH değerinin yükselmesini engelleme konusunda daha başarılı uygulamalar oldukları görülmüştür. Dokuzuncu ayda 1-MCP, 400 ppm lavanta ve 600 ppm lavanta yağı uygulamalarının istatiksel açıdan aynı gruba dahil oldukları ve en üstün sonuçları verdikleri anlaşılmıştır. ‘Gala’ elmaları ile yapılan çalışmada, lavanta ve kekik yağı uygulamalarının pH üzerindeki etkisi önemli bulunmazken, çalışmamızda her iki yağ uygulamasının da pH üzerinde önemli etkiye sahip olduğu görülmüştür (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). 400 ppm kekik yağı uygulaması 4 aylık depolamada etkili olurken, 600 ppm lavanta yağı uygulamasının dokuz aylık depolamada daha etkili olduğu ve 1-MCP uygulaması ile rekabet edebildiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.15).

‘Fuji’ çeşidi açısından pH değerleri ile titre edilebilir asitlik değerleri paralellik göstermiştir. İkinci ayda titre edilebilir asitlik kapsamı bakımından en başarılı uygulama 1-MCP uygulaması olmuş, bu uygulamayı ise 500 ppm lavanta yağı uygulaması takip etmiştir. Dördüncü ayda, 1-MCP uygulamasının titre edilebilir asitlik kapsamını koruma bakımından etkisini yitirdiği, bunun yerine istatistiksel bakımdan önce 600 ppm lavanta yağı uygulamasının sonrasında ise 400 ppm kekik yağı uygulamasının daha etkili olduğu görülmüştür. Dokuzuncu ayda benzer şekilde öncelikle 500 ppm lavanta yağı uygulaması, sonrasında ise 400 ppm kekik yağı uygulamasının titre edilebilir asitlik kapsamını daha etkili bir şekilde koruduğu saptanmıştır. ‘Gala’ elmalarında yapılan 160 günlük depolama çalışmasında, lavanta yağının 500 ppm dozunun titre edilebilir asitlik üzerindeki etkisinin önemli bulunmadığı ancak 300 ppm dozunda kekik yağı uygulamasının titre edilebilir asit düzeyinin korunması bakımından daha etkili olduğu belirtilmektedir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Buna rağmen çalışmamızda, tüm aylar açısından genel bir değerlendirme yapıldığında, lavanta yağının orta ve yüksek dozlarının ve 400 ppm kekik yağı uygulamasının, titre edilebilir asitlik kapsamı bakımından uzun süreli depolamada 1-MCP uygulamasına göre daha üstün sonuçlar verdiği anlaşılmıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16. ‘Fuji’ çeşidinde C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

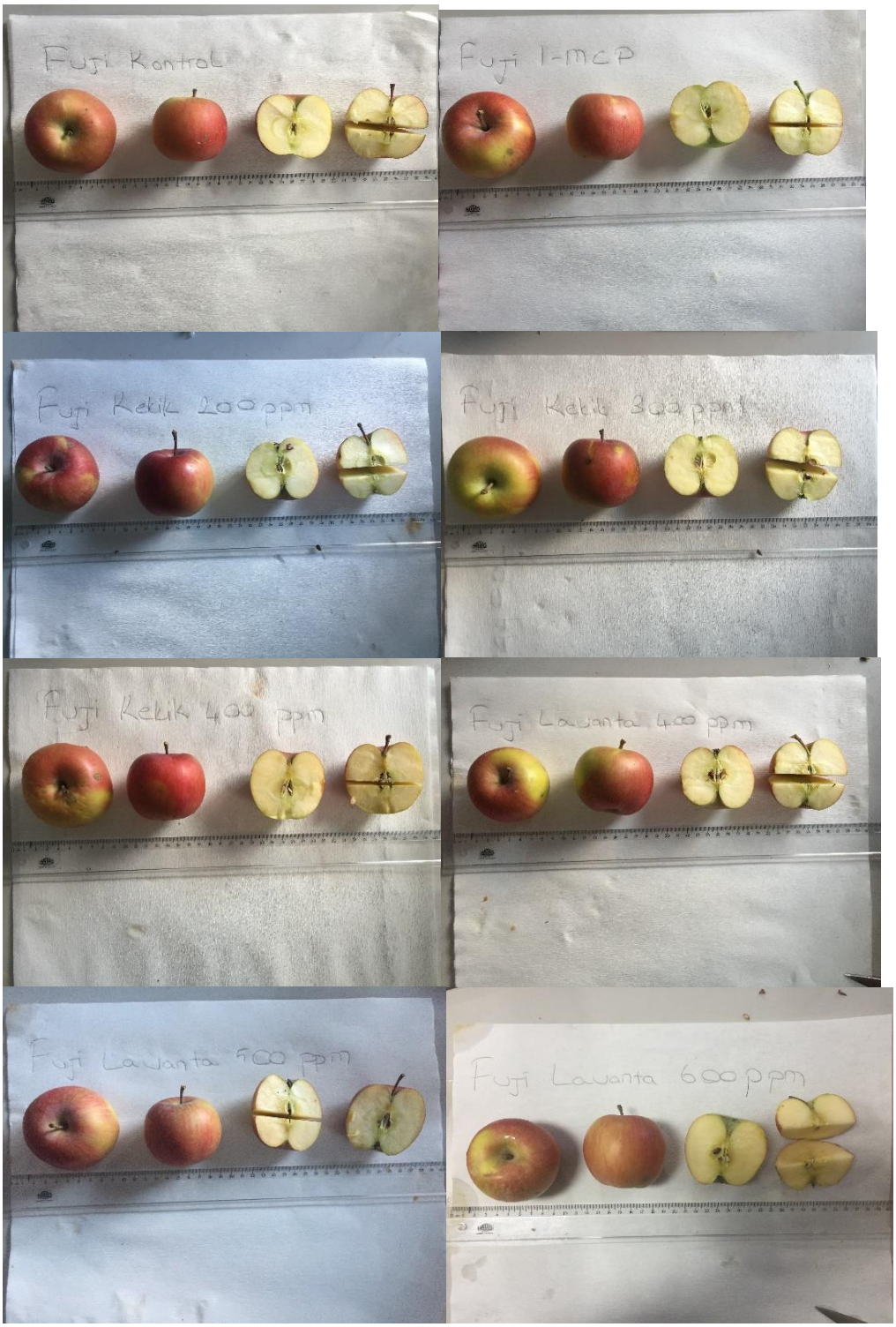
UYGULAMA	Muhafaza Süresi	C Vitamini (mg/100 ml)	Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit/ L)	Antioksidan Kapasite (% inhibisyon)
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	3.93	230.71	74.12
KONTROL	2 Ay	2.66 ıjkl	226.09 c	55.82 bc
1-MCP		3.64 a	163.47 d	65.02 ab
KEKİK 200 PPM		2.82 fghıj	303.22 b	67.53 a
KEKİK 300 PPM		3.14 bcdef	341.18 a	64.65 ab
KEKİK 400 PPM		3.19 bcde	272.46 b	65.03 ab
LAVANTA 400 PPM		3.14 bcdef	198.46 c	64.94 ab
LAVANTA 500 PPM		3.49 ab	229.13 c	69.04 a
LAVANTA 600 PPM		2.93 defghı	225.57 c	69.07 a
KONTROL	4 Ay	2.90 efghı	104.48 fghıj	35.01 ef
1-MCP		3.30 abc	103.36 fghıj	53.21 c
KEKİK 200 PPM		2.49 jklm	151.31 de	43.02 de
KEKİK 300 PPM		3.04 cdefgh	132.69 def	54.99 bc
KEKİK 400 PPM		3.04 cdefg	111.07 fghıj	39.32 de
LAVANTA 400 PPM		2.91 defghı	131.54 efg	28.67 fg
LAVANTA 500 PPM		3.31 abc	115.61 fghı	35.78 def
LAVANTA 600 PPM		2.84 efghı	100.62ghıj	45.78 cd
KONTROL	9 Ay	2.26 m	89.19 ıj	20.34 ghı
1-MCP		3.26 bcd	86.59 ıj	32.99 ef
KEKİK 200 PPM		2.37 lm	131.95 ef	33.61 ef
KEKİK 300 PPM		2.86 efghı	121.02 efgh	34.41 ef
KEKİK 400 PPM		2.69 hıjkl	85.35 ıj	14.32 hı
LAVANTA 400 PPM		2.43 klm	114.75 fghı	10.55 ı
LAVANTA 500 PPM		3.30 abc	97.56 hıj	11.45 hı
LAVANTA 600 PPM		2.77 ghıjk	79.91 j	20.91 gh
Ay×Uygulama		*	*	*
p-value <0.05=önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Fuji’ çeşidinde en yüksek C vitamini oranı, 2. ayda 1-MCP ve 500 ppm lavanta yağı uygulamalarında ortaya çıkmıştır. İkinci ay açısından, 500 ppm lavanta yağı uygulaması, 1-MCP uygulamasının bir alt grubunda kalmıştır. Dördüncü ay karşılaştırmalarında, 1-MCP uygulamasının etkisinin bir miktar düşerek, uygulamanın 500 ppm lavanta yağı uygulaması ile aynı grupta yer aldığı görülmektedir. Dokuzuncu ay verilerinde ise 500 ppm lavanta yağı uygulaması bir adım öne çıkarak 1-MCP uygulamasından daha başarılı olmuştur. Genel bir değerlendirme ile 1-MCP uygulamasının C vitamini kapsamının korunması bakımından kısa süreli depolamada daha etkili olabildiği, ancak uzun süreli depolamada etkisini yitirdiği ve C vitamini kapsamının korunması bakımından uzun süreli depolamada 500 ppm lavanta yağı uygulamasının daha stabil sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

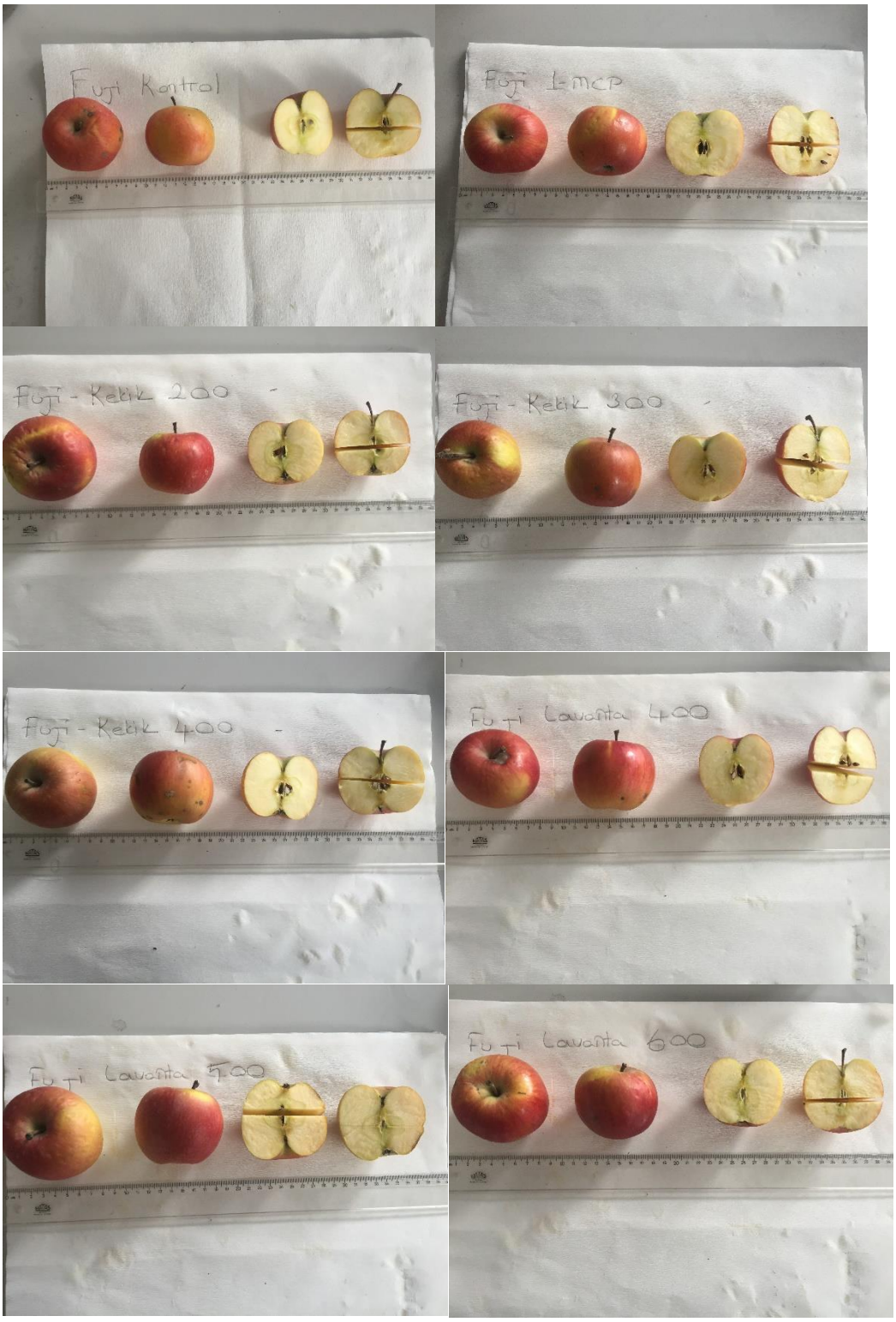
Antioksidan kapasitesi bakımından 2. ay sonunda depodan alınan örneklerde, en iyi grupların 200 ppm kekik yağı, 500 ppm ve 600 ppm lavanta yağı uygulama grupları olduğu görülmektedir. Dördüncü ay verilerine göre 300 ppm kekik yağı uygulaması grubundan en yüksek antioksidan kapasite değerleri elde edilmiş, bu grubun bir altı grubunda 1- MCP uygulaması yapılan elmalar yer almıştır. Dokuzuncu ay sonuçlarında ise 1-MCP, 200 ppm kekik yağı ve 300 ppm kekik yağı uygulamaları aynı grupta yer alarak, en yüksek antioksidan kapasiteye sahip grubu oluşturmuşlardır. Genel bir değerlendirme ile 1- MCP uygulaması, 200 ppm ve 300 ppm kekik yağı uygulamalarının antioksidan kapasitesini daha başarılı biçimde koruyabileceği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.16).

‘Fuji’ çeşidinde toplam fenolik madde miktarı, 2. ayda 1-MCP uygulamasında en yüksek değerdedir. İkinci ay açısından bu uygulamayı, 300 ppm kekik yağı uygulaması takip etmiştir. Dördüncü ay verilerinde, 1-MCP uygulamasının toplam fenolik madde kapsamı üzerindeki olumlu etkisi hayli düşmüş, sırasıyla 200 ppm kekik yağı ve 300 ppm kekik yağı uygulamaları toplam fenolik madde kapsamının korunması açısından çok daha başarılı uygulamalar olmuştur. Dokuzuncu ay sonuçlarına göre 200 ppm kekik yağı uygulaması ile birlikte bir alt grupta yer alan 300 ppm kekik yağı uygulamasının, uzun süreli depolamada toplam fenolik madde miktarı üzerinde olumlu etki gösterebileceği anlaşılmıştır (Çizelge 4.16).

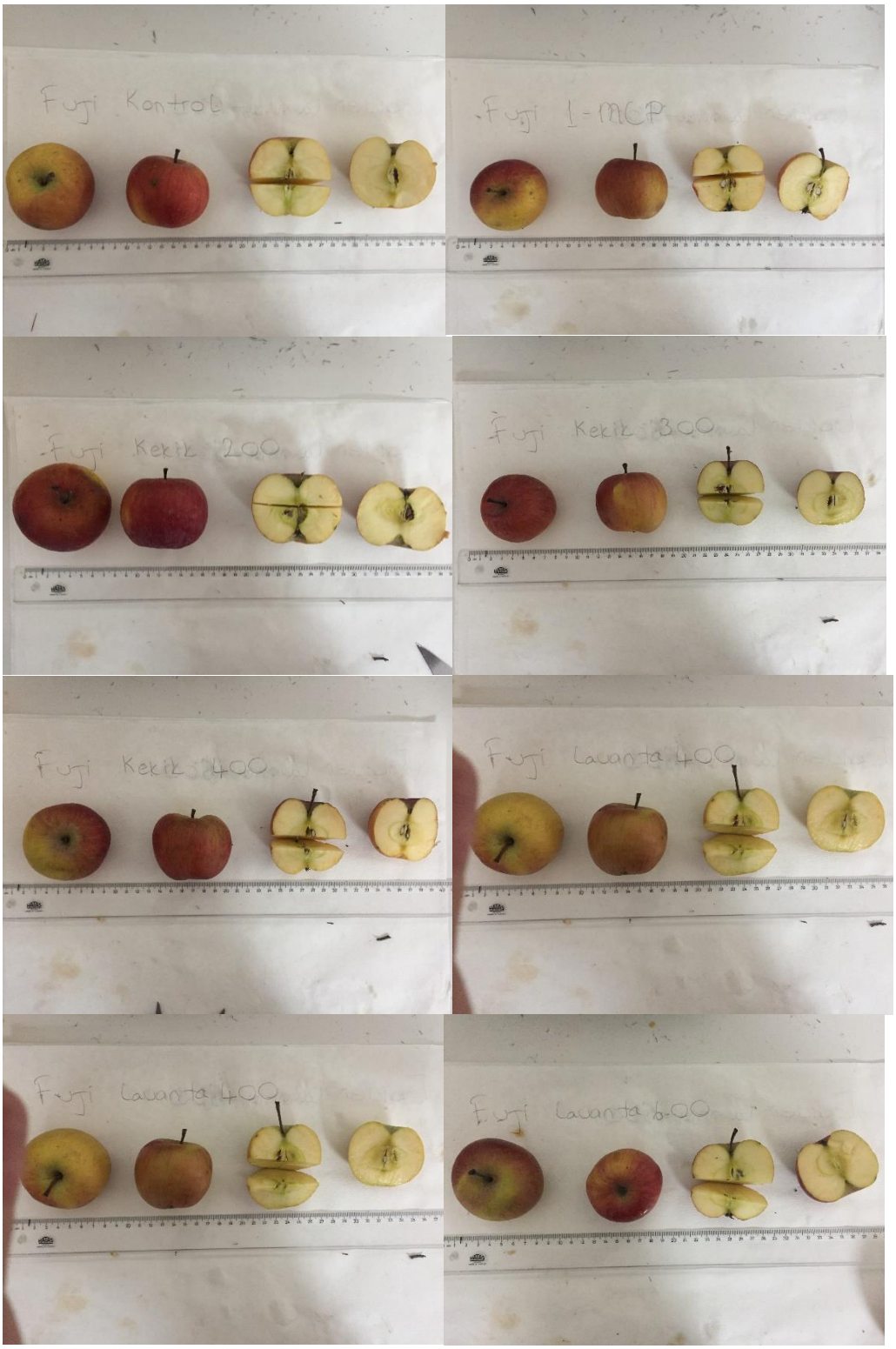
‘Fuji’ çeşidinin tüm uygulamalarına ait görünümler, şekil 4.4, 4.5 ve 4.6’da görülmektedir.



Şekil 4.4. ‘Fuji’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının ikinci ay sonundaki görünümleri



Şekil 4.5. ‘Fuji’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dördüncü ay sonundaki görünümleri



Şekil 4.6. ‘Fuji’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dokuzuncu ay sonundaki görünümleri

4.3. ‘Granny Smith’ Çeşidine Ait Bulgular

Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre ‘Golden Delicious’ çeşidi için, ağırlık, meyve eti sertliği, L*, C*, h* üst ve alt renk, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi bağımlı değişkenlerinin dağılımının %5 anlamlılık düzeyinde normal dağılımdan geldiği (p< alfa=0.05) sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. ‘Granny Smith’ çeşidine ait verilerin normallik testi sonuçları

Response	Method	P-Value
Ağırlık	Smirnov	0.150
MES	Smirnov	0.010
L*üst	Smirnov	0.053
C*üst	Smirnov	0.150
h*üst	Smirnov	0.150
L*alt	Smirnov	0.010
C*alt	Smirnov	0.147
h*alt	Smirnov	0.010
SÇKM	Smirnov	0.343
pH	Smirnov	0.010
TA	Smirnov	0.038
C Vitamini	Smirnov	0.036
Fenol	Smirnov	0.010
Antioksidan	Smirnov	0.010

Çizelge 4.18. ‘Granny Smith’ çeşidine ait verilerin homojenlik testi sonuçları

Response	Method	P-Value
Ağırlık	Levene	0.996
MES	Levene	0.999
L*üst	Levene	0.987
C*üst	Levene	0.984
h*üst	Levene	0.968
L*alt	Levene	0.806
C*alt	Levene	0.775
h*alt	Levene	0.507
SÇKM	Levene	0.441
pH	Levene	0.992
TA	Levene	0.943
C Vitamini	Levene	0.910
Fenol	Levene	0.152
Antioksidan	Levene	0.950

H_0: Bağımlı değişkene ilişkin hata varyansı gruplar arasında eşittir. (homojen varyans)

H1: Bağımlı değişkene ilişkin hata varyansı gruplar arasında eşittir. (heterojen varyans)

Hata varyanslarının belirlenmesi amacıyla Levene testi kullanılmıştır. Homojenlik testi sonuçlarına göre, ağırlık, meyve eti sertliği, L* üst, C* üst, h*üst, L*alt, C*alt, h*alt renk değerleri, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi bağımlı değişkenlerine ait hata varyansının gruplar arasında eşit olduğu dolayısıyla bağımlı değişkenlere ait hata varyasının %5 anlamlılık düzeyinde homojen olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre H_0 hipotezi kabul edilmiş, H_1 hipotezi reddedilmiştir (Çizelge 4.18).

Ana etki (uygulama ve ay) ve etkileşim (ay×uygulama) etkilerinin grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Buna göre, ağırlık, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi değişkenlerine ait grup ortalamaları arasındaki fark hem uygulama hem de ay*uygulama interaksiyonu açısından istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. L*üst, C*üst, h*üst, L*alt, C*alt, h*alt renk değişkenlerine ait grup ortalamaları arasındaki farkın, hem uygulama hem de ay* uygulama interaksiyonu etkisi bakımından istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.19).

İki yönlü varyans analizi sonucuna göre, değişkenlere ait grup ortalamalarından en az birinin diğerinden istatistiksel olarak farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Levene testi sonucuna göre hata varyansları eşit bulunduğundan, bu aşamadan sonra Tukey çoklu karşılaştırma testi ile hangi grup ortalamalarının birbirinden farklı olduğunun belirlenmesine çalışılmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testi ay×uygulama interaksiyonunun etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır (Çizelge 4.20, Çizelge 4.21, Çizelge 4.22, Çizelge 4.23, Çizelge 4.24).

Çizelge 4.19. ‘Granny Smith’ çeşidine ait verilerin iki yönlü varyans analizi sonuçları

Response	**Source**	**P-Value**	**Response**	**R-sq**
Ağırlık	Uygulama	0.000	Ağırlık	99.16%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
MES	Uygulama	0.000	MES	99.14%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
L*üst	Uygulama	0.347	L*üst	27.09%
	Ay	0.334		
	Ay×Uygulama	0.897		
C* üst	Uygulama	0.500	C* üst	30.98%
	Ay	0.483		
	Ay×Uygulama	0.493		
h* üst	Uygulama	0.182	h* üst	59.59%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.739		
L* alt	Uygulama	0.341	L* alt	43.96%
	Ay	0.020		
	Ay×Uygulama	0.147		
C* alt	Uygulama	0.043	C* alt	45.74%
	Ay	0.816		
	Ay×Uygulama	0.082		
h* alt	Uygulama	0.011	h* alt	71.32%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.011		
SÇKM	Uygulama	0.000	SÇKM	94.36%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
pH	Uygulama	0.000	pH	99.84%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
TA	Uygulama	0.000	TA	99.82%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
C Vitamini	Uygulama	0.000	C Vitamini	96.34%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
Fenol	Uygulama	0.000	Fenol	97.27%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
Antioksidan	Uygulama	0.000	Antioksidan	99.11%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

Çizelge 4.20. ‘Granny Smith’ çeşidinde ağırlık ve meyve eti sertliği değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**Ağırlık (g)**	**Sertlik (N)**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	179.200	75.7
KONTROL	2 Ay	143.000 cde	45.0 f
1-MCP		154.000 b	71.6 b
KEKİK 200 PPM		145.300 cd	61.3 c
KEKİK 300 PPM		137.733 def	52.0 e
KEKİK 400 PPM		170.367 a	76.6 a
LAVANTA 400 PPM		163.667 a	73.3 ab
LAVANTA 500 PPM		149.967 bc	62.3 c
LAVANTA 600 PPM		126.200 g	55.6 de
KONTROL	4 Ay	124.007 g	41.6 fg
1-MCP		143.060 cde	56.0 de
KEKİK 200 PPM		149.697 bc	58.3 cd
KEKİK 300 PPM		131.190 fg	51.6 e
KEKİK 400 PPM		167.637 a	62.0 c
LAVANTA 400 PPM		107.240 hı	39.0 gh
LAVANTA 500 PPM		135.560 ef	51.6 e
LAVANTA 600 PPM		107.187 hı	37.3 gh
KONTROL	9 Ay	104.213 ı	34.6 hı
1-MCP		126.870 g	53.0 e
KEKİK 200 PPM		107.000 hı	34.6 hı
KEKİK 300 PPM		91.230 k	30.6 ı
KEKİK 400 PPM		149.970 bc	55.0 de
LAVANTA 400 PPM		093.643 jk	30.3 ı
LAVANTA 500 PPM		113.230 h	32.3 ı
LAVANTA 600 PPM		100.410 ıj	31.0 ı
Ay×Uygulama		*	*
p-value <0.05= önemli*			
p-value >0.05= önemli değil			

‘Granny Smith’ çeşidi için Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek meyve ağırlığı değerleri 2. ay, 400 ppm kekik yağı ve 400 ppm lavanta yağı ile 4. ay 400 ppm kekik yağı uygulamalarından elde edilmiştir. 400 ppm lavanta yağı uygulamasının 4. ay ve 9. aylarda meyve ağırlığının korunması bakımından yeterince başarı gösteremediği görülmüştür. 400 ppm kekik yağı uygulaması ise tıpkı 2. ve 4. aylarda olduğu gibi, 9. ayda da belirgin şekilde en yüksek meyve ağırlığı değerini veren grubu oluşturmuş bu sebeple meyve ağırlığı parametresi bakımından başarılı kabul edilmiştir. ‘Jonagold’ ve ‘Gala’ elmalarında yapılan çalışmalarda kekik ve lavanta yağı uygulamalarının meyve ağırlığının korunması bakımından etkili olduğu bildirilmektedir (Rabiei vd., 2011; Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Çalışmamızda özellikle 400 ppm kekik yağı uygulamasının meyve ağırlığı değişkeni bakımından üstün uygulama olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.20).

Çalışmamızda, ‘Granny Smith’ çeşidinde meyve eti sertliğine ait en yüksek değerler ise, 2. ayda 400 ppm kekik yağı ve 1-MCP uygulamalarında görülmüştür. Meyve eti sertliğine ait 4. ay ve 9. ay verilerine bakıldığında, yine 1-MCP ve 400 ppm kekik yağı uygulamalarının en üstün sonuçları verdiği, ancak 400 ppm kekik yağı uygulamasının her iki ay için de 1-MCP uygulamasından daha üst grupta yer aldığı ve uygulamanın meyve eti sertliğinin korunması bakımından 1-MCP uygulamasına alternatif oluşturabileceği görülmektedir (Çizelge 4.20). ‘Jonagold’ elmalarında yapılan çalışmada, meyve eti sertliğinin korunması bakımından kekik yağı uygulamasının başarılı olduğu bildirilmektedir. Sertlik kaybı, fungal patojen faaliyeti kaynaklı hücre duvarı metabolizması ile ilgili olmaktadır. Bitki hastalıkları ve fungal patojen kontrolünde, kekik yağı bileşenlerinden timol etkili olmaktadır (Conway vd., 1987; Tsao ve Zhou, 2000; Chu vd., 2001; Rabiei vd., 2011) (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.21. ‘Granny Smith’ çeşidinde meyve kabuğu üst renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**L* üst**	**C* üst**	**h* üst**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	66.0300	41.8100	102.180
KONTROL	2 Ay	63.9067	44.5133	98.797
1-MCP		68.9767	44.6900	104.350
KEKİK 200 PPM		66.3567	43.3933	102.833
KEKİK 300 PPM		65.7900	39.5033	97.567
KEKİK 400 PPM		61.2400	40.0500	92.560
LAVANTA 400 PPM		65.7400	44.7233	102.583
LAVANTA 500 PPM		66.2100	44.4300	99.920
LAVANTA 600 PPM		69.7100	44.3367	106.553
KONTROL	4 Ay	63.8267	42.7433	85.473
1-MCP		63.8933	44.6000	89.063
KEKİK 200 PPM		69.5333	44.2433	91.850
KEKİK 300 PPM		67.0667	47.0667	78.117
KEKİK 400 PPM		62.1933	42.8400	83.420
LAVANTA 400 PPM		66.1633	44.5367	91.240
LAVANTA 500 PPM		64.7933	44.1300	87.913
LAVANTA 600 PPM		65.0933	45.3100	98.070
KONTROL	9 Ay	64.8167	41.0000	83.823
1-MCP		72.6833	49.8200	82.363
KEKİK 200 PPM		65.9700	41.8133	78.263
KEKİK 300 PPM		68.2867	44.4600	86.983
KEKİK 400 PPM		66.9900	46.3333	78.263
LAVANTA 400 PPM		66.4967	43.2433	88.870
LAVANTA 500 PPM		64.9867	41.6400	86.577
LAVANTA 600 PPM		69.5233	47.9333	82.870
Ay×Uygulama		öd	öd	öd
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Granny Smith’ çeşidinde, meyve kabuğu üst renk değerlerine ait ortamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.22. ‘Granny Smith’ çeşidinde meyve kabuğu alt renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**L* alt**	**C* alt**	**h* alt**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	62.1300	44.3200	110.760
KONTROL	2 Ay	64.1433	47.5933	106.073
1-MCP		62.5433	46.3100	107.433
KEKİK 200 PPM		64.2200	45.4200	107.427
KEKİK 300 PPM		64.1367	46.2533	106.957
KEKİK 400 PPM		64.7667	46.8900	105.923
LAVANTA 400 PPM		62.3100	45.7733	107.150
LAVANTA 500 PPM		65.2700	47.8967	106.600
LAVANTA 600 PPM		61.6900	44.6733	108.487
KONTROL	4 Ay	65.6867	45.5900	97.473
1-MCP		67.6900	47.9267	101.513
KEKİK 200 PPM		67.6300	46.6900	96.160
KEKİK 300 PPM		68.2700	48.9533	96.257
KEKİK 400 PPM		65.5567	45.8333	98.030
LAVANTA 400 PPM		65.0133	45.4600	102.100
LAVANTA 500 PPM		63.1400	43.3867	98.643
LAVANTA 600 PPM		62.9333	44.7000	100.470
KONTROL	9 Ay	59.8967	42.7533	55.667
1-MCP		69.2500	51.4367	91.747
KEKİK 200 PPM		64.7300	44.6033	91.247
KEKİK 300 PPM		67.3900	47.5567	92.487
KEKİK 400 PPM		65.4933	46.2600	94.473
LAVANTA 400 PPM		67.4633	45.5400	94.110
LAVANTA 500 PPM		67.2333	47.8267	93.580
LAVANTA 600 PPM		67.3700	46.0300	90.347
Ay×Uygulama		öd	öd	öd
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Granny Smith’ çeşidinde, meyve kabuğu zemin renk değerlerine ait ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.23. ‘Granny Smith’ çeşidinde suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	Muhafaza Süresi	SÇKM (%)	pH	TA (mg/100 ml)
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	11.53	3.31	0.91
KONTROL	2 Ay	13.00 ab	3.53 l	0.55 ef
1-MCP		12.83 abc	3.42 o	0.75 bc
KEKİK 200 PPM		11.63 bcdef	3.50 lm	0.72 c
KEKİK 300 PPM		11.33 defg	3.48 mn	0.66 d
KEKİK 400 PPM		13.53 a	3.31 p	0.88 a
LAVANTA 400 PPM		12.80 abc	3.47 n	0.76 b
LAVANTA 500 PPM		9.90 hıjk	3.58 k	0.53 f
LAVANTA 600 PPM		10.13 ghıjk	3.64 j	0.58 e
KONTROL	4 Ay	11.20 defgh	3.92 d	0.37 ı
1-MCP		12.36 abcd	3.69 ı	0.46 g
KEKİK 200 PPM		10.93 efghı	3.71 hı	0.48 g
KEKİK 300 PPM		12.30 abcde	3.81 fg	0.41 h
KEKİK 400 PPM		11.53 cdef	3.64 j	0.63 d
LAVANTA 400 PPM		10.50 fghıj	3.84 f	0.22 klm
LAVANTA 500 PPM		10.10 ghıjk	3.84 f	0.41 h
LAVANTA 600 PPM		10.86 fghı	3.79 g	0.23 kl
KONTROL	9 Ay	8.13 m	3.88 e	0.28 j
1-MCP		10.60 fghıj	3.73 h	0.41 h
KEKİK 200 PPM		8.20 lm	3.98 c	0.25 k
KEKİK 300 PPM		9.73 ıjk	4.12 a	0.19 m
KEKİK 400 PPM		9.03 klm	3.62 j	0.55 ef
LAVANTA 400 PPM		9.66 ıjk	4.12 a	0.21 lm
LAVANTA 500 PPM		9.56 ıjkl	3.93 d	0.31 j
LAVANTA 600 PPM		9.26 jklm	4.06 b	0.23 kl
Ay×Uygulama		*	*	*
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Granny Smith’ çeşidinde, 2. ayda en düşük SÇKM değerleri sırasıyla, 500 ppm ve 600 ppm lavanta yağı uygulamalarında, 4. ayda sırasıyla 500 ppm ve 400 ppm lavanta yağı uygulamalarında, 9. ayda ise kontrol ve 200 ppm kekik yağı uygulamasında görülmüştür. ‘Jonagold’ elmaları ile yapılan çalışmada SÇKM düzeyinin korunmasında, lavanta yağının önemli bir etkisi bulunmamış fakat 300 ppm kekik yağı uygulamasının bu konudaki etkinliğinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Çalışmamızda, SÇKM miktarının aylara göre değişimi değerlendirildiğinde, 2. ve 4. aylarda lavanta yağının tüm dozlarının SÇKM miktarının stabil kalması açısından etkili olabileceği, ancak uzun süreli depolamada 200

ppm kekik yağı uygulamasının bu konuda daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.23).

Çalışmamızda ‘Granny Smith’ çeşidinde, pH değeri bakımından 2. ayda en iyi sonuçları veren uygulamaların 1-MCP ve 400 ppm kekik yağı uygulamaları olduğu, ancak bu ay için 1-MCP uygulamasının 400 ppm kekik yağı uygulamasına göre nispeten daha başarılı olduğu görülmüştür. Dördüncü ve 9. ay verilerine bakıldığında her iki ayda da, 400 ppm kekik yağı uygulamasının ay içinde yer alan diğer gruplar içinde en iyi değerleri verdiği ve 1-MCP uygulamasından daha başarılı olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla ‘Granny Smith’ çeşidi için, uzun vadeli depolamada, pH parametresi bakımından 400 ppm kekik yağı uygulamasının 1-MCP uygulamasına göre daha etkili ve uygun bir alternatif oluşturabileceği anlaşılmaktadır. (Çizelge 4.23). ‘Jonagold’ elmaları ile yapılan çalışmada, 160 günlük depolama süresi sonunda 200 ppb kekik yağı uygulamasının, lavanta yağı uygulamasına göre daha başarılı sonuç verdiği belirtilmiştir (Rabiei vd, 2011). ‘Gala’ elmaları ile yapılan başka bir çalışmada ise 300 ppm dozunda kekik yağı uygulaması, pH değerleri bakımından önemli bir fark oluşturmamıştır (Shirzdeh ve Kazemi, 2012).

Titre edilebilir asitlik değerlerine ait en yüksek veriler 2. ayda 400 ppm kekik yağı ve 400 ppm lavanta yağı uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Dördüncü ve 9. aylara bakıldığında, yine 400 ppm kekik yağı uygulamasının titre edilebilir asitlik kapsamını diğer uygulama gruplarına göre daha başarılı bir şekilde koruduğu görülmüş, ancak 400 ppm lavanta yağı uygulamasında titre edilebilir asitlik kapsamı bu aylarda hızla düşmüştür. Bu durum uzun vadeli depolamada 400 ppm lavanta yağı uygulamasının etkinliğini yitirebileceğini göstermektedir. Titre edilebilir asitlik kapsamı bakımından 1-MCP uygulamasının da 400 ppm kekik yağı uygulamasının bir alt grubunda yer alacak şekilde başarılı sonuçlar verdiği saptanmıştır (Çizelge 4.23). ‘Gala’ elmaları ile yapılan çalışmada, lavanta yağı uygulaması titre edilebilir asitlik düzeyinin korunması açısından başarılı bulunmazken, 300 ppm kekik yağı uygulamasının bu parametrede olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012).

Çizelge 4.24. ‘Granny Smith’ çeşidinde C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

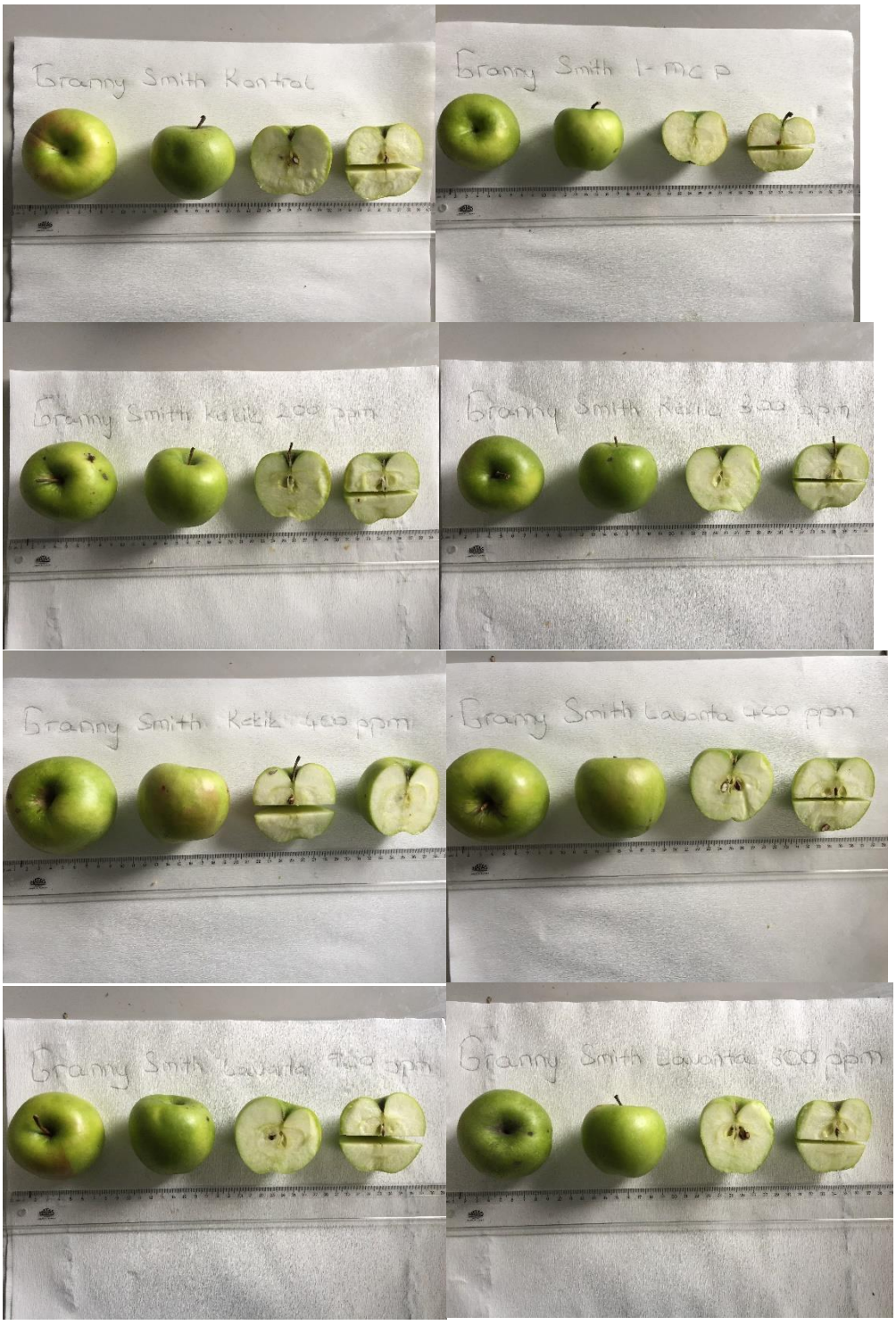
UYGULAMA	Muhafaza Süresi	C Vitamini (mg/100 ml)	Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit/L)	Antioksidan Kapasite (% İnhibisyon)
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	3.95	236.11	73.98
KONTROL	2 Ay	2.60 cdef	216.61 def	63.06 b
1-MCP		3.79 a	228.21 cde	71.95 a
KEKİK 200 PPM		2.77 c	272.71 bc	73.87 a
KEKİK 300 PPM		3.69 a	139.28 gh	63.71 b
KEKİK 400 PPM		3.12 b	328.28 a	71.70 a
LAVANTA 400 PPM		2.63 cdef	135.48 gh	59.73 b
LAVANTA 500 PPM		2.67 cd	277.92 b	60.94 b
LAVANTA 600 PPM		2.82 bc	179.19 fg	62.49 b
KONTROL	4 Ay	2.51 cdef	87.72 ıjk	22.69 ghıj
1-MCP		3.59 a	85.68 ıjk	38.14 cd
KEKİK 200 PPM		2.44 defg	236.27 bcd	39.62 c
KEKİK 300 PPM		2.54 cdef	139.58 gh	31.83 def
KEKİK 400 PPM		2.65 cde	101.74 hıjk	29.47 efg
LAVANTA 400 PPM		2.41 defg	186.51 ef	34.81 cde
LAVANTA 500 PPM		2.43 defg	86.02 ıjk	24.09 ghuj
LAVANTA 600 PPM		2.58 cdef	129.36 hı	25.24 fghıj
KONTROL	9 Ay	2.33 fg	78.48 k	19.13 jk
1-MCP		2.82 bc	82.58 jk	26.83 fghı
KEKİK 200 PPM		2.31 fg	123.07 hıjk	27.85 efgh
KEKİK 300 PPM		2.32 fg	124.61 hıj	15.28 k
KEKİK 400 PPM		2.69 cd	97.98 hıjk	22.17 hıjk
LAVANTA 400 PPM		2.34 efg	113.40 hıjk	24.20 ghıj
LAVANTA 500 PPM		2.18 g	85.52 ıjk	19.81 ıjk
LAVANTA 600 PPM		2.32 fg	99.36 hıjk	19.85 ıjk
Ay×Uygulama		*	*	*
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Granny Smith’ çeşidinde, en yüksek C vitamini değerleri 2. ayda 1-MCP ve 300 ppm kekik yağı uygulamalarını takiben yine 2. ayda 400 ppm kekik yağı uygulamasında görülmüştür. Dördüncü ve 9. aylarda, yine 1-MCP uygulaması yapılan gruplar C vitamini kapsamı bakımından en başarılı sonuçları verirken, 300 pmm kekik yağı uygulaması etkinliğini yitirmiştir. Dördüncü ve 9. aylarda, 400 ppm kekik yağı uygulamasının, 1-MCP uygulamasına en yakın başarılı sonuçları verdiği ve bu uygulamanın uzun süreli depolamada C vitamini değerlerinin korunması bakımından stabil sonuçlar verebileceği anlaşılmıştır (Çizelge 4.24).

Çeşide ait toplam fenolik madde kapsamı 2. ay verilerinde en yüksek bulunmuş olup, 400 ppm kekik yağı uygulamasını 500 ppm lavanta yağı uygulaması takip etmiştir. Dördüncü ve 9. ay verilerine göre, 500 ppm lavanta yağı uygulaması toplam fenolik madde kapsamı bakımından yeterli etkinlik sağlayamamış, bu aylar bakımından değerlendirme yapıldığında, 1-MCP uygulamasının da düşük etkinliğe sahip olan uygulamalar arasında yer aldığı görülmüştür. Toplam fenolik madde kapsamı bakımından en başarılı sonuçlar, 2. ayda 400 ppm kekik yağı, 4. ayda 200 ppm kekik yağı ve 9. ayda 300 ppm kekik yağı uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Bu durum kekik yağı uygulamasının farklı dozlarının toplam fenolik madde içeriğine olumlu etki sağlayabileceğini göstermektedir (Çizelge 4.24).

Antioksidan kapasitesi en yüksek olan uygulama gruplarının yine 2. ayda, 1-MCP, 200 ppm kekik yağı ve 400 ppm kekik yağı grupları olduğu belirlenmiştir. Dördüncü ve 9. aylar açısından değerlendirme yapıldığında, antioksidan kapasitesi bakımından 400 ppm kekik yağı uygulamasının yeterli etkinlik gösteremediği, 200 ppm kekik yağı uygulamasının ise antioksidan kapasitesinin korunmasında, 1- MCP uygulamasının bir üst grubunu oluşturduğu görülmüştür. 200 ppm kekik yağı uygulamasının bu açıdan uygun bir alternatif olabileceği anlaşılmaktadır (Çizelge 4.24).

‘Granny Smith’ çeşidinin tüm uygulamalarına ait görünümler, şekil 4.7, 4.8 ve 4.9’da görülmektedir.



Şekil 4.7. ‘Granny Smith’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının ikinci ay sonundaki görünümleri

Şekil 4.8. ‘Granny Smith’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dördüncü ay sonundaki görünümleri

Şekil 4.9. ‘Granny Smith’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dokuzuncu ay sonundaki görünümleri

4.4. ‘Pink Lady’ Çeşidine Ait Bulgular

Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre ağırlık, meyve eti sertliği, L*, C*, h* üst ve alt renk, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi bağımlı değişkenlerinin dağılımının %5 anlamlılık düzeyinde normal dağılımdan geldiği (p<alfa=0.05) sonucuna varılmıştır (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25. ‘Pink Lady’ çeşidine ait verilerin normallik testi sonuçları

Response	Method	P-Value
Ağırlık	Smirnov	0.150
MES	Smirnov	0.010
L*üst	Smirnov	0.150
C*üst	Smirnov	0.150
h*üst	Smirnov	0.150
L*alt	Smirnov	0.129
C*alt	Smirnov	0.010
h*alt	Smirnov	0.150
SÇKM	Smirnov	0.049
pH	Smirnov	0.010
TA	Smirnov	0.150
C Vitamini	Smirnov	0.029
Fenol	Smirnov	0.010
Antioksidan	Smirnov	0.150

Çizelge 4.26. ‘Pink Lady’ çeşidine ait verilerin homojenlik testi sonuçları

Response	Method	P- Value
Ağırlık	Levene	0.990
MES	Levene	0.944
L*üst	Levene	0.802
C*üst	Levene	0.994
h*üst	Levene	0.945
L*alt	Levene	0.998
C*alt	Levene	0.703
h*alt	Levene	0.811
SÇKM	Levene	0.465
pH	Levene	0.998
TA	Levene	0.884
C Vitamini	Levene	0.973
Fenol	Levene	0.802
Antioksidan	Levene	0.859

H_0: Bağımlı değişkene ilişkin hata varyansı gruplar arasında eşittir. (homojen varyans)

H1: Bağımlı değişkene ilişkin hata varyansı gruplar arasında eşittir. (heterojen varyans)

Hata varyanslarının belirlenmesi amacıyla Levene testi kullanılmıştır. Homojenlik testi sonuçlarına göre, ağırlık, meyve eti sertliği, L* üst, C* üst, h*üst, L*alt, C*alt, h*alt renk değerleri, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi bağımlı değişkenlerine ait hata varyansının gruplar arasında eşit olduğu dolayısıyla bağımlı değişkenlere ait hata varyasının %5 anlamlılık düzeyinde homojen olduğu sonucuna varılmıştır. Buna göre H_0 hipotezi kabul edilmiş, H_1 hipotezi reddedilmiştir (Çizelge 4.26).

Ana etki (uygulama ve ay) ve etkileşim (ay×uygulama) etkilerinin grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığının belirlenmesi amacıyla iki yönlü varyans analizi yapılmıştır. Buna göre, ağırlık, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasitesi değişkenlerine ait grup ortalamaları arasındaki fark hem uygulama hem de ay*uygulama interaksiyonu açısından istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. L*üst, C*üst, h*üst, L*alt, C*alt, h*alt renk değişkenlerine ait grup ortalamaları arasındaki farkın, hem uygulama hem de ay*uygulama interaksiyonu etkisi bakımından istatistiksel açıdan önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.27).

İki yönlü varyans analizi sonucuna göre, değişkenlere ait grup ortalamalarından en az birinin diğerinden istatistiksel olarak farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Levene testi sonucuna göre hata varyansları eşit bulunduğundan, bu aşamadan sonra Tukey çoklu karşılaştırma testi ile hangi grup ortalamalarının birbirinden farklı olduğunun belirlenmesine çalışılmıştır. Tukey çoklu karşılaştırma testi ay×uygulama interaksiyonunun etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır (Çizelge 4.28, Çizelge 4.29, Çizelge 4.30, Çizelge 4.31, Çizelge 4.32).

Çizelge 4.27. ‘Pink Lady’ çeşidine ait verilerin iki yönlü varyans analizi sonuçları

Response	**Source**	**P-Value**	**Response**	**R-sq**
Ağırlık	Uygulama	0.000	Ağırlık	98.68%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
MES	Uygulama	0.000	MES	97.68%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
L*üst	Uygulama	0.792	L*üst	43.36%
	Ay	0.158		
	Ay×Uygulama	0.031		
C* üst	Uygulama	0.092	C* üst	65.67%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.134		
h* üst	Uygulama	0.490	h* üst	41.06%
	Ay	0.178		
	Ay×Uygulama	0.096		
L* alt	Uygulama	0.218	L* alt	41.73%
	Ay	0.014		
	Ay×Uygulama	0.406		
C* alt	Uygulama	0.391	C* alt	51.90%
	Ay	0.004		
	Ay×Uygulama	0.017		
h* alt	Uygulama	0.480	h* alt	70.21%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.021		
SÇKM	Uygulama	0.000	SÇKM	98.73%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
pH	Uygulama	0.000	pH	99.99%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
TA	Uygulama	0.000	TA	99.65%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
C Vitamini	Uygulama	0.000	C Vitamini	94.42%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
Fenol	Uygulama	0.000	Fenol	93.73%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
Antioksidan	Uygulama	0.000	Antioksidan	97.98%
	Ay	0.000		
	Ay×Uygulama	0.000		
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

Çizelge 4.28. ‘Pink Lady’ çeşidinde ağırlık ve meyve eti sertliği değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**Ağırlık (g)**	**Meyve Eti Sertliği (N)**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	169.20	75.7
KONTROL	2 Ay	128.077 gh	65.6 b
1-MCP		152.833 bc	77.6 a
KEKİK 200 PPM		127.167 ghı	56.0 efgh
KEKİK 300 PPM		156.570 b	77.6 a
KEKİK 400 PPM		131.300 g	56.6 efg
LAVANTA 400 PPM		167.263 a	78.3 a
LAVANTA 500 PPM		149.930 bcd	67.3 b
LAVANTA 600 PPM		147.933 cde	64.6 b
KONTROL	4 Ay	114.600 klm	57.0 def
1-MCP		155.600 b	63.3 bc
KEKİK 200 PPM		140.633 ef	57.6 def
KEKİK 300 PPM		142.833 def	57.3 def
KEKİK 400 PPM		122.920 hıj	52.6 fgh
LAVANTA 400 PPM		145.733 cdef	57.0 def
LAVANTA 500 PPM		132.267 g	51.0 hı
LAVANTA 600 PPM		143.557 def	56.3 efgh
KONTROL	9 Ay	103.647 n	39.3 j
1-MCP		111.603 m	55.3 efgh
KEKİK 200 PPM		112.477 lm	51.3 ghı
KEKİK 300 PPM		139.897 f	62.3 bcd
KEKİK 400 PPM		119.717 jkl	52.6 fgh
LAVANTA 400 PPM		111.490 m	46.3 ı
LAVANTA 500 PPM		119.983 ıjk	51.0 hı
LAVANTA 600 PPM		131.987 g	59.0 cde
Ay×Uygulama		*	*
p-value <0.05= önemli*			
p-value >0.05= önemli değil			

‘Pink Lady’ çeşidi için Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, en yüksek meyve ağırlığı değeri, 2. ayda için 400 ppm lavanta ve 300 ppm kekik yağı uygulamalarında görülmüş olup, 2. ayda bir alt grupta 1-MCP uygulaması yer almıştır. Bunu takiben 4. ayda 1-MCP uygulaması meyve ağırlığının korunması bakımından en başarılı sonucu verirken, 400 ppm lavanta yağı uygulaması en etkili olan diğer grubu oluşturmuştur. Dokuzuncu ay verilerine bakıldığında meyve ağırlığı açısından 500 ppm lavanta yağı uygulamasının daha üstün sonuç verdiği saptanmıştır. ‘Gala’ çeşidinde yapılan muhafaza çalışmasında, uçucu yağ uygulamalarının meyvelerde ağırlık kaybı üzerine olumlu etkisi olduğu saptanmıştır (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Çalışmamızda, verilerin genel değerlendirmesi ile lavanta yağının 400 ppm ve 500 ppm dozlarının, meyve ağırlığının korunmasına olumlu etki gösterebileceği anlaşılmaktadır (4.28).

Meyve eti sertliği değeri en yüksek olan uygulama grupları yine 2. ayda, 400 ppm lavanta yağı, 1-MCP ve 300 ppm kekik yağı uygulamalarından oluşmuştur. Dördüncü ay verilerinde, en yüksek sertlik değeri 1-MCP uygulamasında ortaya çıkarken, bu uygulamanın bir alt grubunda kontrol, 200 ppm kekik yağı, 300 ppm kekik yağı ve 400 ppm lavanta yağı uygulamaları yer almıştır. Dokuzuncu ay verileri sonuçlarına göre, 300 ppm kekik yağı uygulamasının, diğer aylarda başarılı sonuç veren diğer tüm uygulamaların etkinliğinden daha yüksek etkinlik gösterdiği belirlenmiştir. ‘Gala’ elmalarında, 300 ppm kekik yağı uygulamasıyla meyve eti sertliğinin etkin bir şekilde korunabildiği belirtilmektedir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Benzer şekilde çalışmamızda da ‘Pink Lady’ elma çeşidi için, kekik yağının 300 ppm dozunun, meyve eti sertliğini uzun süre depolamada korumak açısından daha yüksek başarı sağlayabileceği belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.29. ‘Pink Lady’ çeşidinde meyve kabuğu üst renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	**Muhafaza Süresi**	**L* üst**	**C* üst**	**h* üst**
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	52.9900	35.5800	37.5200
KONTROL	2 Ay	45.9867	39.7967	26.3167
1-MCP		56.1033	39.5933	38.1367
KEKİK 200 PPM		49.9067	41.3867	27.9767
KEKİK 300 PPM		51.1700	42.4967	28.7300
KEKİK 400 PPM		51.2600	39.4433	34.3067
LAVANTA 400 PPM		53.7567	39.1267	40.3600
LAVANTA 500 PPM		55.4267	38.8633	39.2733
LAVANTA 600 PPM		57.2400	40.2867	43.3967
KONTROL	4 Ay	61.3033	42.8633	45.8033
1-MCP		55.8867	42.5467	37.8933
KEKİK 200 PPM		57.4867	40.4267	44.5533
KEKİK 300 PPM		53.0033	45.3833	33.6300
KEKİK 400 PPM		52.2900	44.5400	32.4333
LAVANTA 400 PPM		54.2300	43.8500	36.7667
LAVANTA 500 PPM		50.7267	41.7000	39.6200
LAVANTA 600 PPM		57.8400	43.0067	43.2100
KONTROL	9 Ay	59.5100	43.4067	47.2900
1-MCP		47.9733	43.8733	29.2700
KEKİK 200 PPM		57.4333	44.7133	41.2900
KEKİK 300 PPM		54.2867	45.5833	35.3833
KEKİK 400 PPM		54.8100	42.5567	41.9067
LAVANTA 400 PPM		62.1900	43.9533	48.4600
LAVANTA 500 PPM		57.6000	45.8667	40.0533
LAVANTA 600 PPM		49.2933	48.9867	29.0967
Ay×Uygulama		öd	öd	öd
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Pink Lady’ çeşidinde, meyve kabuğu üst renk değerlerine ait ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.30. ‘Pink Lady’ çeşidinde meyve kabuğu alt renk değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	Muhafaza Süresi	L* alt	C* alt	h* alt
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	74.6000	44.1700	103.4600
KONTROL	2 Ay	78.1000	43.3633	91.1133
1-MCP		75.1733	45.1400	93.7767
KEKİK 200 PPM		77.7033	45.6400	96.5067
KEKİK 300 PPM		73.2633	43.4133	91.5533
KEKİK 400 PPM		77.1800	45.7300	96.2200
LAVANTA 400 PPM		75.2233	46.2900	97.3900
LAVANTA 500 PPM		77.1633	46.3967	96.4400
LAVANTA 600 PPM		72.7867	42.4800	88.0967
KONTROL	4 Ay	77.0533	50.4133	89.5567
1-MCP		75.4367	47.7133	83.9233
KEKİK 200 PPM		76.4733	48.8833	90.3733
KEKİK 300 PPM		75.4733	47.9633	85.6900
KEKİK 400 PPM		75.3267	42.3833	76.4167
LAVANTA 400 PPM		80.2600	45.9267	84.3933
LAVANTA 500 PPM		73.6033	46.0000	79.8867
LAVANTA 600 PPM		77.2333	49.5367	90.1167
KONTROL	9 Ay	79.6767	50.2100	84.5967
1-MCP		75.9800	44.9833	69.7333
KEKİK 200 PPM		77.2933	48.5733	76.0000
KEKİK 300 PPM		76.8533	49.0300	82.2367
KEKİK 400 PPM		78.0067	50.4567	83.0333
LAVANTA 400 PPM		79.8800	49.2233	80.8400
LAVANTA 500 PPM		80.1867	41.3867	82.0400
LAVANTA 600 PPM		78.5700	47.5200	77.1267
Ay×Uygulama		öd	öd	öd
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Pink Lady’ çeşidinde, meyve kabuğu zemin renk değerlerine ait ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.31. ‘Pink Lady’ çeşidinde suda çözünür kuru madde (SÇKM), pH ve titre edilebilir asitlik (TA) değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

UYGULAMA	Muhafaza Süresi	SÇKM (%)	pH	TA (mg/100 ml)
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	12.13	3.38	0.96
KONTROL	2 Ay	13.70 de	3.45 k	0.63 c
1-MCP		14.20 cd	3.37 m	0.77 a
KEKİK 200 PPM		15.00 ab	3.43 kl	0.62 cd
KEKİK 300 PPM		15.43 a	3.33 n	0.76 a
KEKİK 400 PPM		14.20 cd	3.41 l	0.67 b
LAVANTA 400 PPM		14.33 c	3.27 o	0.78 a
LAVANTA 500 PPM		11.83 ı	3.52 j	0.62 cd
LAVANTA 600 PPM		14.43 bc	3.45 k	0.60 de
KONTROL	4 Ay	12.23 hı	3.76 f	0.46 hı
1-MCP		13.56 e	3.58 ı	0.58 ef
KEKİK 200 PPM		12.93 fg	3.66 h	0.55 fg
KEKİK 300 PPM		14.10 cde	3.71 g	0.54 g
KEKİK 400 PPM		12.66 gh	3.76 f	0.45 hıj
LAVANTA 400 PPM		13.50 ef	3.68 h	0.54 g
LAVANTA 500 PPM		12.16 hı	3.78 f	0.43 ıj
LAVANTA 600 PPM		12.90 fg	3.71 g	0.56 fg
KONTROL	9 Ay	10.70 j	6.97 a	0.31 m
1-MCP		10.53 j	4.28 b	0.48 h
KEKİK 200 PPM		11.70 ı	4.28 b	0.35 l
KEKİK 300 PPM		11.76 ı	3.99 d	0.42 j
KEKİK 400 PPM		10.24 j	4.12 c	0.35 kl
LAVANTA 400 PPM		10.86 j	4.26 b	0.26 n
LAVANTA 500 PPM		11.90 ı	3.93 e	0.35 l
LAVANTA 600 PPM		11.73 ı	4.25 b	0.38 k
Ay×Uygulama		*	*	*
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Pink Lady’ çeşidinde en düşük SÇKM değerleri, 2. ayda kontrol, 1-MCP ve 400 ppm kekik yağı uygulamalarında görülmüştür. İkinci ay bakımından, 1-MCP ve 400 ppm kekik yağı uygulamaları aynı grup içinde olacak şekilde her iki uygulama da kontrol uygulamasının bir alt grubunda yer almıştır. Dördüncü ayda, kontrol ve 500 ppm lavanta yağı uygulamaları en düşük SÇKM düzeyine sahip olan elmalar grubunu oluşturmuş, bu uygulamaların bir alt grubunda ise 400 ppm kekik yağı uygulaması yer almıştır. SÇKM değerleri bakımından 9. ay verilerine göre, en düşük SÇKM düzeyine sahip olan gruplar, kontrol, 1-MCP- 400 ppm kekik yağı ve 400 ppm lavanta yağı uygulama grupları olmuştur. ‘Jonagold’ ve ‘Gala’ çeşitlerinde, SÇKM düzeyi üzerinde, lavanta yağının belirgin bir etkisi bulunmazken, kekik yağı uygulaması ile SÇKM düzeyinin yükselmesinin engellenebileceği belirtilmiştir (Rabiei vd., 2011; Shirzadeh ve Kazemi; 2012). Çalışmamızda da benzer şekilde, 400 ppm kekik yağı uygulamasının SÇKM düzeyinin stabil kalması açısından daha etkili bir uygulama olabileceği belirlenmiştir (Çizelge 4.31).

pH bakımından en düşük değer 2. ay 400 ppm lavanta yağı uygulamasında saptanırken, en yüksek değer 9. ay kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Dördüncü ay sonuçlarında asitliğin korunması bakımından en iyi veriler 200 ppm kekik yağı ve 400 ppm lavanta yağı uygulamalarından alınmış olup, bu uygulamaların bir alt grubunu 1-MCP grubu oluşturmuştur. Dokuzuncu ay sonuçlarına göre, 500 ppm lavanta yağı uygulamasının asitliğin korunması bakımından daha etkin olduğu anlaşılmıştır. ‘Gala’ çeşidinde yapılan muhafaza çalışmasında, kekik ve lavanta yağı uygulamalarının pH değeri üzerine belirgin bir etkisi görülmemiştir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Çalışmamızda ise lavanta yağının alt ve orta dozunun pH değerleri açısından başarılı sonuç verdiği görülmüştür (Çizelge 4.31).

Titre edilebilir asitlik kapsamı en yüksek olan gruplar, 2. ayda 400 ppm lavanta yağı, 1-MCP ve 300 ppm kekik yağı uygulamalarıdır. Dördüncü ayda titre edilebilir asitliği en yüksek olan grup yine 1-MCP grubu olmuş, bu uygulamanın bir alt grubunda 200 ppm kekik yağı, bunun alt grubunda ise 300 ppm kekik yağı ve 400 ppm lavanta yağı uygulaması yer almıştır. Son ay verileri değerlendirildiğinde, 1-MCP’den sonra öne çıkan en başarılı uygulamanın 300 ppm kekik yağı uygulaması olduğu görülmüştür. ‘Gala’ çeşidinde, 300 ppm kekik yağı uygulamasının titre edilebilir asitlik düzeyinin azalmasını engelleme konusunda başarılı olduğu tespit edilmiştir (Shirzadeh ve Kazemi, 2012). Çalışmamızda da, tüm ayların genel değerlendirmesi ile titre edilebilir asitlik düzeyinin korunmasında 1- MCP uygulamasından sonra en stabil sonuçlar 300 ppm kekik yağı uygulamasından alınmıştır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.32. ‘Pink Lady’ çeşidinde C vitamini, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite değerlerinin uygulamalar ve aylara göre değişimi

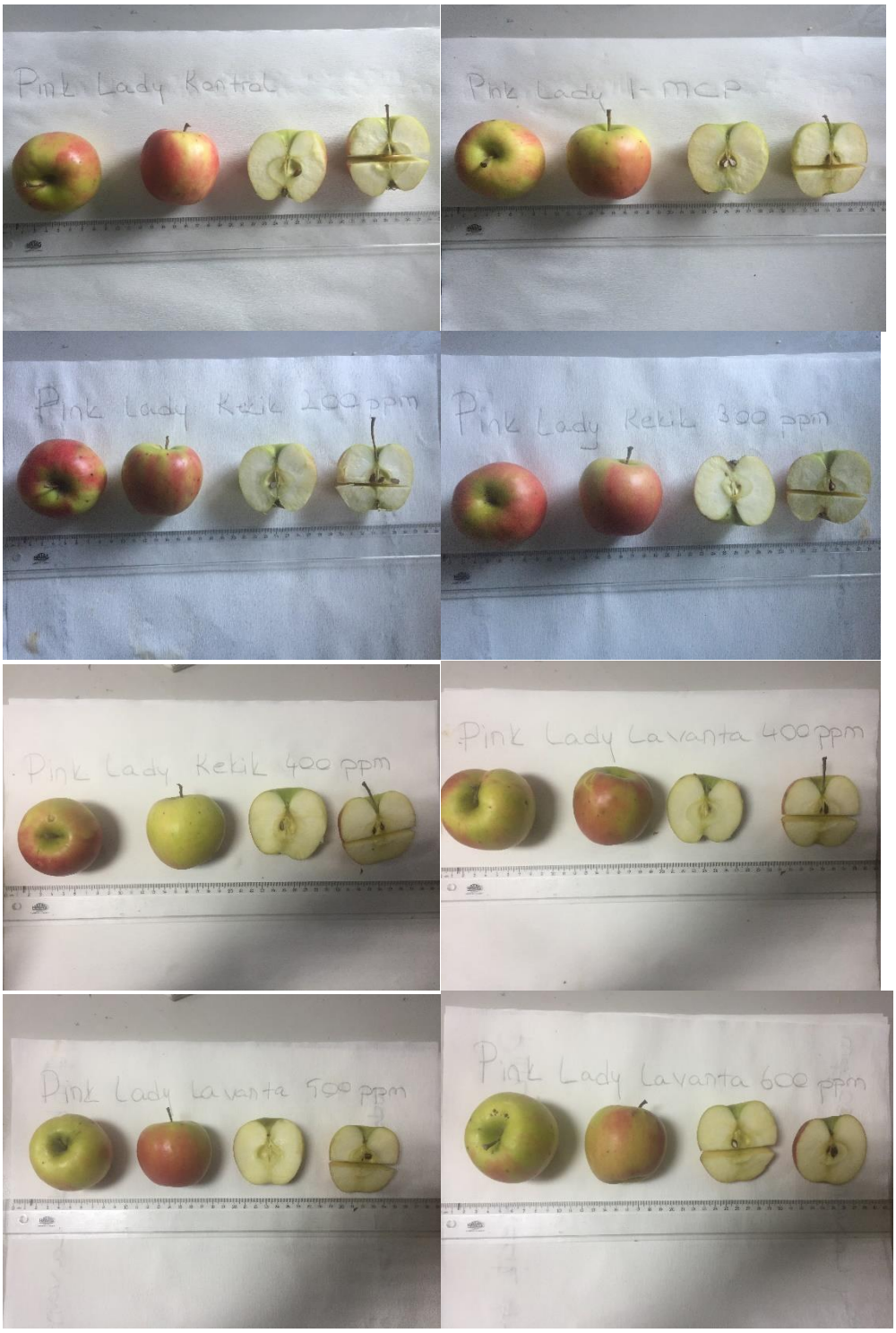
UYGULAMA	Muhafaza Süresi	C Vitamini (mg/100 ml)	Toplam Fenolik Madde (mg gallik asit/L)	Antioksidan Kapasite (% İnhibisyon)
DEPOLAMA ÖNCESİ	0 Ay	3.56	190.52	74.38
KONTROL	2 Ay	3.06 cdef	178.32 a	65.15 abc
1-MCP		3.32 abc	101.10 ef	70.27 a
KEKİK 200 PPM		3.59 a	133.69 bcd	54.11 de
KEKİK 300 PPM		3.38 ab	167.68 a	68.44 ab
KEKİK 400 PPM		3.14 bcde	151.00 abc	50.31 def
LAVANTA 400 PPM		3.17 bcd	160.21 ab	45.87 efg
LAVANTA 500 PPM		3.01 cdef	157.16 ab	42.24 fgh
LAVANTA 600 PPM		2.91 defg	169.13 a	43.07 fgh
KONTROL	4 Ay	2.39 hı	106.85 def	46.63 efg
1-MCP		3.06 cdef	100.70 ef	57.99 cd
KEKİK 200 PPM		3.14 bcde	123.27 cde	35.27 hıj
KEKİK 300 PPM		3.17 bcd	92.46 ef	58.45 bcd
KEKİK 400 PPM		2.99 def	89.79 f	14.96 lm
LAVANTA 400 PPM		2.98 def	85.32 f	25.10 jkl
LAVANTA 500 PPM		2.92 defg	82.45 f	14.92 lm
LAVANTA 600 PPM		2.64 gh	87.65 f	14.02 m
KONTROL	9 Ay	2.21 ıj	86.63 f	22.16 klm
1-MCP		2.87 defg	94.23 ef	36.57 ghı
KEKİK 200 PPM		2.79 fg	112.04 def	2.55 n
KEKİK 300 PPM		3.08 bcdef	87.26 f	37.65 gh
KEKİK 400 PPM		2.98 def	86.81 f	25.17 jkl
LAVANTA 400 PPM		2.77 fg	83.66 f	21.31 klm
LAVANTA 500 PPM		2.85 efg	81.33 f	26.58 ıjk
LAVANTA 600 PPM		2.06 j	83.93 f	34.27 hıj
Ay×Uygulama		*	*	*
p-value <0.05= önemli*				
p-value >0.05= önemli değil				

‘Pink Lady’ çeşidinde C vitamini kapsamı en yüksek olan gruplar 2. ayda 200 ppm kekik yağı ve ardından 300 ppm kekik yağı uygulama grupları olarak belirlenmiştir. Dördüncü ayda yine aynı gruplar en üstün sonuçları verirken, 300 ppm kekik yağı uygulamasının 200 ppm kekik yağı uygulamasından daha üst grupta yer aldığı saptanmıştır. Dokuzuncu ayda ise C vitamini kapsamı açısından, 200 ppm kekik yağı uygulaması etkinliğini tamamen yitirmiş, 300 ppm kekik yağı uygulaması ise yine en iyi sonucu veren grubu oluşturmuştur (Çizelge 4.32).

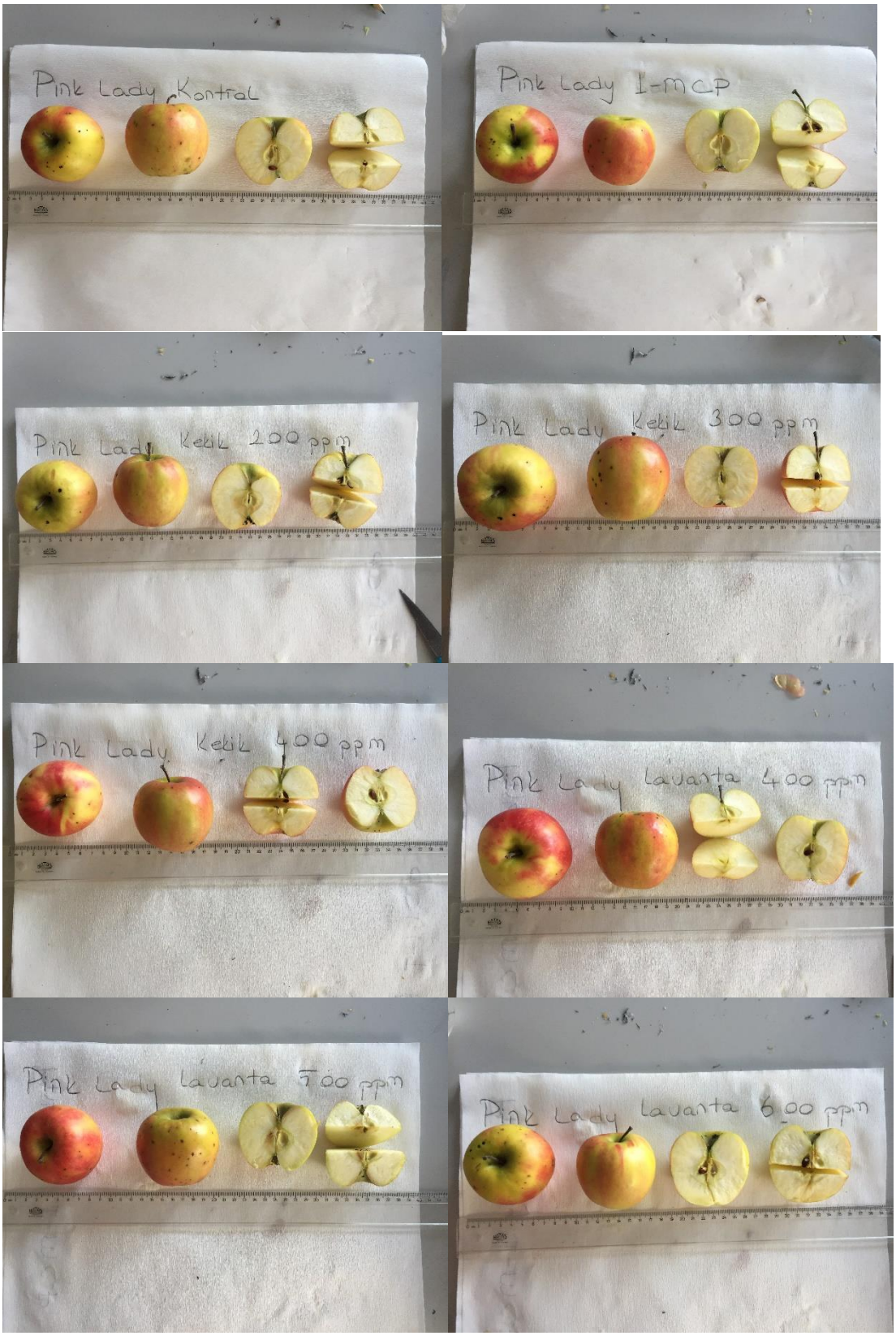
Toplam fenolik madde içeriği bakımından en iyi gruplar, 2. ayda kontrol, 300 ppm kekik yağı ve 600 ppm lavanta yağı uygulama grupları olmuştur. Dördüncü ayda sırasıyla 200 ppm kekik yağı ve 300 ppm kekik yağı uygulamaları daha başarılı olurken, 9. ay için en yüksek toplam fenolik madde içeği 300 ppm kekik yağı uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 4.32).

Antioksidan kapasitesi en yüksek olan gruplar ise, 2. ayda 1- MCP ve ardından 300 ppm kekik yağı uygulama gruplarıdır. Dördüncü ve 9. ayda yine aynı gruplarda en yüksek sonuçlar elde edilmiş fakat 1-MCP ile kekik yağı uygulaması karşılaştırıldığında, antioksidan kapasitesi bakımından 300 ppm kekik yağı uygulaması daha iyi sonuç vermiştir (Çizelge 4.32).

‘Pink Lady’ çeşidinin tüm uygulamalarına ait görünümler, şekil 4.10, 4.11 ve 4.12’de görülmektedir.



Şekil 4.10. ‘Pink Lady’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının ikinci ay sonundaki görünümleri



Şekil 4.11. ‘Pink Lady’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dördüncü ay sonundaki görünümleri

Şekil 4.12. ‘Pink Lady’ çeşidine ait kontrol ve uygulama gruplarının dokuzuncu ay sonundaki görünümleri

Farklı elma çeşitlerinde depolama süresinin, elmaların kimyasal kompozisyonu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı elma çeşitlerinin farklı düzeyde malik asit ile C vitamini kapsamına sahip olduğu ve 'Golden Delicious' çeşidinde C vitamini düzeyinin depolama periyodu boyunca azaldığı belirtilmektedir (Ali vd., 2004). Çalışmamızda da C vitamini düzeyi, depolama süresinin uzaması ile beraber azalma göstermiştir.

Farklı elma çeşitlerinin, kontrollü atmosfer koşullarında ve normal atmosfer koşullarında depolanması esnasında, toplam fenolik madde kapsamları ile antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, hasattan depolama sonuna kadar elmaların antioksidan kapasitesinde düşüş yaşandığı tespit edilmiştir. Meyvelerde, antioksidan kapasitesinde hasattan sonraki yükselişler, oksidatif stres sırasında prolin düzeyinin yükselmesi ile ilişkilendirilmekte ve toplam fenol içeriğinin de antioksidan kapasitesine paralel olacak şekilde yükseleceği belirtilmektedir. Kontrollü atmosfer ve normal atmosferin farklı elma çeşitlerinin antioksidan kapasitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada 'Golden Delicious' çeşidinde hiçbir uygulama yapılmaksızın soğuk depolamanın, antioksidan kapasitede aşırı yükselmeye sebep olduğu tespit edilmiştir. Bu durum 'Golden Delicious' çeşidinin oksidatif strese oldukça hassas olduğunu göstermektedir (Karagözler ve Görünmezoğlu, 2008; Matthes ve Eiberger, 2008). Çalışmamızda, tüm çeşitler için genel bir değerlendirme yapıldığında, antioksidan kapasitede hasattan sonrası için aşırı yükselmeler görülmemiş, toplam fenolik madde kapsamında ve antioksidan kapasitesinde olağan düşüşler yaşanmıştır. Bu durum, çalışmamızda meyvelere uyguladığımız tüm uygulamaların, depolama esnasında oksidatif stresi engellemede etkili olduğunu göstermektedir. C vitamini, antioksidan kapasite ve toplam fenol kapsamındaki olağan düşüşlerin yavaşlatılması konusundaki en başarılı sonuçlar, kekik yağı uygulamalarından alınmıştır.

Solunumda ilk parçalanan bileşikler organik asitlerdir. Hasat sonrası dönemde solunumun 1'den büyük olması oksijence zengin olan organik asitlerin parçalandığını, 1 olması glikozun parçalanmasının tamamlandığını, 0.8 olması solunumda proteinlerin kullanıldığını, 0.7 olması oksijence fakir olan yağların parçalandığını göstermektedir. Solunumda oksijence fakir bileşiklerin parçalanması ise oksidatif stres belirtisi olmaktadır. Titre edilebilir asitlik değerlerindeki hızlı düşüşler, organik asitlerin parçalanmakta olduğunu dolayısıyla solunum oranının 1'den büyük olduğunu göstermektedir. Suda çözünebilir kuru madde yüzdesinin, titre edilebilir asit kapsamına oranı, olgunlukla ilgili olup aynı zamanda meyvenin tatlanma durumu hakkında da bilgi vermektedir (Karaçalı, 1993; Karaçalı, 2012; Aslantaş, 2019).

Çalışmada, titre edilebilir asitlik değeri malik asit cinsinden hesaplanmış olup, ‘Golden Delicious’ çeşidinde titre edilebilir asitlik ve suda çözünebilir kuru madde yüzdesi bir arada değerlendirildiğinde, 9. ayda en düşük titre edilebilir asitlik kapsamı 300 ppm kekik yağı uygulamasından ve 500 ppm lavanta yağı uygulamasından elde edilirken, paralel şekilde aynı uygulamalar suda çözünebilir kuru madde yüzdesinin stabil kalması açısından da başarılı olmuştur. Tüm aylar açısından değerlendirme yapıldığında titre edilebilir asitlik kapsamını en başarılı şekilde koruyan uygulamalar 1-MCP ve 400 ppm lavanta yağı uygulamaları iken, oksidatif stresi önleme bakımından en etkili uygulamaların 300 ppm kekik yağı ve 500 ppm lavanta yağı uygulamaları olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda 300 ppm kekik yağı ve 500 ppm lavanta yağı uygulamalarının tatlanma ve aroma oluşumu bakımından daha üstün sonuçlar verebileceği belirlenmiştir.

‘Fuji’ çeşidinde titre edilebilir asitlik ve suda çözünebilir kuru madde yüzdesi bir arada değerlendirildiğinde, 300 ppm kekik yağı uygulamasının tüm aylar açısından nispeten düşük titre edilebilir asitlik değeri verdiği, ancak bu uygulamanın suda çözünebilir kuru madde yüzdesinin stabil kalması açısından da oldukça başarılı olduğu görülmüştür. Uzun süreli depolamada açısından değerlendirme yapıldığında, titre edilebilir asitlik kapsamını en başarılı şekilde koruyan uygulamalar 500 ve 600 ppm lavanta yağı uygulamaları iken, oksidatif stresin önlenmesi bakımından 300 ppm kekik yağı en etkili uygulama olmuştur. Bu uygulamanın ‘Fuji’ çeşidinde tat ve aroma oluşumu üzerine etkisi de daha üstün bulunmuştur.

‘Granny Smith’ çeşidinde titre edilebilir asitlik ve suda çözünebilir kuru madde yüzdesi bir arada değerlendirildiğinde, 4. ayda en stabil sonuç 400 ppm dozunda kekik yağı uygulamasından elde edilirken, 9. ay verilerine göre, suda çözünebilir kuru madde yüzdesinde, 1-MCP haricindeki uygulamaların tümünde, kontrol uygulamasından biraz yüksek olacak şekilde hızlı bir düşüş görülmüştür. Bu durum, ‘Granny Smith’ çeşidinde meyve kabuğunun lentiselli yapısına bağlı olarak solunumun daha hızlı oluşu ile ilişkilendirilmiştir (Aslantaş, 2019). Uzun süreli depolamada ‘Granny Smith’ çeşidi açısından, oksidadif stresin engellenmesi ve aroma oluşumu bakımından 1-MCP uygulaması üstün bulunmuş, 400 ppm kekik yağı uygulaması ise bu uygulamanın bir alt grubunda yer almıştır.

‘Pink Lady’ çeşidinde titre edilebilir asitlik ve suda çözünebilir kuru madde yüzdesi bir arada değerlendirildiğinde, 500 ppm lavanta yağı uygulaması yalnızca titre edilebilir asitlik

kapsamı bakımından 1-MCP ve 300 ppm kekik yağı uygulamasına göre daha düşük sonuçlar verirken, suda çözünebilir kuru madde miktarının stabil kalması açısından özellikle 1-MCP uygulamasına göre daha başarılı bulunmuştur. 500 ppm lavanta yağı uygulamasının ve oksidatif stresin engellenmesi ile birlikte tat ve aroma oluşumu bakımından en başarılı grubu oluşturduğu tespit edilmiştir. Dördüncü ay verilerinde suda çözünebilir kuru madde yüzdesi ve titre edilebilir asitlik kapsamının bir arada değerlendirildiğinde 400 ppm kekik yağı uygulaması da başarılı sonuç vermiş, ancak 500 ppm lavanta yağı uygulamasının uzun süreli depolamada etkinliğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan çeşitler arasında, titre edilebilir asitlik kapsamlarındaki başlangıç değerlerinin zamanla değişimine göre, çeşitler arasında içsel etilen üretimi bakımından sıralama yapılmış ve çeşitlerin klimakterik özellikleri karşılaştırılmıştır. 'Golden Delicious' çeşidinin içsel etilen üretiminin diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun, çeşidin olgunlaşma zamanının daha erken olmasından ve çeşidin karakteristik özelliği olarak meyve kabuğunun lentiselli yapıya sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. 'Fuji' çeşidi içsel etilen üretimi bakımından 2. sırada yer almaktadır. 'Fuji' çeşidinin içsel etilen üretiminin 'Golden Delicious' çeşidinden daha düşük olması, kutikular yapısının daha kalın olması ile ilişkilendirilebilir. Kutikular yapı gaz difüzyonunu yavaşlatmakta buna bağlı olarak solunum da yavaşlamaktadır (Aslantaş, 2019). 'Granny Smith' ve 'Pink Lady' çeşitlerinin hasat tarihleri ve hasat tarihindeki titre edilebilir asitlik kapsamları birbirine çok yakın olmasına rağmen 'Granny Smith' çeşidinde, 9 aylık depolamada titre edilebilir asitlik kapsamındaki düşüş daha yüksek olmuş, dolayısıyla 'Granny Smith' çeşidinin içsel etilen üretiminin 'Pink Lady' çeşidinden daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. 'Pink Lady' çeşidi, çalışmada kullanılan çeşitler arasında içsel etilen üretimi en düşük olan çeşittir.

Tüm çeşitler açısından değerlendirme yapıldığında, ağırlık değerleri, depolama başlangıcından depolama sonuna kadar, solunuma bağlı yıkım olayları ile birlikte su kaybına bağlı olarak kararlı bir düşüş göstermiştir. Titre edilebilir asitlik kapsamında da depolama süresinin uzaması ile birlikte kararlı bir düşüş görülmüştür. Bunun sebebi solunumda organik asitlerin parçalanmasıdır. Suda çözünebilir kuru madde düzeyinde, 2 aylık depolamada nişasta parçalanmasına bağlı olarak yükselmeler görülmüş, 4. ve 9. Aylarda şeker ve organik asit kaybı sebebiyle suda çözünebilir kuru madde yüzdesinde kararlı bir düşüş yaşanmıştır (Aslantaş, 2019).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, hasat sonrası uygulamaların yapılacağı materyal olarak, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme bahçesi bünyesinde bulunan elma parselindeki M9 ve MM106 anacına aşılı, 11 yaşında, 4 farklı elma çeşidi kullanılmıştır. Kullanılan elma çeşitleri, 'Fuji', 'Golden Delicious', 'Granny Smith' ve 'Pink Lady' olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında dört farklı elma çeşidine, 1-MCP, 200 ppm, 300 ppm ve 400 ppm dozlarında kekik yağı ve 400 ppm, 500 ppm ve 600 ppm dozlarında lavanta yağı uygulamaları yapılmış, uygulamaların farklı depolama sürelerinde, meyve kalite özellikleri ve meyvelerin besin değeri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Depolama esnasında, meyvelerde kalite özelliklerini korumaya ve depolama süresini uzatmaya yönelik pek çok uygulama mevcuttur. Ancak bu uygulamaların büyük çoğunluğu yüksek maliyet ve gelişmiş mekanizasyon gerektiren uygulamalardır. Esansiyel yağ uygulamaları ise özellikle fungal kökenli hastalık etmenlerinin elemine edilmesinde etkinliği kanıtlanmış, doğal kökenli olmasına bağlı olarak çevre dostu olan, meyve üzerinde kimyasal kalıntı bırakmayan, aynı zamanda düşük maliyetli ve uygulanabilirliği kolay olan uygulamalardır.

Çalışılan çeşitlerden 'Golden Delicious'da, 400 ppm ve 500 ppm lavanta yağı uygulamalarının meyvelerde ağırlık kaybını korumada, 500 ppm lavanta yağı uygulamasının meyve eti sertliğindeki düşüşü engelleme konusunda etkili olduğu tespit edilmiştir. Meyve kabuğu üst rengine ait ölçümlerde meyve parlaklığını en üstün şekilde koruyan uygulama 600 ppm lavanta yağı uygulaması olmuş, meyve kabuğu üst ve zemin rengine ait diğer özelliklere uygulamaların önemli bir etkisi olmamıştır. Çeşit için, 300 ppm ve 400 ppm kekik yağı uygulamaları yapılan elma gruplarında, suda çözünebilir kuru madde miktarı daha düşük bulunmuştur. Titre edilebilir asitlik düzeyinin korunması açısından ise 400 ppm dozunda lavanta yağı uygulaması daha etkilidir. 'Golden Delicious' çeşidinde, uzun süreli depolamada en yüksek C vitamini miktarı, 500 ppm lavanta yağı uygulaması yapılan elmalarda tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde kapsamının korunması bakımından, kekik ve lavanta yağının düşük ve orta dozları etkili olabilirken, uzun süreli depolamada, antioksidan kapasitesinin korunması bakımından 300 ppm kekik yağı uygulaması daha etkilidir. 'Golden Delicious' çeşidinin uzun süreli muhafazasında, meyve kalite özellikleri ile birlikte meyve besin değerini

de korumak amacıyla, kekik yağının 300 ppm dozu ve lavanta yağının 400 ppm ve 500 ppm dozları, 1-MCP uygulamasına uygun bir alternatif olarak tavsiye edilebilir.

'Fuji' çeşidinde, yapılan ölçümlerde, 400 ppm kekik yağı ve 500 ve 600 ppm lavanta yağlarının meyve ağırlığını koruma bakımından daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Meyve eti sertliği değerlerinde, uzun süreli depolamada, 400 ppm kekik yağı ve 500 ppm lavanta yağı uygulamalarının daha yüksek sonuç verdiği görülmüştür. Meyve kabuğu üst ve zemin rengine ait özelliklere, uygulamaların önemli bir etkisi olmamıştır. 'Fuji' çeşidinde, suda çözünebilir kuru madde düzeyi üzerinde genel olarak kekik yağı uygulamasının etkisi daha olumlu olmuştur. pH düzeyi üzerinde dört aylık depolamada 400 ppm kekik yağı uygulamasının, dokuz aylık depolamada ise 600 ppm lavanta yağı uygulamasının olumlu etkisi belirlenmiştir. Titre edilebilir asitlik kapsamı bakımından, 400 ppm kekik yağı ile 500 ppm ve 600 ppm lavanta yağı uygulamaları daha başarılı sonuçlar vermiştir. Çeşit için dokuz aylık depolamada en yüksek C vitamini düzeyi, 500 ppm lavanta yağı uygulaması yapılan elmalarda belirlenmiştir. Toplam fenolik madde düzeyi ve antioksidan kapasitesinin korunmasında ise kekik yağının 200 ppm ve 300 ppm dozları üstün sonuçlar vermiştir. 'Fuji' çeşidi için, hem meyve kalite özelliklerinin korunması hem de meyvelerde besin değerinin korunması bakımından, uzun süreli depolamada kekik yağının 400 ppm dozu ile lavanta yağının 500 ppm ve 600 ppm dozları, 1-MCP uygulamasına uygun bir alternatif olarak önerilebilir.

'Granny Smith' çeşidinde yapılan meyve ağırlığı ve meyve eti sertliği ölçümlerinde, kekik yağının 400 ppm dozunun daha etkili sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Meyve kabuğu üst ve zemin rengine ait özelliklere, uygulamaların önemli bir etkisi olmamıştır. Bu çeşit için suda çözünebilir kuru madde miktarı üzerinde, 2. ve 4. aylarda lavanta yağının tüm dozları etkili olabilirken, dokuz aylık depolamada suda çözünebilir kuru madde miktarı daha düşük değere sahip olmuştur. Uzun süreli depolamada, 400 ppm kekik yağı uygulaması ile pH düzeyi, diğer tüm uygulamalara göre daha düşük seviyede kalabilmiş, ancak titre edilebilir asitlik düzeyi bakımından 1-MCP uygulaması daha başarılı bulunmuştur. Benzer şekilde, 'Granny Smith' çeşidinde, C vitamini düzeyini en etkin şekilde koruyabilen uygulama 1-MCP uygulaması olmuş, bu gruba yakın en yüksek C vitamini değerleri ise 400 ppm dozunda kekik yağı uygulaması yapılan elma grubundan elde edilmiştir. Toplam fenolik madde kapsamı bakımından kekik yağının tüm dozları, antioksidan kapasite bakımından ise kekik yağının 200 ppm dozu, diğer uygulamalara göre daha başarılı sonuç vermiştir. 'Granny Smith' çeşidi için özellikle kekik yağının 400 ppm dozu ve sonrasında diğer dozları, meyve kalite özelliklerini ve

meyvelerde besin değerini korumak bakımından, 1-MCP uygulamasına alternatif olarak tavsiye edilebilir.

‘Pink Lady’ çeşidinde yapılan ölçümlerde lavanta yağının 400 ppm ve 500 ppm dozlarının, meyve ağırlığının korunmasında daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Meyve eti sertliği değerlerinde, uzun süreli depolamada öne çıkan uygulama, kekik yağının 300 ppm dozundaki uygulaması olmuştur. Meyve kabuğu üst ve zemin rengine ait özelliklere, uygulamaların önemli bir etkisi olmamıştır. Çeşit için, suda çözünebilir kuru madde düzeyi, 400 ppm dozundaki kekik yağı uygulaması ile daha alt seviyelerde tutulabilmiştir. pH değeri üzerinde olumlu etki gösteren uygulama grupları 400 ppm ve 500 ppm dozlarındaki lavanta yağı uygulamalarıdır. ‘Pink Lady’ çeşidinde, uzun süreli depolamada, titre edilebilir asitlik düzeyi ve C vitamini kapsamı, toplam fenolik madde kapsamı ve antioksidan kapasite, 300 ppm dozundaki kekik yağı uygulamasında daha yüksek değerlere sahip olmuştur. ‘Pink Lady’ çeşidi için uzun süreli depolamada meyve kalite özelliklerinin ve meyve besin değerinin korunması bakımından, 300 ppm ve 400 ppm dozundaki kekik yağı uygulamaları ve 400 ve 500 ppm dozundaki lavanta yağı uygulamaları, 1-MCP uygulamasına alternatif olarak önerilebilir.

Duyusal özellikler değerlendirildiğinde, kekik ve lavanta yağı uygulamalarının tümü, tat ve aroma üzerinde 1-MCP uygulamasına göre daha olumlu etki oluşturmuştur. 1- MCP uygulamasında meyve tekstürü diğer uygulamalara göre daha sıkı kalmasına ve uzun süreli depolamada kepeklenme daha az olmasına rağmen, tatlanma ve aroma oluşumu daha düşük bulunmuştur.

Çalışmamız kapsamında, kekik ve lavanta yağı uygulamalarının, meyve kalite özellikleri ve meyve besin değeri üzerinde 1- MCP uygulamasına göre daha üstün sonuçlar verdiği, uygulanabilirliği oldukça kolay olan çevre dostu bu uygulamaların elma muhafazasında kullanılanımından önce farklı elma çeşitlerinin muhafazası çalışmalarında değerlendirilmeye uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

Abeles, F.B., Gahagan, H.E., 1968, The Role of Ethylene, Ethytlene Analogues, Carbon Dioxide and Oxygen, Plant Physiology, 43:1255-1258.

Akça, Y., Alkan, F., Özkul, A., Dağalp, S.B., Karaoğlu, T., Oğuzoğlu, Ç.T., Viral Enfeksiyonlarda Patogenez, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Açık Ders Notları, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/10190/mod_resource/content/0/4.Hafta%20Viroloji%20I.pdf.

Akdağ, A., Öztürk, E., 2019, Distillation Methods of Essential Oils, Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 45(1): 22-31.

Akgül H., Dolunay E.M., Özongun Ş., Özyiğit Ş., Atasay A., Demirtaş İ., Pektaş M., Öztürk Karamürsel Ö. F., Sesli Y., Göktaş A., Gür İ., Sarısu H. C., Karaarslan Z., 2005, Meyve Çeşit Kataloğu, Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, 5-82 s.

Ali, M. A., Raza, H., Khan, M. A., Hussain, M., 2004, Effect of Different Periods of Ambient Storage On Chemical Composition of Apple Fruit, International Journal of Agriculture & Biology, 6(3): 568-571.

Alkorta, I., Garbisu, C., Llama, M.J., Serra, J.L., 1997, Industrial Applications of Pectic Enzymes: A Review, Process Biochem, Vol. 33, No. I, pp: 21-28.

Alparslan, Y., Baygar, T., Yıldız, D., 2012, Su Ürünleri İşleme Tesislerinde Ozon ve Önemi, Electronic Journal of Food Technologies, 7: 24-31.

Altman, A., Kaur-Sawhney, R., Galston, A.W., 1977, Stabilization of Oat Leaf Protoplast Through Polyamine Mediated Inhibition of Senescence, Plant Physiol., 60: 570-574.

Amin A., 2016, Determination of Some Essential Oils Effects on the Quality Traits of The Egyptian ‘Anna’ Apple Fruit During its Shelf Life, Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants, 8(1): 35-45.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Andersen, B., Smedsgaard, J., Frisvad, J.C., 2004, *Penicillium expansum*: Consistent Production of Patulin, Chaetoglobosins, and Other Secondary Metabolites in Culture and Their Natural Occurrence in Fruit Products (abs.), Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 2421–2428.

Anonim, 2019a, Apple Varieties Chart, www.tuttleorchards.com

Anonim, 2019b, Ankara Üniversitesi Açık Ders Notları, Solunum, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/36013/mod_resource/content/0/14.%20Hafta.pdf.

Anonim, 2019c, Elma Çeşitlerinin Kontrollü Atmosferde Depolanma Süreleri, VAN CA Technology AMERONGEN, https://www.van-amerongen.com/tr/apple-storage.

Anonim, 2019d, Meyvelerin Aromatik Bileşikleri, https://www.foodelphi.com/tag/meyvelerin-aromatik-bilesikleri/

Anonim, 2019e, https://docplayer.biz.tr/5144751-Bitkilerde-beslenme-buyume-ve-hareket.html

Anonim, 2019f, Bitkierde Fotosentez Sistemleri, http://www.mku.edu.tr/files/898-184a5d0b-2a7b-4419-843f-9d2a8b682805.pdf

Antunes, M.D.C., Cavaco, A.M., 2010, The Use of Essential Oils for Postharvest Decay Control. A review., Flavour and Fragrance Journal, 25: 351-366.

Aras İ., 2015, Elma Sektörü Raporu-Karaman, Mevlana Kalkınma Ajansı, Konya.

Artık, N., Akbulut, M., 1995, Elma Suyu Konsantrelerinde Aktif Kömür Uygulamasının Organik Asit Dağılımı Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 68 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Arunachalam, C., Asha S., 2010, Pectinolytic Enzyme-A Review of New Studies Advanced Biotech Journal- online, http://www.advancedbiotech.in/online%20article%20Pectinolytic%20Enzyme.pdf (Accessed 8 August 2012).

Aslantaş, R., 2017, Potasyum İyodür Testi Sonuçlarının Yorumlanması, Kişisel Görüşme.

Aslantaş, R., 2019, Elma Çeşitlerinin Etilene Duyarlılık Sıralaması, Solunum Oranı ve Gaz Difüzyonu, Kişisel Görüşme.

Aslantaş, R., Karabulut, H., 2007, Rakımın Meyve Yetiştiriciliğinde Önemi ve Etkileri, Alınteri Zirai Bilimler Dergisi, 12(B), 31-37.

Atay N., Atay N.A., 2011. History and Toxonomi, Culture of Apple, Chapter 1, 8 s.

Atay N.A., Atay E., 2018, Elma Çeşit Yönetiminde Yenilikçi Eğilimler, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 28(2): 234-240.

Atay, E., Aralık 2017, Elma Yetiştiriciliğinde Gelişmeler, Hastalık ve Zararlılarla Mücadele: Türkiye Perspektifi, Türkiye Ziraat Odaları Birliği, Çiftçi ve Köy Dünyası Dergisi, 52-55.

Atay, E., Pırlak, L., Atay, N.A., 2009, Elmalarda Meyve Büyüklüğünü Etkileyen Faktörler, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 46(2): 137-144.

Atay, N.A., Atay, E., Koyuncu, F., 2010, Dünya Elma Islah Programlarına Genel Bir Bakış, BAHÇE, 39 (1): 31-44 32.

Aytemir, M., 2008, Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Kimya Bölümü, Organik Kimya Ders Notları, http://yunus.hacettepe.edu.tr/~mutlud/dersnotlari/alkol_fenol_eter_p.pdf

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Bagamboula, C. F., Uyttendaele, M., Debevere, J., 2004, Inhibitory Effect of Thyme and Basil Essential Oils, Carvacrol, Thymol, Estragol, Linalool and *p-cymene* Towards *Shigella sonnei* and *S. flexneri*. Food Microbiology, 21: 33-42.

Baker, C. E., 1933, Effect of Ozone Upon Apples in Cold Storage, Ice and Refrigeration, 84: 402–404.

Bal, E., 2008, Hasat Sonrası UV-C Uygulamalarının 'Giant' Erik Çeşidinin Meyve Kalitesi ve Soğukta Muhafazası Üzerine Etkileri, Tarım Bilimleri Dergisi, 14(2): 101-106.

Batkan, A., Kundakçı A., 2005, Soğukta Depolanan Starking Çeşidi Elma Kalitesine Ön Bekleme Süresinin Etkisi, Gıda Dergisi, 30(5): 349-355.

Bayramoğlu, Z., Çelik, Y., Oğuz, C., 2009, Konya İlinde Elma Üretiminin Mevcut Durumu ve Gelişme Olanakları, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2(1): 11-15.

Beaudry, R., Watkins, C., 2001, Use of 1-MCP On Apple, Department of Horticulture, Michigan State University, East Lansing, MI Cornell University, Ithaca. NY. 108: 12-16.

Ben Yehoshua, S., Goldschmidt, D.T., Joseph, M.B., 1994, Citrus Fruits. Eneyclopedia of Agricultural Science, l: 357-378.

Bayaz, M., 2014, Esansiyel Yağlar: Antimikrobiyal, Antioksidan ve Antimutajenik Aktiviteleri, Academic Food Journal/Akademik GIDA, 12(3).

Binder, B.M., Bleecker, A.B., 2003. A Model For Ethylene Receptor Function and 1-Methylcyclopropene Action, ACTA Horticulturae, 628: 177-187.

Blanco, A., Fernández V., Val J., 2010, Improving The Performance Of Calcium-Containing Spray Formulations to Limit The Incidence of Bitter Pit In Apple (*Malus* × *domestica* Borkh.), Sci. Hort., 127: 23-28.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Blankenship, S.M., Dole J.M., 2003, 1-Methylcylorpropene: A review, Postharvest Biol. Technol., 28: 1-25.

Blanpied, G.D., Silsby, K.J., 1992. Prediction of Harvest Date Windows For Apples, Cornell Cooperation Extension Bulletin, 2212: 1–12.

Boyraz, N., Özcan, M., 1997, Bitki Patojeni Funguslara Bazı Yerli Baharat Ekstrat ve Uçucu Yağlarının Antifungal Etkileri, GIDA, 22(6): 457- 462.

Boyraz, N., Yılmaz, A., 2012, Bazı Bitki Uçucu Yağlarının Hasat Sonrası Fungal Meyve Çürüklüğü Etmenlerine Karşı *In Vitro* ve *In Vivo* Etkilerinin araştırılması, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 161 s.

Brackmann, A., Lunardi, R., 2000, Controlled Atmosphere Storage of 'Jonagold' apples, Postharvest News and Information, 11(1): 271.

Bron, I.U., Ribeiro, R.V., Cavalini, F.C., Jacomino, A.P., Trevisan, M.J., 2005, Temperature-Related Changes in Respiration and Q_{10} Coefficient of Guava, Science Agriculture, Brazil Piracicaba, 62(5): 458-463.

Brown, S.K., 2018, Update on new apple varieties, managed varieties and Clubs, Fruit Quarterly, Volume:26, Number:2.

Caccioni, D., Guizardi, M., 1994, Inhibition of Germination Growth of Fruitand Vegetable Post-Harvest Pathogenic Fungi by Essential Oil Components, Journal of Essential Oil Research,6: 173-179.

Campbell, N.A., Reece, J.B., 2010, Biology, Palme Yayıncılık, 6. Baskıdan Çeviri, 1247 s, California.

CAST, 2003, Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems, Council for Agricultural Science and Technology, Ames, IA.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Chardonnet, C.O., Charron, C.S., Sams, C.E., Conway, W.S., 2003, Chemical Changes In The Cortical Tissue and Cell Walls of Calcium Infiltrated 'Golden Delicious' Apples During Storage, Postharvest Biol. Technol, 28: 97–111.

Chu, C.L., Li, W.T., Zhou, T., 2001, Fumigation of Sweet Cherries With Thymol and Acetic Acid to Reduce Postharvest Brown Rot and Blue Mold Rot, Fruits, 56(2): 123-130.

Conway, W.S., Gross, K.C., Sams, C.E., 1987, Relationship of Bound Calcium and İnoculum Concentration to the Effect of Postharvest Calcium Treatment On Decay of Apples By *Penicillium expansum*., Plant Dis., 71: 78-80.

Cowan, M.M., 1999, Plant Products As Antimicrobial Agents, Clinical Microbiology Reviews, 12(4): 564-582.

Çalhan, Ö., 2014, Elmalarda Görülen Bazı Fizyolojik Bozukluklar, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 62.

Çalhan, Ö., Eren, İ., Onursal, C.E., Güneyli, A., İlban, B., 2011, 'Skyline Supreme' ve 'Lutz Golden' Elma Çeşitlerinde Kalsiyum Uygulamalarının Hasat Sonrası Meyve Kalitelerine Etkisi, Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.

Çalhan, Ö., Onursal C.E., 18-21 Eylül 2012, Granny Smith Elma Çeşidinin Dinamik Kontrollü Atmosferde Depolanması (DKA), V. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 2012, İzmir.

Coşkuner Y., 2018, Karaman'da Elma Yetiştiriciliği ve Yerel Elma Çeşitleri, Karamanın Elmalarını ve Üzümlerini Araştırıyoruz Projesi, Karaman Ticaret ve Sanayi Odası, 45 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Daferera, DJ., Ziogas, B.N., Polıssıou, M.G., 2003, The Effectiveness of Plant Essential Oils on the Growth of *Botrytis cinerea, Fusarium sp.* and *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*, Crop Protection, 22: 39-44

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 Biol. Technol., 24: 349-353.

Bütüner, B., Kantarcı, G., 2006, Mutasyon, DNA Hasarı, Onarım Mekanizmaları ve Kanserle İlişkisi, Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 35(2): 149-170.

Demirsoy, H., Macit İ., 2007, Meyve Ağaçlarında Bodurluk Mekanizması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2): 214-218.

Dilley, D.R., Lange, E., Tomala, K., 1992, Optimizing Parameters for Controlled Atmosphere Storage of Apples, Hort. Abst., 62(11): 8931.

Dongfang, H.M.A., Shushang W., Ying D.X., Aoying W., 2003, Effect Of 1-MCP Treatment On Ethylene Productionon Quality Retention Of 'Delicious' Apples, Acta Horticulturae Sinica, 30(1): 11-4.

Drake, S.R., Kupferman, E.M., 2001, Maturity and Storage Quality of 'Jonagold' Apples Related to Starch Index, Postharvest News and Information, 12(2):673.

Dursun, S., Erkan, N., 2009, Yenilebilir Protein Filmler ve Su Ürünlerinde Kullanımı, Journal of Fisheries Sciences.com., 3(4): 352-373.

Dündar, Ö., Özkaya, O., 2007, Bazı Turunçgil Tür ve Çeşitlerinde Sıcak Su ve Kimyasal Uygulamalarının Muhafazaya Etkilerinin Araştırılması, Çukurove Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi, Adana. 177 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Dündar, Ö., Özkaya, O., 2007, Derim Sonrası Sıcak Su Uygulamalarının 'Granny Smith' Elmasının Muhafazası Üzerine Etkileri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1): 47- 56.

Ekinci, N., Sakaldaş M., 2016, Hasat Sonrası Yapılan Kalsiyum Klorür ve Kalsiyum Oksit Uygulamalarının 'Pink Lady' Elma Çeşidinin Muhafaza Kalitesi Üzerine Etkileri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2): 21-28.

Erdman, H. E., 1980, Ozone Toxicity During Otogeny of Two Species of Flour Beetles, *Tribolium confusum* and *T. Castaneum*, Environ. Entomol., 9: 16–17.

Eren, İ., Çalhan, Ö., 2011, Hasat ve Hasat Sonrası Teknolojileri (16. Bölüm), In: Elma Kültürü (ed- Akgül, H., Kaçal, E., Öztürk, F.P., Özongun., Ş., Atasay. A., Öztürk, G.), Eğirdir Bahçe Kültürleri Araş.Enst., Yayın No: 37, s:411-460, Eğirdir/Isparta.

Ergun, M., 2006, Yeni Bir Bitki Büyüme Düzenleyicisi: 1-MCP, https://www.researchgate.net/publication/311583059_Yeni_Bir_Bitki_Buyume_Duzenleyicisi_1-Methylcylopropene_A_New_Plant_Growth_Regulator_1-MCP

Erkan, M., Pekmezci, M., 1997, Meyvelerde Solunum ve Solunuma Etki Eden Faktörler, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10, 261-273.

Erkan, M., Pekmezci, M., Gübük, H., Karaşahin, I., 2004, Kontrollü Atmosferde Muhafazanın Granny Smith Elmalarında Kabuk Yanıklığı (superficial scald) ve Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkisi, Turk J Agric For, 28: 43-48.

Ertan, Ü., Özelkök, S., Kaynaş, K., Öz, F., 1992, Bazı Önemli Elma Çeşitlerinin Normal ve Kontrollü Atmosferde Depolanmaları Üzerine Karşılaştırmalı Araştırmalar, BAHÇE, 21(1-2), 72-91.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Erten, H., Canbaş, A., 2003, Alkol Fermantasyonu Sırasında Oluşan Aroma Maddeleri, GIDA, 28(6): 615-619.

Evrenosoğlu, Y., Mertoğlu, K., 2017, Ateş Yanıklığı (*Erwinia amylovora*) Hastalığına Dayanıklılık Islahında, Hastalığa Karşı Testlenmiş F1 Melez Armut Populasyonunun Fenolojik ve Meyve Özellikleri, Tekirdağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 14(3): 104-115.

Ewell, A. W., 1936, The Use of Ozone in Cold Storage Plants, Ice and Refrigeration, 91: 295–296.

Fagundes, C., Carciofi, B.A.M., Monteiro, A.R., 2013, Estimate of Respiration Rate and Physicochemical Changes of Fresh-Cut Apples Stored Under Different Temperatures, Food Science Tecnology, Campinas, 33(1): 60-67.

Fan, X., Mattheis, J.P., 2001, 1-MCP and Storage Temperature Influence Esponses Of 'Gala' Apple Fruit to Gamma Irradiation, Postharvest Iol. Technol., 23: 143-151.

Fan, X., Argenta, L., Mattheis, J.P., 2000, Inhibition Of Ethylene Action By 1-MCP Prolongs Storage Life Of Apricots, Postharvest Biol. Technol., 20: 135-142.

FAO, 2017, http://www.fao.org/faostat/en/#data

Ferguson, B., 1984, Calcium In Plant Senescence and Fruit Ripening, Plant Cell Environ, 7: 447–489.

Fidler, J.C., Wilkinson, B.G., Edney, K.L., Sharples, R.O., 1973, The Biology of Apple and Pear Storage, Slough, Commonwealth Agricultural Bureaux, Research Review No:3, England.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Flores, H.E., Young N.D., Galston, A.W., 1985, Polyamine Metabolism and Plant Stress, p. 93-114, In: J.L. Key and T. Kosuge (eds.), Cellular and molecular biology of plant stress, Liss, New York.

Galston, A.W., 1983, Polyamines As Modulators of Plant Development, Bioscience, 33: 382-387.

Ganai, S. A., Ahsan, H., Wani, I. A., Lone, A. A., Mir, S. A., Wani, S. M., 2015, Colour Changes During Storage of Apple cv. Red Delicious Influence of Harvest Dates, Precooling, Calcium Chloride and Waxing, International Food Research Journal, 22(1): 196-201.

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 2016, Elma Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele, Çiftçi Eğitim Serisi 4, Ankara.

Girard, B., Lau, O.L., 1996, Effect of Maturity and Storage on Quality and Volatile Production of 'Jonagold' Apples, Postharvest News and Information, 7(3): 1134.

Goffings, G., Herregods, M., 1995, The Influence of the Storage Conditions on Some Quality Parameters of 'Jonagold' apples, Post. News and Inform, 6(3):1100.

Grassmann J, Elstner EF (2003). Essential oils/properties and uses. Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition (Elsevier Science Ltd.) 2177-2184.

Grbic, V., Bleecker, A.B., 1995, Ethylene Regulates the Timing of Leaf Senescense in *Arabidopsis,* The Plant Journal, 8(4): 595-602.

Günen, Y., Günen, E., Aşkın, A., 2005, Ödemiş'te Yetiştirilen Bazı Elma Çeşitlerinde Elle Seyreltmenin Meyve Özelliklerine Etkisi, GAP IV. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı, 21-23 Eylül 2005, Urfa, 1962.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Güneş, N.T., 2019, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Etilen Ders Notları.

Güneyli, A., Onursal, E.C., 2014, Ilıman İklim Meyvelerinde Hasat Kriterleri, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, No:59.

Hadizadeh, L., Peivasteag, B., Hamzezharghani, H., 2009, Antifungal Activity of Essential Oils From Some Medicinal Plants of Iran Against *Alternaria alternata*, American Journal of Applied Sciences 6: 744-748.

Hansen, J.D., Drake, S.R., Heidt, M.L., Watkins, M.A., Tang, J., Wang, S., 2006, Radio Frequency- Hot Water Dips for Postharvest Codling Moth Control in Apples, Journal of Food Processing and Preservation, 30: 631-642.

Headlee, T.J., Jobbins, D.M., 1936, Further Studies Of the Use of Radio Waves in İnsect Control, J. Econ. Entomol., 29, 181–187.

Hemmaty, S., Moallemi, N., Naseri, L., 2007, Effect of UV-C Radiation and Hot Water on Calcium Content and Postharvest Quality of Apples, Spanish Journal of Agricultural Research, 5(4): 559-568.

Herregods, M., Goffings, G., 1994, The Storage of 'Jonagold' Apples in ULO-Gircumstances, ISHS Acta Horticulturae 343: Physiological Basis of Postharvest Technologies, 5(2):607.

İnanlı, A.G., Kuzgun, N.K., 2012, Uçucu Yağlarla Zenginleştirilmiş Kitosan Filmlerin Antimikrobiyal Aktivitesi, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 7(1): 28-35.

İşcan, G., 2002, *Umbelliferae* Familyasına Ait Bazı Bitki Uçucu Yağlarının Antimikrobiyal Aktivitelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 74.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Jacob N., Prema, P., 2006, Influence of Mode of Fermentation on Production of Polygalacturonase By A Novel Strain of *Streptomyces lydicus*, Food Technology Biotechnology, 44 (2): 263-267.

Johnson, D.S., 2001, Mineral Composition Harvest Maturity and Storage, Quality of 'Red Pippin', 'Gala' and 'Jonagold' Apples, Postharvest News and Information, 12(1):253.

Johnston, J.W., Hewett, E.W., Hertog, M., 2002, Postharvest Softening of Apple (*Malus domestica*) Fruit: A Review, N.Z.J. Crop Hortic. Sci., 30: 145–160.

Ju, C., Yoon, G.M., Shemansky, J.M., Lin, D.Y., Ying, Z., Chang, J., Garrett, W.M., Kessenbrock, M., Groth, G., Tucker, M.L., Cooper, B., Kieber, J.J., Chang, C., 2012, CTR Phosphorylates The Central Regulator EIN2 to Control Ethylene Hormone Signaling From the ER Membrane to the Nucleus in Arabidopsis, Proc. Natl. Acad. Sci., 109:19486-19491, U.S.A.

Juniper, B.E., Mabberley, D.J., 2006. The Story of the Apple, Timber Pres, Inc., Oregon.

Kadakal Ç., Nas, S., 2000, Elma ve Elma Ürünlerinde Patulin Miktarını Etkileyen Faktörler, Pamuk Kale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6(1), 87-96.

Karaçalı İ. 1982, Elma ve Armut Depolama, Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yalova, 34 s.

Karaçalı, İ., 1993, Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494, 444 s., Bornova, İzmir.

Karaçalı, İ., 2012, Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Karagözler, A.A., Görünmezoğlu, Ö., 2008, Kayısı ve İncir Meyvelerinin Antioksidan Kapasitelerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 68 s.

Karakuş A., Kalyoncu İ.H., 2010, Bazı Elma Çeşitlerinde Kimyasal ve Elle Seyreltme Uygulamalarının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (2): 81-89.

Kasım, R., Kasım, M.U., 2007, Sebze ve Meyvelerde Hasat Sonrası Kayıpların Önlenmesinde Alternatif Bir Uygulama: UV-C, Tarım Bilimleri Dergisi, 13(4): 413-419.

Kıvanç, M., 1989, Doğal Aroma Maddeleri Üretimine Biyoteknolojik Yaklaşım, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bölümü, GIDA, 14(3): 165-170.

Kim J., 2014, Four Shades of Detachment: Regulation of Floral Organ Abscission, Plant Signaling & Behavior 9, e976154.

Kim, J.G., Yousef, A.E., Dave S., 1999, Application of Ozone For Enhancing The Microbiological Safety and Quality of Foods: A Review, J. Food Prot., 62(9): 1071-1087.

Kiss, E. G., Law, S. E., 1991, Electrostatic Methods of Insect Control By Ozonation and Electric Discharge, 19th Ann. Conf. Of Electrostatics Soc. Am., MIT, Cambridge, MA. 20–22 June.

Klein, J.D., Lurie, S., 1991, Postharvest Heat Treatment and Fruit Quality, Postharvest News and İnformation, 2(1): 15-19.

Korban, S.S., Skirvin, R.M., 1984. Nomenclature of The Cultivated Apple, HortScience, 19: 177-180.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Korkmaz, A., Gündüz, G.T., 2018, Meyve ve Sebzelerde UV-C Işık Uygulamaları İle Küf İnhibisyonu, Akademik Gıda Dergisi, 16(4): 458-469.

Köksal, A.İ., Özüpek, Ö., 2009, Derim Sonrası 1- Methylcyclopropene Uygulamalarının Bazı Elma Çeşitlerinin Muhafazası Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 68 s.

Kramer, G.F., Wang, C.Y., Conway. W.S., 1989, Correlation of Reduced Softening and Increased Polyamine Levels During Low-Oxygen Storage of 'McIntosh' Apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 114: 942-946.

Kuzeydoğu Kalkınma Ajansı, 2016, Yüksek Rakım Ürünlerinin Markalaşması, https://www.kudaka.org.tr/ekler/97b8d-markalasma.pdf.

Kupferman, E., 2000, Controlled Atmosphere Storage of Apples and Pears, Postharvest Information Network.

Kurita, K., 2006, Chitin and Chitosan: Functional Biopolymers From Marine Crustaceans, Marine Biotechnology, 8: 203–226.

Kuşçu, A., Pazir, F., 2004, Ozone Applications in Food Industry, GIDA, 2: 123-129.

Kute, K. M., Zhou, C., Barth, M. M., 1995, The Effect of Ozone Exposure On Total Ascorbic Acid Activity and Soluble Solids Contents in Strawberry Tissue, Proc. IFT Ann. Meeting, p. 82.

Lamikanra, O., 2002, Enzymatic Effects on Flavor and Texture of Fresh-Cut Fruits and Vegetables, In Fresh-Cut Fruits and Vegetables (Lamikanra O. Editor), CRC Pres, Boca Raton.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Lau, O.L., 1985, Storage Responses of Four Apple Cultivars to Low-O2 Atmosphere. In: Blankenship, S.M. (ed.) Controlled Atmospheres for Storage and Transport of Perishable Agricultural Commodities, Proceedings of the 4th National Controlled Atmosphere Research Conference, North Carolina Horticultural Report No. 126. North Carolina State University, Raleigh, North Carolina, p. 43.

Leverentz, B., Conway, W.S., Janısıewıcz, W.J., Saftner, R.A., Camp, M.J., 2002, Effect of Combining 1-MCP Treatment, Heat Treatment, and Biocontrol On The Reduction Of Postharvest Decay of 'Golden Delicious' Apples, Postharvest Biol. and Technol., 27: 221-233.

Lieberman, M., Baker, J.E., Sloger, M., 1977, Influence of Plant Hormones on Ethylene Production in Apple, Tomato and Avocado Slices During Maturation and Senescence, Plant Physiology, 60: 214-217.

Liu, C., Chen, W., Lu, P., Chang, C., Hsu, T., Chang Wei, H., 2019, Effect of High Voltage Electrostatic Field (HVEF) on Rippening and Senescence of Malus domestica cv. And Study on Its Mechanism, E-mail: welson@mail.dyu.edu.tw.

Lohse, H., Stolle, G., Fetkenhever, W. 1987. More Effective Apple Storage with New Scientific-Technical Know Ledge. Hort. Abst. 57(1):140.

Löhse, H., Schöne, R., 1994, Post-Storage Behaviour of Apples of Different Cultivars, Postharvest News and Information, 5(4):1613.

Lurie, S., 1998, Postharvest Heat Treatments, Postharvest Biol. Technol., 14, 257-269.

Lurie, S., Klein, J. D., Arie, R.B., 1992, Postharvest Heat Treatment as a Possible Means of Reducing Superficial Scald of Apples, J. *Hortic. Sci.,* 65: 503-509.

Lurie, S., Pre-Aymard, C., Ravid, U., Larkov, O., Fallik, E., 2002, Effect of 1-MCP On Volatile Emission and Aroma In 'Anna' Apples. J. gric. Food Chem., 50: 4251-4256.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Maier, G., 2003, Enzymatic Applications in Fruit Juice İndustry. Meyve Suyu Gelişmeler ve Eğilimler Semineri, Meyve Suyu Endüstri Derneği, No:1, S: 121-129.

Maraş M., Çavuşoğlu, K., Aksöz, E., Kırındı, T., 2004, Pektin, Poligalakturonik Asit ve Liyofilize Pektinaz Enziminin Yap›sal Analizi, İTÜ Dergisi /C, 2(1): 3-10.

Maria, A., Avena-Bustillos, J., Olsen, C., Friedman, M., Henika, P.R., Martin-Belloso, O., Pan, Z., Mchugh, T.H., 2007, Effects of Plant Essential Oils and Oil Compounds On Mechanical, Barrier and Antimicrobial Properties Of Alginate-Apple Puree Edible Films, Journal of Food Engineering, 81: 634- 641.

Matthes, A., Schmitz-Eiberger, M., 2012, Polyphenol Content and Antioxidant Apple Fruit: Effect of Cultivar and Storage Conditions, Journal of Applied Botany and Food Quality, 82(2): 152-157.

Mattheis, J., Fan, X., Argenta, L., 2001, Responses Of Pacific Northwest Apples to 1-Methylcyclopropene (1-MCP), Proceeding Of 2001 Washington Tree Fruit Postharvest Conference, March 13th-14th, Wenatchee, WA.

Mattick, L.R., Mayer, J.C. 1983, Composition Of Apple Juice, J. Assoc. Off. Anal. Chem., 66(5): 1251-55.

MAIA, Autumn 2016, 21st Century Apple, The Ortet, Volume: 2.

Moake, M.M., Padilla-Zakour O.I., Worobo, R.W., 2005, Comprehensive Review of Patulin Control Methods In Foods, Comprehensive Reviews In Food Science and Food Safety, 4: 8–21.

Morvai, M., Molnar-Perl, I., 1991, Simultaneous Gas-Liquid Chromatographic Determination of Sugars and Organic Acids As Trimethyslsilyl Derivates In Vegetables and Strawberries, Journal of Chromatography, 552: 337-344.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Altınışık, M., 2019, Karbonhidratlar, https://www.mustafaaltinisik.org.uk/89-1-05.pdf

Neven, L.G., Obenland, D., Drake, S.R., Hallman, G.J., 2003, Organic Quarantine Treatments for Pome and Stone Fruits, AnnualIntern. Res. Conf, Methyl Bromide Alternative and Emissions Reductions, pp. 72–1, 72–2, Methyl Bromide Alternatives Outreach, San Diego, CA.

Nevwirth, G., 1984., Respiration of Stored Apples in Relation to CA Storage Conditions and Temperature, Hort. Abst., 54(5): 2161.4.

Altman, A., Kaur- Sawneyt, R., Galston, A.W., Stabilization of Oat Leaf Protoplast Through Polyamine Mediated İnhibition of Senescence. Plant Physiol. 60:570-574. *of Agricultural Science,* V: l ,p : 357-378.

Onik, J.C., Xie, Y., Duan, Y., Hu, X., Wang, Z., 2019, UV-C Treatment Promotes Quality of Early Ripening Apple Fruit by Regulating Malate Metabolizing Genes During Postharvest Storage, Plos One, 4(4): e0215472.

Onursal, C.E., Erbaş, D., Koyuncu, M.A., 2015, Eğirdir Koşullarında Yetiştirilen 'Pink Lady' Elma Çeşidinde Farklı Atmosfer Bileşimlerinin Depolama Boyunca Meyve Kalitesine Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19(2), 179-183.

Ortiz A., Echeverria,G., Graell, J., Lara, I., 2009, Calcium Dips Enhance Volatile Emission of Cold- Stored 'Fuji Kiku-8' Apples, J Agric Food Chem, 57(11): 4931-8.

Ortiz, A., Graell, J., Lara, I., 2011, Preharvest Calcium Applications Inhibit Some Cell Wall-Modifying Enzyme Activities and Delay Cell Wall Disassembly At Commercial Harvest of 'Fuji Kiku-8' Apples, Postharvest Biology and Technology, 62: 161–167.

Öz, A.T., Süfer, Ö., 2012, Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Kalite Üzerine Yenilebilir Film ve Kaplamaların Etkisi, Akademik Gıda, 10(1): 85-91.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Özcan, M., 1990, Pozantı- Kamışlı Vadisinde Yetiştirilen Amasya, Starking ve Golden Delicious Elmalarının Muhafazası Üzerinde Araştırmalar, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, No: 160, 311 s, Adana.

Özcan, O., Erdal, H., Çakırca, G., Yönden, Z., 2015, Oksidatif Stres ce Hücre İçi Lipit, Protein, ve DNA Yapıları Üzerine Etkileri, Journal of Clinical and Experimental Investigations, 6(3): 331-336.

Özçağıran R., Ünal A., Özeker E., İsfendiyaroğlu M., 2011, Ilıman İklim Meyve Türleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Cilt 2, No: 556, 166 s.

Özçağıran, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M., 2005. Ilıman İklim meyve Türleri. Yumuşak Çekirdekli Meyveler. Cilt II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 556. 200s.

Özer, M.H., 2002, Elma Çeşidinin Kontrollü Atmosferde (KA) Muhafazası, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2): 189-202.

Özkayar, N., Ateş, İ., İnan, B., Yılmaz, F.M., Topçuoğlu, C., Erel, Ö., Dede, F., Yılmaz, F., Yeni Tanı Hipertansiyon Hastalarında Tiyol Disülfid Dengesi, Ankara Numune Eğitim Araştırma Hastanesi, Ders Notları, http://www.turkhipertansiyon.org/UserFiles/File/17_kongre/7_mayis/SS5_NIHAL_OZKAYAR.pdf.

Öztürk, B., Özkan, Y., Kılıç, K., Uçar, M., Karakaya, O., Karakaya M., 2015, Braeburn Elmasının (Malus domestica Borkh.) Hasat Önü Dökümü ve Meyve Kalitesi Üzerine Hasat Öncesi Bitki Gelişim Düzenleyici Uygulamalarının Etkisi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(1): 68-76.

Patharkar, O.R., Walker, J.C., 2017, Advances in Abscission Signaling, Journal of Experimental Botany, 69(4): 733-740.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Pekmezci, M., 1975, Bazı Önemli Elma ve Armut Çeşitlerinin Solunum Klimakterikleri ve Soğukta Muhafazaları Üzerine Araştırmalar, Doçentlik Tezi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Yayınları, Ankara, 80 s.

Pekyardımcı, Ş., 2019, Karbohidrat Metabolizması 4. Hafta, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Açık Ders Notları, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/4357/mod_resource/content/0/4.%20hafta.pdf

Perez, A. G., Sanz, C., Rios, J. J., Olias, R., Olias, J. M., 1999, Effects of Ozone Treatment on Postharvest Strawberry Quality, J. Agric. Food Chem, 47: 1652–1656.

Picchioni, G.A., Watada, A. E., Conway, W. S., Whitaker, B.D., Sams, C. E., 1998, Postharvest Calcium Infiltration Delays Membrane Lipid Catabolism In Aplle Fruit, J. Agric. Food Chem., , 46 (7): 2452–2457.

Platenius H., 1942, Effect of Temperature on The Respiration Rate and The Respiratory Quotient of Some Vegetables, American Societty of Plant Biologists, 17(2): 179-197.

Plaza, P., Torres, R., Usall, J., Lamarca, N., Vına S.I., 2004, Evaluation of the Potential of Commercial Post-Harvest Application of Essential Oils to Control Citrus Decay, Journal of Horticultural Science & Biotechnology,79: 935-940.

Prange R.K., DeLong, J.M., Leyte, J.C., Harrison, P.A., 2002, Oxygen Concentration Affects Chlorophyll Fluorescence in Chlorophyllcontaining Fruit, Postharvest Biology and Technology, 24: 201–205.

Putter, H., 1997, Scald in 'Jonagold' Can Be Prevented, But Not Forecast, Postharvest News and Information, 8(1):194.

Putter, H., 1995, Risk of Scald is Difficult to Forecast, Postharvest News and Information, 6(2):576.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Rabiei, V., Shirzadeh, E., Angourani, R.H., Sharafi, Y., 2011, Effect of Thyme and Lavender Essential Oils on the Qualitative and Quantitative Traits and Storage Life of Apple 'Jonagold' Cultivar, Journal of Medicinal Plants Research, Vol. 5(23).

Rhodes M.J., 1970, The Biochemistry of Fruits and Their Products (A.C. Hulme ed.) Vol :1, Academic Press, New York, pp. 521-533.

Ryall, A.L., Pentzer, W.T. 1982. Handiling, Transportation and Storage of Fruit and Vegetables (Fruits and Tree Nuts), The AVI Publishing Company, Vol. 2, INC., Westport, Connecticut. p 610.

Sağlam, N.G., 2015, Yaprak Senesensi: Fizyolojik ve Moleküler Düzenlenmesine Bakış, Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 3: 83-92.

Saharkhiz, M.J., Ashiri, F., Salehi, M.R., Ghaemghami, J., Mohammadi, S.H., 2009, Allelopathic Potential of Essential Oils From *Carum capticum* L., *Cuminum cyminum* L., *Rosmarinus officinalis* L. and *Zateria multiflora* Boiss., Medicinal Aromatic Plant Science and Biotechnology, 3:32-35.

Sakar E., Ünver H., Taş A., Ak B. E., 2014, Meyvelerde 1-MCP(1-methlylcyclopropene)'nin Kullanım Olanakları, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 18 (1): 46-52.

Savaş, E., Tavşanlı, H., 2014, Gıda Endüstrisinde Ozon Uygulamaları, Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2(3): 122-127.

Sayyari, M., Rahemi M., Jan 2003, Role of Hear Treatment, Calcium Chloride and Potassium Permanganate on Storage Life and Fruit Firmness of Golden Delicious Apple (*Malus domestica* Borkh.), Journal of Science and Tecnology of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University.

Schomer, H. A., McColloch, L. P., 1948, Ozone in Relation to Storage of Apples. US Dept. Agric. Circular, 765: 24.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Schovánková, J., Opatová, H., 2011, Changes In Phenols Composition and Activity Of Phenylalanine-Ammonia Lyase In Apples After Fungal Infections, Horticultural Science, 38: 1-10.

Sedova, Z.A., Shul, G.P., 1989, Reduction in the Natural Weight of Pome Fruits in Relation to Storage Conditions, Hort. Abst., 59(12): 9741.

Selçuk, N. Erkan, M., 2016, Impact of Passive Modified Atmosphere Packaging on Physicochemical Properties, Bioactive Compounds, and Quality Attributes of Sweet Pomegranates, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40(4): 475-488.

Shahi, S,K.,Patra, M., Shukla, A,C., Dikshit, A. 2003, Use of Essential Oil as Botanical-Pesticide Against Post Harvest Spoilage in *Malus pumilo* Fruits, 151 Biocontrol, 48: 223-232.

Shellie, K.C., Mangan, R.L., 1994, Postharvest Quality of 'Valencia' Orange After Exposure to Hot Moist Forced Air for Fruit Fly Disinfestation, HortScience, 29: 1524-1527.

Shirzadeh E., Kazemi M., 2012, Effect of Essential Oils Treatments on Quality Characteristic of Apple (*Malus domestica* var. Gala) During Storage, Trends in Applied Sciences Reserarch, 7 (7): 584-589.

Singh, G., Maurya, S., DE Lampasona, M,P., Catalan, C., 2006, Chemical Constituents, Antifungal and Antioxidative Potential of *Foeniculum vulgare* Volatile Oil and Its Acetone Extract, Food Control,17, 745-752.

Sisler, E.C., Blankenship, S.M., 1993, Diazocyclopentadiene (DACP), A Light Sensitive Reagent For the Ethylene Receptor 19 In Plants, Plant Growth Regul., 12: 125-132.

Skog, L.J., Chu, C.L., 2001, Effect of Ozone on Qualities of Fruits and Vegetables In Cold Storage, Canadian Journal of Plant Science, 81: 773-778.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Slocum, R.D., Flores, H.E., 1991, Biochemistry and Physiology of Polyamines In Plants, CRC Press, Boca Raton, Fla.

Smith, K.J., Lay-Yee, M., 2000, Response of 'Royal Gala' Apples to Hot Water Treatment for Insect Control, Postharvest Biology and Tecnology, 19(2): 111- 122.

Smith, T.A., 1990, Plant Polyamines Metabolism and Function, p. 1-23, In: Flores,H.E., Arteca, R.N., Shannon, J.C., (eds.), Polyamines and Ethylene: Biochemistry, Physiology, and Interactions, Amer. Soc. Plant Physiol., Rockville, Md.

Smock, R.M., Neubert, A.M., 1950, Apples and Apple Products, (Bingöl Ş. 1980 Türkiyede Soğuk Hava Deposu Varlığı ve Soğuk Teknolojisi Konusunda Bilgiler, Ege ve Marmara Bölgesindeki İşletmelere İlişkin Araştırma Bulgularından Alıntı), Interscience Publ, New York.

Söylemezoğlu, G., 1998, Klimakterik ve Klimakterik olmayan Bahçe Bitkileri Üzerinde Etilenin Etkisi ile Etilen Antagonistlerinin Hasat Sonrası Fizyolojisinde Kullanım İmkanları, GIDA, 23(8): 329- 337.

Spalding, D. H., 1968, Effects of Ozone Atmospheres on Spoilage of Fruits and Vegetables After Harvest, US Dept. Agric. Marketing Research Report, 9: 801.

Spinola, V., Mendes, B., Camara, J.S., Castilho, P.C., 2013, Effect of Time and Temperature On Vitamin C Stability In Horticultural Extracts, UHPLC-PDA vs Iodometric Titration As Analytical Methods, LWT-Food Science ve Technology, 50(2): 489-495.

Starostenko, I.E., Postol, A.Y. 1987. Storage Characteristics of Intensively- Grown Apples When Stored Under Modified Atmosphere, Hort. Abst., 57(12): 9185.

Stow, J., 1987, Storage of 'Jonagold' Apples, Hort. Abst, 57(11):8288.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Sun, X.S., Wang W.H., Wang Z.H., Li Z.Q., Zhang Z.Y., 2003, Effects Of 1- MCP On Physiological Changes Of 'Jonagold' Apples At Ambient Temperature After Harvest, Acta Horticulturae Sinica, 30: 90-92.

Szczerbanik, M., Jobling, J., Morrıs, S., and Holford, P. 2007, Essential Oil Vapours Control Some Common Postharvest Fungal Pathogens, Australian Journal of Experimental Agriculture, 47:103-109

Tang, J., Ikediala, J.N., Wang, S., Hansen, J.D., Cavalieri, R., 2000, High Temperature Short Time Thermal Quarantine Methods, Postharvest Biol. Tec., 21: 129–145.

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, 2019, Turunçgil Meyvelerinde Kahverengi Çürüklük ve Gövde Zamklanması, Zirai Mücadele Teknik Talimatları, Cilt V.

Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Strateji Geliştirme Başkanlığı, Ocak 2019, Tarım Ürünleri Piyasaları: Elma, Ürün no:10.

Tetik, N., Topuz, A., Turhan, İ., Karhan, M., 24- 26 Mayıs 2006, Meyve ve Sebzelerin İşlenmesi ve Muhafazasında Ozon Uygulamaları, Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.

Thompson, A.K., 2010, Controlled Atmosphere Storage of Fruits and Vegetables, CAB International, 288p.

Tian, J., Ban, X., Zeng, H., Huang, B., He, J., Wang, Y., 2011, In Vitroand *in vivo* Activity Of Essential Oil From Dill (*Anethum graveolens* L.) Against Fungal Spoilage Of Cherry Tomatoes, Food Control, 22: 1992-1999.

Tian, M.S., Prakash, S., Elgar, H.J., Young, H., Burmeister, D.M., Ross, G.S., 2000, Responses Of Strawberry Fruit to 1-MCP and Ethylene, Plant Growth Regul., 32: 83-90.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Tokatlı, K., Demirdöven, A., 2015, Kitosan ve Kitosan Bazlı Yenilebilir Film Uygulamaları, Akademik Gıda, 13(4): 348-353.

Toker, M.C., 2004, Bitki Morfolojisi, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 131 s.

Tucker, G.A., Grierson, D., 1987, The Biochemistry of Plants, Vol: 12, Academic Press Inc., London.

TUİK, 2017, http://rapory.tuik.gov.tr/

Tural, S., Sarıcaoğlu, F.T., Turhan, S., 2017, Yenilebilir Film Kaplamalar: Üretimleri, Uygulama Yöntemleri, Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları, Akademik Gıda, 15(1): 84-94.

Türk, R., Karaca, H., 2015, Ülkemizde Taze Ürün Depolayan Soğuk Muhafaza Tesislerinde Teknik ve Ekonomik Nitelikler, Soğutma Teknolojileri Sempozyumu, MMO.

Mesleki Eğitim ve Öğretim Güçlendirme Projesi (MEGEP), 2015, Tarım, Hasat ve Pazarlama, Türkiye Cumhuriyeti Milli Eğitim Bakanlığı, 63 s.

Tsao, R., Zhou, T., 2000, Antifungal Activity of Monoterpenoids Against Postharvest Pathogens *Botrytis cinerea* and *Monilinia fructicola*, Journal of Essential Oil Research, 12(1): 113-121.

Uçan, F., Akyıldız, A., 2012, Meyve Suyu Sanayiinde Enzimatik Uygulamalar, GIDA Dergisi, 37(6): 363-370.

Uçgun, K., Akgül, H., 2011, Elmada Besin Elementi Eksiklik ve Fazlalıkları, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 39.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Uslu, H., Erkan, M., 2005, Sıcak Hava Uygulamalarının 'Granny Smith' Elmalarında Yüzeysel Kabuk Yanıklığı (superficial scald) Gelişimi ve Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1): 41-50.

Üçgül, İ., Aras, S., Küçükçapraz, D.Ö., 2016, Farklı Hammadde Kaynaklarından Kitinin Saflaştırılması ve Tekstil Uygulamaları, Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 46-56.

Ünal, M.Ü., Bellur, E., 2008, Pektin Metilesterazın Siyah Havuçtan İzole Edilmesi, Saflaştırılması ve Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, (Yüksek Lisans Tezi)., 43 s.

Van Schaik, A.V., 1992, 'Elstar' Can be Stored Until June, Hort. Abst., 62(7): 5514.

Van Schaik, A.V., 1997, Greasy Apples Are Nothing Other Than Ripe Apples, Postharvest News and Information, 8(1):160.

Van Schaik, A.V., Bevers, N., 1995, Oxygen Content for Storage of Conference Can Not be Lowered Further, Possibilities for Storage of Jonagold in 0.9% Oxygen, Postharvest News and Information, 6(4):1555.

Vanoli, M., Eccher Zerbini, P., Grassi, M., Rizzolo, A., 2010, Ethylene Production and Quality in 1-Methylcyclopropene Treated 'Abbé fétel' Pears after Storage in Dynamically Controlled Atmosphere, Acta Hortic., 876:31-38.

Volz, R.K., Biasi, W.V., Grant, J.A., Mitcham, E.J., 1998, Prediction of Controlled Atmosphere-Induced Flesh Browning in Fuji Apple, Postharvest Biology and Technology, 13: 97-107.

Vrugtman, F., 1994, Archives of Natural History, 21(1):142-142.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Wang, C.Y., Conway, W.S., Abbott, J.A., Kramer, G.F., 1993, Postharvest Infiltration of Polyamines and Calcium Influences Ethylene Production and Texture Changes in 'Golden Delicious' Apples, J. Amer. Soc. Hort. Sci., 118(6): 801-806.

Wang J., Wang, H.Y., Xia, X.M., Li P.P., Wang, K.Y., 2013, Synergistic Effect of *Lentinula edodes* and *Pichia membranefaciens* On İnhibition Of *Penicillium expansium* Infections, Postharvest Biology and Technology 81: 7–12.

Ward, D.L., 2004, Factors Affecting Preharvest Fruit Drop of Apple, Doctorate thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.

Watkins, C.B., Nock, J.F., 2003, Honeycrisp Maturity and Storage Recommendations, Apple Handling and Storage, Proceedings Storage Workshop, Dept Hort. Publ., 22. p.81-87.

Watkins, C.B., Fawbush F., Nock F., 2009. Antioxidant Contents And Activity Of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Treated 'Empire' Apples In Air and Controlled Atmosphere Storage, Postharvest Biology and Technology Biotechnolology, 52: 30-37.

Watkins, C.B., Nock, J.F., Whitaker, B.D., 2000, Responses Of Early, Mid and Late Season Apple Cultivars to Postharvest Application Of l-Methylcyclopropene (1-MCP) Under Air and Controlled Atmosphere Storage Conditions, Post. Biol. Technol., 19: 17-32.

Weis, S.A., Bramlage, W.J., 2002, 1-MCP: How Useful Can It Be On NewEngland Apples?, Fruit Notes, 67: 5-9.

Wills, R.B.H., 1989, McGlasson, W.B., Graham, D., Lee, T.H., Hall, E.G., Postharvest an Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables

Woltering, E.J., Van Schaik, A.R., Jongen, W.M.F., 1996, Physiology and Biochemistry of Controlled Atmosphere Storage: The Role of Ethlene, Postharvest News and Information, 7(4):1659.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Woolf, A. B., 1997, Reduction of Chilling Injury in Stored Hass Avokado Fruit by 38°C Water Treatments, HortScience, 32(7): 1247-1251.

Vardal, E., 2009, Rize İli Pazar ve Ardesten İlçelerinde Yetişen Trabzon Hurmalarının Seleksiyon Yolu İle Islahı, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 59 s.

Xu, K., 2013, An Overview of Arctic Apples: Basic Facts and Characteristics, New York State Horticultural Society, 8-10.

Yang, J., Luo, H., Li, J., Wang, K., Cheng, H., Bai, Y., Yuan, T., Fan, Y., Yao, B., 2011, Cloning, Expression and Characterization of An Acidic Endo-polygalacturonase From *Bispora sp*. MEY-1 and Its Potential Application in Juice Clarification, Process Biochem, 46: 272-277.

Yaseen, T., Ricelli, A., Turan, B., Albanese, P., D'onghia, A.M., 2015, Ozone For Post- Harvest Treatment Of Apple Fruits, Phytopathologia Mediterranea, 54(1): 94−103.

Yavuz, F., 2016, Yüksek Rakım Ürünlerinin Markalaşması, Türkiye Cumhuriyeti Kuzeydoğu Anadolu Kalkınma Ajansı.

Yılmaz L., Elmacı Y., 2018, Polifenol Oksidaz Enzimi ve İnaktivasyon Yöntemleri, Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6(3): 333-345.

Yüksel, B., Aksoy, Ö., 2018, Senesensin Biyokimyasal Mekanizması, Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi 2018 Bildiriler Kitabı.

Zhang, H., Woodams, E.E., Hang, Y.D., 2011, Influence of Pectinase Treatment on Fruit Spirits From Apple Mash, Juice and Pomace, Process Biochem, 46: 1909-1913.

Zheng, Y., Zhu, Z., 2016, Relaying the Ethylene Signal: New Roles For EIN2, Trends Plant Sci., Jan: 21(1): 2-4, China.