

**BAZI ÇİLEK (*Fragaria vesca* L.) ÇEŞİTLERİNDE
MODİFİYE ATMOSFERDE MUHAFAZA SÜRESİNCE
FİZİKSEL ve KİMYASAL DEĞİŞİMLER**

İPEK AKIN



T.C

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BAZI ÇİLEK (*Fragaria vesca* L.) ÇEŞİTLERİNDE MODİFİYE ATMOSFERDE
MUHAFAZA SÜRESİNCE FİZİKSEL ve KİMYASAL DEĞİŞİMLER**

İPEK AKIN

Prof. Dr. M. Hakan ÖZER
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

BURSA 2014

TEZ ONAYI

İpek Akın tarafından hazırlanan “Bazı Çilek (*Fragaria vesca* L.) Çeşitlerinde Modifiye Atmosferde Muhafaza Süresince Fiziksel ve Kimyasal Değişimler” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. M. Hakan ÖZER

Başkan : Prof. Dr. M. Hakan ÖZER
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Cihat TÜRK BEN
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Himmet TEZCAN
Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi,
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali Osman DEMİR
Enstitü Müdürü
.././2014

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
 - atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
 - kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
 - ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı
- beyan ederim.**

.././.....
İmza

İpek AKIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAZI ÇİLEK (*Fragaria vesca* L.) ÇEŞİTLERİNDE MODİFİYE ATMOSFERDE MUHAFAZA SÜRESİNCE FİZİKSEL ve KİMYASAL DEĞİŞİMLER

İpek AKIN

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. M. Hakan ÖZER

Çalışma, Dünyada üzüksü meyveler içerisinde üretimi ve ekonomik değeri önemli olan çilek meyvelerinde (*Fragaria vesca* L.), farklı modifiye atmosferde paketleme (MAP) uygulamalarının, muhafaza süresi ve kalite üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada Bursa-Nilüfer ilçesi Atlas Köyü'nden temin edilen 'Aromas' ve Karacabey ilçesi Yarış Köyü'nden temin edilen 'Kabarla' çilek meyveleri kullanılmıştır. Hasattan sonra meyveler kontrol grubu ve MAP grubu olarak ikiye ayrılmıştır. Kontrol grubu meyvelerine hiçbir uygulama yapılmazken, MAP grubu üç farklı geçirgenlikte (MAP-L, MAP-M, MAP-H), 25 µm, polietilen örtü ile oluşturulmuştur. Daha sonra, kontrol grubu ve MAP grubu örnekleri 0±0,5°C ve %90±5 nispi nem koşullarında 12 gün süreyle muhafaza edilmiştir. Muhafaza başlangıcında ve muhafaza süresi boyunca 3 günlük periyotlarla örnekler alınarak oda şartlarında (25°C ve %65±5 nispi nem) muhafazaya ilaveten 2 gün raf ömrü için bekletilmişlerdir. Örneklerde ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asit, pH, askorbik asit, duyusal analizler (genel görünüm ve tat), meyve dış ve et rengi, MAP bileşimi (CO₂, O₂, C₂H₄) ve patolojik bozulma gibi kalite parametreleri incelenmiştir.

Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde, her iki çilek çeşidinin de MAP uygulamaları ile kalite özelliklerini koruyarak, 12 gün boyunca başarılı bir şekilde muhafaza edilebileceği tespit edilmiştir. 'Aromas' çilek çeşidinin 0+2. güne kadar raf ömrüne dayanarak pazarlanabilir nitelikte kalması, ancak 'Kabarla' çilek çeşidinin raf ömrüne dayanmaması da çeşit farklılığı ve önemini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Çilek, MAP, Polietilen, Kalite, Muhafaza

2014, x + 107 Sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

PHYSICAL and CHEMICAL CHANGES DURING MODIFIED ATMOSPHERE STORAGE of SOME STRAWBERRY (*Fragaria vesca* L.) CULTIVARS

İpek AKIN

Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. M. Hakan ÖZER

This research was carried out to investigate the effects of different modified atmosphere packaging (MAP) applications on storage time and quality in strawberries (*Fragaria vesca* L.) having important production and economic values in berries in the world. Strawberries of 'Aromas' from Atla Village in Nilufer, Bursa and 'Kabarla' from Yarış Village in Karacabey, Bursa were used in this research. Strawberries were grouped into two as control and MAP groups after the harvest. While there was no application to control group, MAP was sub grouped into three different permeability (MAP-L, MAP-M, the MAP-H) with 25 µm polyethylene shield materials. There after control and MAP group samples were stored at 0±0.5°C with 90 ±5% relative humidity conditions for 12 days. Samples were taken at three day intervals and kept at room condition (25°C with 65±5% relative humidity) for storage +2 day shelf life. The strawberry samples were investigated for weight loss, soluble solids, titratable acidity, pH, ascorbic acid, sensory examination (appearance and taste), fruit and fruit flesh color, MAP composition (CO₂, O₂, C₂H₄) and quality parameters such as pathological distortion. As a general evaluation of the research, it was determined that both strawberry cultivars can be stored for 12 days with the MAP applications and the cultivars could successfully preserve the quality characteristics of strawberry varieties. The importance and variations of the cultivars demonstrated that 'Aromas' strawberry cultivars could preserve marketable quality up to 0+2 day shelf life, while 'Kabarla' could not stand for shelf life.

Key words: Strawberry, MAP, Polyethylene, Quality, Storage

2014, x + 107 Pages.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çilek tarıma uygun alanlarda rahatlıkla yetiştirilebilen, zevkle tüketilen, birim alandan getirisi yüksek, insan sağlığı ve beslenme açısından önemli bir yere sahip olmasının yanı sıra, hasat sonrası hassas olan ürünlerden biri olarak bilinmektedir. Hasattan sonra, taze olarak depolama süresi ve raf ömrü kısa olan çilek meyvesinin kalite kayıplarını azaltarak hasat sonrası ömrünün artırılması, ekonomik olarak üreticilerimize avantajlar sunacağı gibi, tüketicilerimizin de daha uzun süre daha sağlıklı ürün tüketimlerine katkı sağlayacaktır.

“Bazı Çilek (*Fragaria vesca* L.) Çeşitlerinde Modifiye Atmosferde Muhafaza Süresince Fiziksel ve Kimyasal Değişimler” isimli yüksek lisans tez çalışmam Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Soğuk Muhafaza Araştırma ve Uygulama Ünitesi ile Hasat Sonu Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bu alanda çalışmama imkan sağlayarak çalışmamı yönlendiren, çalışmalarım boyunca ilgi ve yardımlarını esirgemeyerek katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. M. Hakan ÖZER’e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın başından bu yana değerli görüş ve önerileri ile bilgilerine başvurduğum, yardımlarını esirgemeyen ve bana her zaman destek olan sayın hocalarım Prof. Dr. Cihat Türkben, Prof. Dr. Bülent Akbudak, Doç. Dr. Himmet Tezcan ve Yrd. Doç. Ali Fuat Gökçe’ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam boyunca manevi desteklerini esirgemeyen tüm arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Hayatımda aldığım her kararda beni destekleyen, her zaman yanımda olan, hiç bir zaman sevgilerini esirgemeyen, bana maddi ve manevi güç veren değerli aileme sonsuz teşekkürler.

İpek AKIN

/ /2014

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGE ve KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Materyal.....	25
3.2. Yöntem	28
3.2.1. Hasat sonrası uygulamalar	28
3.2.1.1. Kontrol grubu	28
3.2.1.2. MAP grubu	28
3.2.2. Muhafaza süresince üç gün aralıklarla alınan örneklerde ve raf ömrü periyotları sonunda belirlenen kalite parametreleri	30
3.2.2.1. Ağırlık kaybı	30
3.2.2.2. Suda çözünebilir kuru madde.....	30
3.2.2.3. Titre edilebilir asit	30
3.2.2.4. pH.....	31
3.2.2.5. Askorbik asit	31
3.2.2.6. Duyusal analizler	31
3.2.2.7. Meyve dış ve et rengi	31
3.2.2.8. MAP’de CO ₂ /O ₂ /C ₂ H ₄ bileşimi	32
3.2.2.9. Patolojik bozulma.....	32
3.2.3. İstatistikî değerlendirme	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	33
4.1. ‘Aromas’ Çilek Çeşidinde Muhafaza Süresi ve Raf Ömrü Boyunca Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler.....	33
4.1.1. Ağırlık kaybı	33
4.1.2. SÇKM.....	39
4.1.3. TEA	42

4.1.4. pH.....	43
4.1.5. Askorbik asit	43
4.1.6. Duyusal analizler.....	47
4.1.7. Meyve dış ve et rengi	54
4.1.8. MAP’de CO ₂ /O ₂ /C ₂ H ₄ bileşimi	60
4.1.9. Patolojik bozulma.....	64
4.2. ‘Kabarla’ Çilek Çeşidinde Muhafaza Süresi ve Raf Ömrü Boyunca Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler.....	68
4.2.1. Ağırlık kaybı	68
4.2.2. SÇKM.....	74
4.2.3. TEA	77
4.2.4. pH.....	78
4.2.5. Askorbik asit	79
4.2.6. Duyusal analizler.....	82
4.2.7. Meyve dış ve et rengi	87
4.2.8. MAP’de CO ₂ /O ₂ /C ₂ H ₄ bileşimi	93
4.2.9. Patolojik bozulma.....	96
5. SONUÇ	100
KAYNAKLAR.....	102
ÖZGEÇMİŞ.....	107

SİMGELER ve KISALTMALAR

Simgeler	Açıklamalar
°C	Derece Celsius
%	Yüzde
±	Artı-Eksi Değer
CaCl ₂	Kalsiyum Klorür
CO ₂	Karbondioksit
C ₂ H ₄	Etilen
H ₂ O	su
N	Azot
NaOH	Sodyum Hidroksit
O ₂	Oksijen
O ₃	Ozon
K	Potasyum
P	Fosfor
SO ₂	Kükürt Dioksit
ppm	Parts per million (Milyonda Kısım)
pH	Potansiyel Hidrojen
µm	Mikrometre
µg/ml	Mikrogram/Mililitre
µl	Mikrolitre

Kısaltmalar	Açıklamalar
cm	Santimetre
DMAA	Denge modifiye atmosferde ambalajlama
EVA	Etilenvinil Asetat
EVOH	Etilenvinil Alkol
gr	Gram
kg	Kilogram
kg/da	Kilogram/Dekar
HDPE	Yüksek Yoğunluklu Polietilen
LDPE	Düşük Yoğunluklu Polietilen
LSD	En Küçük Önemli Fark Testi
m	Metre
MAP	Modifiye Atmosfer Paketleme
MAP-H	Yüksek Geçirgenlikli Modifiye Atmosfer Paketleme
MAP-L	Düşük Geçirgenlikli Modifiye Atmosfer Paketleme
MAP-M	Orta Geçirgenlikli Modifiye Atmosfer Paketleme
mg	Miligram
mg/100g	Miligram/100 Gram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mmhos/cm	Milimhos/Santimetre
mol/s.m ²	Mol/Saniye.Metre Kare
nm	Nanometre
PA	Naylon
PE	Polietilen
PET	Polietilen Tereftalat
PP	Polipropilen
PVC	Polivinil Klorür
PVDC	Poliviniliden Klorür
SÇKM	Suda Çözünür Kuru Madde
TEA	Titre Edilebilir Asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvesinin yetiştirildiği parselden bir görünüm (Nilüfer- Atlas Köyü).....	26
Şekil 3.2. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvesinin yetiştirildiği parselden bir görünüm (Karacabey- Yarış Köyü)	26
Şekil 3.3. Çilek meyvelerinde hasat sonrası oluşturulan modifiye atmosferde paketlenmenin genel görünümü	27
Şekil 3.4. Çilek meyvelerinin hasat sonrası kontrol grubu ve MAP grubu olarak muhafazasından genel görünüm	29
Şekil 4.1.1. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafaza başlangıcı görünümü	35
Şekil 4.1.2. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri	36
Şekil 4.1.3. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvesinin 0+2. gün görünümü	37
Şekil 4.1.4. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri	38
Şekil 4.1.5. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafaza başlangıcı görünümü	49
Şekil 4.1.6. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 12. gün görünümü	50
Şekil 4.1.7. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün görünümü	51
Şekil 4.1.8. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 3+2. gün görünümü	52
Şekil 4.1.9. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 12+2. gün görünümü	53
Şekil 4.1.10. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin 0.gün meyve dış ve et rengi görünümü	56
Şekil 4.1.11. ‘Aromas’ çilek çeşidi meyvelerinin 12. gün MAP-H grubunun meyve dış ve et rengi görünümü.....	56
Şekil 4.1.12. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün meyve dış ve et rengi görünümü	57
Şekil 4.1.13. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin 12+2. gün MAP-M grubunun meyve dış ve et rengi görünümü.....	57
Şekil 4.1.14. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen CO ₂ ve O ₂ değişimleri	62
Şekil 4.1.15. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen etilen (C ₂ H ₄) değişimleri.....	63
Şekil 4.1.16. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin kontrol grubu 3. gün görünümü	65
Şekil 4.1.17. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin kontrol grubu 6. gün görünümü ve bozulmaların başlangıcı	66

Şekil 4.1.18. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün görünümü ve patolojik bozulma	66
Şekil 4.1.19. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin 6+2. gün görünümü	67
Şekil 4.1.20. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin 12+2. gün görünümü	67
Şekil 4.2.1. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafaza başlangıcı görünümü	70
Şekil 4.2.2. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri	71
Şekil 4.2.3. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvesinin 0+2. gün görünümü	72
Şekil 4.2.4. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri	73
Şekil 4.2.5. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 12. gün görünümü	84
Şekil 4.2.6. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 3+2. gün görünümü	85
Şekil 4.2.7. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 12+2. gün görünümü	86
Şekil 4.2.8. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin 0.gün meyve dış ve et rengi görünümü	89
Şekil 4.2.9. ‘Kabarla’ çilek çeşidi meyvelerinin 12. gün MAP-H grubunun meyve dış ve et rengi görünümü	89
Şekil 4.2.10. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün meyve dış ve et rengi görünümü	91
Şekil 4.2.11. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin 12+2. gün MAP-M grubunun meyve dış ve et rengi görünümü	91
Şekil 4.2.12. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen CO ₂ ve O ₂ değişimleri	94
Şekil 4.2.13. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen etilen (C ₂ H ₄) değişimleri	95
Şekil 4.2.14. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 6. gün görünümü ve patolojik bozulma belirtileri	97
Şekil 4.2.15. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün görünümü	98
Şekil 4.2.16. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin 3+2. gün görünümü	98
Şekil 4.2.17. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin 12+2. gün görünümü	99

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 4.1.1. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen SÇKM, TEA ve pH değerleri değişimleri.....	40
Çizelge 4.1.2. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin raf ömrü süresince meydana gelen SÇKM, TEA ve pH değerleri değişimleri.....	41
Çizelge 4.1.3. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen askorbik asit, genel görünüm ve tat değerleri değişimleri	45
Çizelge 4.1.4. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin raf ömrü süresince meydana gelen askorbik asit, genel görünüm ve tat değerleri değişimleri	46
Çizelge 4.1.5. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen meyve dış rengi (L, a, b) ve meyve et rengi (L, a, b) değerleri değişimleri	57
Çizelge 4.1.6. ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen meyve dış rengi (L, a, b) ve meyve et rengi (L, a, b) değerleri değişimleri	59
Çizelge 4.2.1. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen SÇKM, TEA ve pH değerleri değişimleri.....	75
Çizelge 4.2.2. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin raf ömrü süresince meydana gelen SÇKM, TEA ve pH değerleri değişimleri.....	76
Çizelge 4.2.3. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen askorbik asit, genel görünüm ve tat değerleri değişimleri	80
Çizelge 4.2.4. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin raf ömrü süresince meydana gelen askorbik asit, genel görünüm ve tat değerleri değişimleri	81
Çizelge 4.2.5. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen meyve dış rengi (L, a,b) ve meyve et rengi (L, a, b) değerleri değişimleri	90
Çizelge 4.2.6. ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen meyve dış rengi (L, a, b) ve meyve et rengi (L, a, b) değerleri değişimleri	92

1. GİRİŞ

Üzümsü meyveler grubuna giren türlerden en önemlisi çilek bitkisidir. Çok yıllık, yüzeysel kök yapan otsu bir bitkidir. Çilek meyvesi gerçek bir meyve olmayıp yenilen kısmı 40-60 kadar pistilin birleştiği çiçek tablasıdır (Anonim 2013a). Çilek *Rosales* takımının, *Rosaceae* familyasının, *Fragaria* cinsine girmektedir. *Fragaria vesca* L. (Orman çileği) ve *Fragaria ananassa* Duch. (Kültür çileği) çileğin türleri içinde yer almaktadır (Ağaoğlu 1986). Staudt (1989) tarafından bildirildiğine göre, *Fragaria* cinsine giren yaklaşık 40 türün olduğu bilinmektedir. Ancak yalnızca 17 tür botanik olarak tanımlanıp sınıflandırılmıştır (Eti 2006). Ana vatanı Güney Amerika-Şili olan çileğin, M.S. 1300 yıllarında Avrupa'da kültürünün yapıldığı bilinmektedir (Keçecioglu 2009). Çilek türleri dünyanın kuzey yarım küresinde yaygınlık göstermiş olmakla birlikte, tarım yapılan birçok alanda yetiştirilmektedir. Kültür çileği (*Fragaria x ananassa* Duch.), oktoploid *F. chiloensis* (L.) Duch. ve *F. virginiana* Duch. türlerinin doğal melezlemesi sonucunda 18. yüzyılın ortalarında meydana gelmiştir. Bu çilekler, ılıman iklime sahip yerlerde çok başarılı bir şekilde yetiştirilebilmektedir (Kargı ve Sarıdaş 2012). Kültüre alınmış çilekler (*Fragaria ananassa* L.), milyonlarca insanın zevkle tükettiği üzüksü meyveler grubunun en önemli üyelerinden biri olup çok farklı ekolojilerde yetiştirilebilmektedirler. Dünya çilek üretiminin yaklaşık %98'i kuzey yarım kürede gerçekleştirilmektedir. Dünyada çilek yetiştiriciliğine olan talep yıldan yıla artmaktadır. 2011 yılı verilerine göre, dünyada toplam çilek üretimi 4 594 539 tondur. 2011 yılı verilerine göre, çilek üretiminde ABD 1 312 960 ton ile ilk sırada yer alırken, İspanya 514 027 ton ile 2. sırada, Türkiye ise 302 416 tonluk çilek üretimi ile 3. sırada yer almaktadır. Türkiye'yi 240 284 ton ile Mısır ve 228 900 ton ile Meksika takip etmektedir. 2011 yılı itibari ile dünya toplam çilek üretim alanı 244 283 ha'dır. Türkiye'de ise 11 967 ha alanda üretim yapılmaktadır (Anonim 2013b). Üretim miktarındaki artış, daha verimli çeşitlerin devreye girmesi ve yetiştiriciliğin tekniğe uygun olarak yapılmasından kaynaklanmaktadır (Palabıyık 2011). 2010 yılı rakamlarına göre dünya toplam çilek ihracat miktarının 817 074 ton, ihracat değerinin ise 1 866 776 000 dolar olduğu görülmektedir. Türkiye ise 2010 yılı verilerine göre 25 867 ton ihracat miktarı ile 6. sırada yer alırken, ihracat değeri ise 2004'ten bu yana artış göstererek 2010 yılında 28 101 000 dolara ulaşmıştır (Anonim 2013b). Çilek, son 5 yılda ülkemizin iyi bir ihraç ürünü haline gelmiştir, ancak üretimde dünya üçüncüsü

olan Türkiye ihracatta 6'ncı sırada bulunmaktadır. Taze ve dondurulmuş olarak tüketim ve ihracat imkânı olan çilek yetiştiriciliği, dünya üretiminde üçüncü olmamıza rağmen ülkemizde yeterince gelişip yaygınlaşmamıştır. Üretimi yapılan çileğin istenilen kalite ve miktarda olması için yeni üretim tekniklerinin benimsenmesi, ihracata uygun çilek çeşitlerinin üretim ve değerlendirilmesine imkân sağlayacak yeni tarımsal işletmelerin kurulması önem taşımaktadır. Özellikle, Aralık-Ocak aylarında ürün elde etmek amacıyla erkenci çilek yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi istenirken, üretim ve pazarlamanın planlı bir şekilde yapılması da gerekmektedir (Palabıyık 2011).

Çilek yetiştiriciliğine artan talebin en büyük nedeni, çileğin değişik toprak ve iklim koşullarında ekonomik olarak yetiştirilebilmesidir. Ayrıca çilek, pazarda taze meyvenin az olduğu dönemlerde olgunlaşması nedeniyle de iyi bir pazar avatajına sahiptir. Çilek, albenisi yüksek bir meyve olmakla birlikte her mevsim değişik tüketim olanakları da bulunmaktadır (Türemiş ve ark. 2000). Çilek taze olarak tüketiminin yanında, reçel, marmelat, dondurma, pasta ve likör yapımında geniş ölçüde kullanılmaktadır. Ayrıca derin dondurularak saklanmakta, konservesi yapılmakta, meyve suyu elde edilebilmektedir (Anonim 2008). Bunun yanında bu meyve, yatırımların kısa sürede geri dönmesi nedeniyle küçük aile işletmeciliğine de uygundur. Bunun ötesinde çilek yetiştiriciliğinde birim alandan elde edilen kazanç da diğer ürünlere göre daha yüksek olmaktadır (Türemiş ve ark. 2000). Ülkemizin hemen hemen her bölgesinde çilek yetiştiriciliğinin yapılabilmesi, çilek meyvesinin daha uzun süre piyasada bulunabilmesine imkan vermektedir. Akdeniz ve Ege Bölgelerinde yoğunlaşan erkenci çilek üretimi, çilek yetiştiriciliği ile uğraşan kişilere oldukça iyi bir maddi kazanç sağlamaktadır (Kılıçel 2005). Çilek yetiştiriciliğinin önem kazanmasında etkili olan bir başka etken ise çileğin insan sağlığı ve beslenme açısından sağladığı yararlarıdır (Türemiş ve ark. 2000). Maas ve ark. (1996) tarafından bildirildiğine göre, özellikle C vitamini bakımından zengin olan bu meyvenin 100 gramında 100 mg'a kadar çıkabilen C vitamini, 92 g su, 0,6 g protein, 0,4 g yağ, 0,5 g lif bulunmaktadır (Eti 2006). Ayrıca çilek, sindirimin kolaylaştırılmasında önemli bir rolü olan selüloz bakımından da zengin bir meyvedir. Günümüzde çileğin ellajik asit içeriğinin yüksek olması nedeniyle kanseri önleyici özelliğe sahip olduğu da bilinmektedir. Ayrıca 100 g çilek meyvesi 40-45 kalori olmakta, önemli miktarda salisilik asit, A, B vitaminleri, kalsiyum, demir, fosfor

gibi mineral maddeler ile çok az miktarda brom, silisyum, iyot ve kükürt de içermektedir (Türemiş ve ark. 2000).

Çilek çok yıllık bir bitkidir. Ancak ticari yetiştiricilikte çoğunlukla tek yıllık yetiştiricilik yapılmaktadır. Alçak boylu yüzeysel saçak köklü ve otsudur. Kökler iyi drenajlı, süzek kumlu topraklarda 60-70 cm derinliğine kadar inebilmektedir. Genellikle köklerin %90'ı toprağın ilk 15 cm'lik derinliğinde bulunmaktadır. Ayrıca çilek bitkisinde stolon denilen kollar bulunmaktadır. Stolonlar toprağa değdikleri yerde köklenip yeni bir bitki oluşturmaktadır. Bu bitkiler genetik olarak ana bitkinin aynısı olmaktadır. Yapraklar tüylü, kenarları testere dişli üç yaprakçıktan (trifoliat) oluşmaktadır. Her yaprağın ömrü 1-3 ay olmaktadır. Çiçekler beyaz renkli ve yaprak koltuğundan çıkan sapın üstünde salkım şeklinde olup ticari yetiştiricilikte erselik yapılı çeşitler tercih edilmektedir. Türe özgü bir çiçek 10 çanak yaprak, 5 taç yaprak ve 20-30 erkek organa sahip olmaktadır. Dişi organ sayısı 60'dan 600'e kadar değişebilmektedir. Çilek meyvesi gerçek bir meyve değildir. Yenen kısmı çiçek tablasının etlenip sulanmasıyla oluşmaktadır. Gerçek meyveler (akenler) ise yalancı meyvenin üzerinde bulunmaktadır. Çilek çeşitlerine ve ortam koşullarına bağlı kalarak, meyvenin olgunlaşması 20-60 gün içerisinde gerçekleşmektedir. Uzun bir günde, yüksek sıcaklıkta süre kısalmakta ve 20-30 güne inmekte iken, kısmen sıcaklığın az olduğu ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde, kışın kısa gün içinde ısıtılan seralarda 40-60 güne kadar uzayabilmektedir. Meyve ağırlığı 4 g ile 100 g, bitki başına verim 35 g ile 3000 g arasında değişmektedir. Çilekler, böcekler vasıtasıyla, yaygın olarak da arılar tarafından tozlanmaktadır. Düşük sıcaklıkta bal arılarına göre daha aktif olan bombus arılarının kullanılması düzgün şekilli meyve elde etmek için daha avantajlı olmaktadır (Kargı ve Sarıdaş 2012).

Çilek bitkisi çok geniş sıcaklık sınırları içerisinde yetiştirilebilen nadir meyve türlerindedir. Soğukların -45°C'lere kadar düştüğü yerlerin yanında, yarı tropik yerlerde, yaz aylarında Kuzey Kutbu'na yakın yerlerdeki devamlı aydınlık bölgelerden, 12 saatlik aydınlanmaya sahip Ekvatordaki bölgelere kadar birbirinden farklı çok ekstrem yerlerde yetişebilmektedir. Ancak kültür çeşitleri 5°C'lere kadar dayanabilmektedir. Çilek optimum olarak 20-25°C'lik sıcaklık sınırları içerisinde gelişmektedir. Gece sıcaklığının gündüz sıcaklığından 5-7°C daha düşük olması,

gelişmenin sağlıklı olması açısından önemlidir. Çilek çiçekleri yaklaşık -2°C civarında zarar görmektedir, bu yüzden erken açan çiçeklerin korunma zorunluluğu vardır. Çileklerde özellikle ilkbahar geç donları ile sonbahar erken donları etkili olmaktadır. Kışın oluşan donlar, bitki dinlenme döneminde olduğu için, pek etkili olmamaktadır. İlkbahar geç donları ilk açan çiçeklerin ya da yeni tutmuş meyvelerin zarar görmesine yol açabilmektedir. Sonbahar erken donları, bitkiyi soğuğa hazırlıksız yakalaması nedeniyle önemlidir. Çilek gövdesinin (kök gövdesi, ana taç) zarar görmesi, bir sonraki dönemde ürün miktarında azalmalara yol açabilmektedir. Sonbahar döneminde aşırı gübreleme ve sulama nedeniyle gelişmesini sürdüren bitkilerin zarar görme olasılığı çok daha yüksektir. Dinlenme dönemine girmek üzere ya da girmiş bitkilerin zarar görme olasılıkları düşüktür. Çilek bitkisinde ayrıca soğuklanma ihtiyacının karşılanması gerekmektedir. Soğuklamanın verim ve kalite üzerine olumlu etkisi bulunmaktadır. Çileklerin soğuklama ihtiyacı 400-500 saat olarak belirlenmiştir. Çilek bitkisinin yaşama şeridi oldukça geniştir. Yıllık yağış 250 mm olan çöl alanlarında sulamak suretiyle yaşayabilirken, 3500 m yükseklikteki alanlarda bile rahatlıkla yetişmektedir. Ancak hava neminin yoğunlaşması nedeniyle oluşan sisler, özellikle çiçeklenme döneminde zarara neden olabilir, çiçek tozlarının taşınmasını ve döllemesini engelleyebilme potansiyeli bulunmaktadır. Böyle dönemlerde arı ya da böcek hareketi de azalacağı için kusurlu meyvelerin oluşumu gerçekleşebilmektedir. Şekil bozukluğu olan meyvelerin fazlalığı ürün fiyatında düşmelere de neden olmaktadır. Sisler meyve olgunluğu esnasında oluşursa olgunluğun gecikmesine ve renk oluşumunda aksamalara da yol açabilmektedir ancak, kısa süreli sislerin ciddi zararlarından pek söz edilememektedir. Dolular ise mekanik ve fizyolojik zararlara yol açma riskine sahiptir. Çileğin otsu ve geniş yapraklı olması nedeniyle fiziksel zarar, şiddetli olmaktadır. Özellikle yaprakların parçalanması, çiçeklerin kopması en önemli fiziksel zararlardandır. Parçalanmış bitki kısımları nedeniyle hastalık ve zararlıların etkinliği artmaktadır. Dolu yağın dönemde meyvelerin de bulunması zararın büyümesine yol açmaktadır. Meyvelerin salkımdan kopması ve meyve üzerinde oluşan yaralanmalar pazarlamayı güçleştirmektedir. Dolular sadece fiziksel olarak değil, aynı zamanda soğuk zararına neden olarak fizyolojik zarar da yapmaktadır. Bitkinin kenarlarında biriken dolular gövdeyi (kök gövdesi, ana taç) dondurarak gövde üzerinde ve öze doğru kurumalara ve bozulmalara yol açmaktadır (Anonim 2008). Çilek bitkisi için en uygun

toprak kumlu-killi, milli ve süzek topraklardır. Kireçli ve yüksek pH'ya sahip olan topraklarda çilekler kloroz gösterebilmektedir. Çilek pH 4-8,5 düzeyleri arasındaki topraklarda yaşayabilmektedir. Ancak ideal pH koşulları 6-6,5 arasındadır. Ağır, killi ve nemli topraklarda çilek meyvelerinin olgunlaşması gecikmektedir. Bu tip topraklarda mutlaka dere kumu veya çiftlik gübresi ilave edilmelidir. Ayrıca çilek toprak tuzluluğuna karşı çok hassastır. Bu nedenle toprakta 2 mmhos/cm'den daha fazla tuz olmamalıdır. Sulama suyundaki tuz içeriğinin de yüksek olmaması gerekmektedir (Kargı ve Sarıdaş 2012).

Çilek, gün uzunluğuna karşı duyarlı bir bitkidir. Çilek bitkisinde, kısa günde çiçek gözleri, uzun günde kol gelişimi olmaktadır. Kısaca çilekte verim, gün uzunluğu ile çok yakından ilgilidir. Bu sebeple bir bölgeye uyan çeşit, diğer bölgeye uymayabilir. Çiçek gözü oluşumunda gün uzunluğu ile sıcaklık ilişkisi ve çeşit özelliği arasında çok yakın bir ilişki bulunmaktadır. Verimlilik düzeyi üzerine etkili olan gövde (kök gövdesi, ana taç) kardeşlenmesi, kısa gün koşullarında gerçekleşmektedir. Bu koşulların uzun sürmesi daha fazla kardeşlenmeyi de sağlamaktadır. Kısa gün koşullarının serin iklim koşulları ile birleşmesi kardeş oluşumunu artırmaktadır. Soğuk bölgelerde bu dönemin uzun sürmesi için bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. En azından bitkilerin alçak tünel altına alınması bitkinin daha iyi şartlarla bir sonraki yıla hazırlanması için süre kazanmasına neden olmaktadır (Anonim 2008).

Çilek dikilecek arazinin %2-3 eğimli olması drenaj açısından arzu edilmektedir. Çileğin kökleri taban suyuna karşı çok hassastır. Kısa süreliğine de olsa su içinde kalan kökler çabucak ölmektedir. Bu nedenle drenaj büyük önem taşımaktadır. Modern çilek yetiştiriciliğinde sedde yapılmasının temel nedeni de budur. Çilekler yerden en az 30 cm yükseğe dikilmelidir. Çileğin hastalık ve zararlısının çok olması nedeniyle, önceden yetiştiricilik yapılan alanda önlemler alınmalıdır. Çilek yetiştiriciliğine başlamadan önce özellikle orada önceden çilek yetiştirilmişse toprak dezenfeksiyonu yapılması zorunludur. Dezenfeksiyon işlemi; mümkünse solarizasyonla, değilse kimyasal maddeler kullanılarak yapılmalıdır. Bu iki sistemin kombine edildiği yetiştiricilik alanları da başarılı olmaktadır. Dikimden önce çilek yetiştiriciliği yapılacak toprak sürülerek kesekler parçalanmaktadır. Daha sonra solarizasyon yapılarak toprak hastalık ve zararlılardan temizlenmektedir. Çilek dikimi için seddeler oluşturulmakta, bunu

takiben damla sulama boruları serilmekte ve toprak yüzeyi malçlanmaktadır. Malçlamadan sonra, her seddede iki sıralı olacak şekilde 30x35 cm dikim aralığı işaretlenmekte ve dikim çukurları açılmaktadır. Çilek fidesi, gövdesi toprak altında ve kökler ise toprak üzerinde kalmayacak, yani büyüme ucu toprak üstünde olacak şekilde dikilmektedir. Çilek çiçeklenmeden meyve olgunlaşmaya kadar geçen dönemde suya karşı hassas olup, en ideal sulama yöntemi, damla sulama sistemidir. Sulama meyve iriliği, kalitesi ile o yılki ürün ortalamasına etki etmektedir. Çiçeklenme sırasında yağmur yağması istenmemektedir. Yağış hem tozlanmayı engellemekte hem de meyve olgunlaşmaya başladıktan sonra yağarsa meyveyi yumuşatmakta, leke yapmakta ve çürümeyi kolaylaştırmaktadır. Bu bakımdan örtü altı yetiştiriciliği avantajlı olmaktadır. Çilek üretiminde gübrenin önemi büyüktür. Birim alandan fazla ürün alındığı için çok miktarda besin kaldırmaktadır. Bol ve kaliteli ürün almak için çiftlik gübresi ve buna ilave olarak kimyasal gübrelerin verilmesi gerekmektedir. Çilek bitkisi için azot miktarı önemlidir. Ancak humusça zengin topraklarda fazla azot vermek meyve verimine olumlu etki yapmamaktadır. Meyve iriliğini artırmakta, meyve kalitesini düşürmektedir. Meyveler yumuşamakta, dayanıklılığı azalmakta ve kurşuni küfe yakalanma riskini artırmaktadır. Çilek dikimi sırasında 1000 bitkiye 500-750 g hesabıyla azot uygulanabilmektedir. Çilek yetiştiriciliğinde dekara 3-4 ton çiftlik gübresi verilebilmektedir (Kargı ve Sarıdaş 2012).

Çileklerde ortaya çıkan meyve hastalıklarının her biri farklı fungus türleri tarafından ortaya çıkartılmaktadır. Çilek bahçelerinde en fazla zarar gri küf çürüklüğü (*Botrytis cinerea*) hastalığıyla ortaya çıkmaktadır. Gri küf çürüklüğüyle beraber sert çürüklük (*Rhizoctonia solani*), derimsi çürüklük (*Phytophthora cactorum*, *Phytophthora citricola*), antraknoz meyve çürüklüğü (*Colletotrichum fragaria*) ve Rhizopus meyve çürüklüğü (*Rhizopus nigricans*) de çileklerde yaygın olarak görülen meyve hastalıklarındandır. Uzun süren yağmurlu ve bulutlu hava şartları sıcaklıkla birleştiğinde, meyve çürüklüklerinin ortaya çıkmasında en uygun ortamı sağlamış olmaktadır (Yılmaz 2006).

Çilek klimakterik özellik göstermeyen meyve oluşumu nedeniyle hasattan sonra olgunlaşmaya devam etmediği için meyveler çeşide özgü iriliğe ve renge sahip olduğunda hasat edilmektedir (Kargı ve Sarıdaş 2012). Toplamada gecikme, meyvenin yumuşaması, normal rengini kaybederek daha koyu renk alması ile anlaşılmaktadır.

Uzak pazarlar için hasat, meyvenin dörtte üçü kızardığı zaman yapılmaktadır (Anonim 2008). Pazarda iyi renklenmiş ve parlak görünümlü meyveler genelde tercih edilmektedir. Bu yüzden meyvelerin %75-100 arasında renklenmesi hasat için ideal olmaktadır. Olgun çilek meyvesinde SÇKM (suda çözünür kuru madde) miktarı en az %7, titre edilebilir asit değeri ise en fazla %0,8 olmalıdır. SÇKM içeriği düşük ve yüksek titre edilebilir asit içeriğine sahip meyveler ekşimtirak olduğu için tercih edilmemektedir. Meyve toplama, günün erken saatlerinde ve tırnak ucu ile meyve sapı 1-1,5 cm kalacak şekilde kopartılıp avuç içine düşürülerek yapılmaktadır. Hasat yapılacak meyvelerin taze ya da işlendikten sonra tüketileceği önem taşımaktadır. Sanayilik meyveler ilk 2-3 hasattan sonra işlenmelidir. Zira ilk hasat edilen meyveler iri olacağından daha çok taze tüketime uygundur. İşlenmek üzere toplanacak meyvelerde ise tam olgun olması ve %90'dan fazla renk oluşması istenmektedir. Çilek meyvesinin çok çabuk bozulabilen bir yapıya sahip olması nedeniyle, çilekler arazide ilk toplanırken pazarlama ambalajlarına yani tüketiciye sunulacak ambalajların içine toplanmalıdır. Aksi takdirde çok fazla kayıp olabilmektedir. Hasat esnasında kalite sınıflaması yapılmalı, birinci kalite ve ikinci kalite ambalajları hasat arabasına konulmalıdır. Hasattan hemen sonra sıcaklığın istenen düzeyde tutulması, meyve çürümelerini azaltmak ve uzun süre canlı kalmasını sağlamak amacıyla mümkün olduğu kadar çok hızlı bir şekilde 1°C'ye yakın bir sıcaklık derecesinde tutulması önerilmektedir. Olgun meyvelerin bozulması, hızlı metabolik faaliyetleri çürümeyi ve içsel bozulmayı sağlayan yüksek düzeydeki meyve sıcaklığı ile ilgilidir. Çilek meyveleri hasattan hemen sonra güneşe maruz kalmamalıdır. Zira koyu renkli olmaları nedeniyle ışığı fazla absorbe edip, hava sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklara ulaşabileceklerdir. Çileklerde ön soğutma (arazi ısısının hızlı bir şekilde uzaklaştırılması) hasattan sonra bir saat içerisinde yapılmalıdır. Soğutma aşamasında; 2, 4, 6 ve 8 saatlik gecikme, pazarlanabilir meyve oranını %20, %37, %50 ve %70 düzeyinde azaltmaktadır (Kargı ve Sarıdaş 2012).

Yaş meyve ve sebzeler gibi çabuk bozulabilen ürünlerin hasat edildikten sonra en az kayıpla ve mümkün olan en yüksek kalitede tüketiciye ulaştırılması üretimin başlıca amaçlarından biridir (Bal ve Çelik 2005). Sıcak havalarda ve normal oda sıcaklığında uzun zaman korunamayan üzüksü meyvelerin besin değerini ve diğer özelliklerini yitirmeksizin uzun süre korunmaları, bunların düşük sıcaklıklarda ve yüksek bağıl

nemde depolanmasıyla sağlanabilmektedir (Süleymanoğlu 2009). Çilek meyvesinin anatomik yapısından kaynaklanan duyarlılık muhafaza süresini kısaltmakta ve çok kısa süre içerisinde tüketilmesini gerektirmektedir. Ancak hasatın yoğun olduğu dönemlerde pazarlama kanalındaki yığılmaları önlemek için çok kısa süreli de olsa uygun koşullarda muhafaza edilmesi gerekebilmektedir. Çilekler 2-5°C'de 2-4 gün, 0°C ve %90-95 oransal nemde 10 gün muhafaza edilebilmektedir (Bal ve Çelik 2005).

Çilek, tarım yapılabilen birçok alanda yetiştirilebilen, milyonlarca insanın zevkle tükettiği, ilkbaharda taze meyvenin olmadığı bir dönemde olgunlaşarak iyi bir pazar avantajı olan, albenisi yüksek, her mevsim değişik tüketim olanakları bulunan, birim alandan elde edilen kazancı diğer ürünlere göre daha yüksek olan, insan sağlığı ve beslenme açısından önemli bir yere sahip bir meyve olması gibi birçok önemli olumlu özellikleri bulunan bir meyve türüdür. Ancak çilek, meyve türleri içerisinde meyvesi en hassas olanlardan biridir. Kısa zamanda bozulabilen ve hızlı tüketilmesi gereken bir meyvedir bu nedenle çileğin hasadı, ambalajı ve taşınmasında çok titiz davranmak gerekmektedir (Anonim 2008). Çileklerin soğuk hava depolarında uzun süre saklanmaları mümkün değildir. Mekanik zararlanma, fiziksel bozulma, su kaybı ve çürümelere karşı dayanıksız bir meyve olduğu için kalite ve aromasını uzun süre muhafaza edememektedir (Karaman ve Cemek 2006).

Çilek meyvesinin tüm olumlu özelliklerine rağmen, taze olarak depolama süresinin ve raf ömrünün kısa olmasından dolayı, kalite kayıplarının azaltılarak hasat sonrası ömrünün artırılması ekonomik olarak üreticilerimize avantajlar sunacağı gibi, tüketicilerimizin de daha uzun süre ve daha sağlıklı ürün tüketmelerine katkı sağlayacaktır. Bu amaçla çalışmada, kalitenin korunarak hasat sonrası ömrün uzatılması ümidiyle, farklı MAP (modifiye atmosferde paketlenme) uygulamalarının çilek meyvelerinde muhafaza ve raf ömrü süresince fiziksel ve kimyasal değişimlere etkisi araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Meyve ve sebzelerde meydana gelen bozulmalar hasattan sonra ürünlerin solunumları nedeniyle fizyolojik ve biyolojik aktivitelerinin devam etmesi sonucu gerçekleşmektedir. Bu biyolojik gerileme, ürünlerde ciddi kayıplara yol açmakta ve hasarların boyutu sıcaklık ve zamanla doğru orantılı olarak artmaktadır. Ürünlerde meydana gelen bozulmaların engellenmesi, hasattan hemen sonra soğutulmalarıyla mümkündür. Ayrıca, hasat edilen ürünün en kısa zamanda soğutulması, kaliteyi korumak ve hasat sonrası kayıplarını azaltmak açısından da önemlidir. Bunun için depolanacak veya pazara verilecek özellikle kolay bozulabilen ürünlerde, sıcaklığın hızla düşürülmesi gerekmektedir. Düşürülmesi gereken sıcaklık değerleri, hasat işleminin özellikle sıcak dönemlerde yapılmasında daha da önemli olmaktadır (Yıldız ve ark. 2002).

Meyvelerde canlılığın devamı için hücrede çeşitli reaksiyonların gerçekleşmesi zorunludur. Bu reaksiyonların gerçekleşmesi için enerjiye gereksinim vardır. Bu nedenle meyveler bu enerjiyi sağlamak üzere solunum yapmaktadır. Solunumla serbest kalan ısının büyük kısmı etrafa yayılmakta ve doğal olarak ürünü ısıtmaktadır. Ürünün ısınması solunumu daha da hızlandırmaktadır. Her meyvenin solunum hızı farklı olduğundan bazı ürünlerde yavaş solunum ve buna bağlı olarak az ısı yayılması, bazılarında ise hızlı solunum ve aşırı ısı yayılması kendini göstermektedir. Buna karşın ortam sıcaklığı azaldıkça solunum hızı da azalmaktadır. Meyvelerin depolanmasında bu olgudan yararlanılmakta ve en önemli metabolizma olayı olan solunum hızı, depo sıcaklığının düşürülmesiyle sınırlandırılmakta ve kontrol altına alınmaktadır. Meyvelerdeki metabolizma olaylarından diğeri olan terleme ise ürünün depolanma sırasında devamlı olarak su kaybetmesi olayıdır. Terleme sonucu su kaybı ile meyveler pürümekte ve böylece kalite kaybı belirmektedir (Karaman ve Cemek 2006).

Üzümsü meyveler hasat edildikten sonra kısa sürede bozulduğundan veya ellemeye hiç gelmeyecek kadar nazik olduğundan yola dayanamamaktadır. Bu nedenle bu meyvelerin kısa süreli de olsa depolanması önem kazanmaktadır. Yumuşama, meyvelerin solarak renksizleşmesi ve küflenmeler, üzüksü meyvelerin depolama durumunu etkilemektedir. Sıcak havalarda ve normal oda sıcaklığında uzun zaman korunamayan üzüksü meyvelerin besin değerini ve diğer özelliklerini yitirmeksizin uzun süre korunmaları, bunların düşük sıcaklıklarda ve yüksek bağıl nemde depolanmasıyla sağlanabilmektedir (Karaman ve Cemek 2006).

Çileklerin doğal görünümü, renk ve besin değerleri tüketiciler tarafından oldukça takdir edilen karakteristik özellikleridir. Fakat hızlı metabolizması ve oldukça hassas yüzeyinden dolayı, mikrobiyal kontaminasyona elverişli olması nedeniyle hasat sonrası muhafazası oldukça karmaşıktır. Çileğin oda sıcaklığındaki raf ömrü 48 saatin altındadır. Hasat sonrası kayıpların düşürülmesinde diğer stratejiler arasındaki, düşük sıcaklık, yüksek nemde depolama ve karbondioksit kullanımı kombinasyonlarının etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bu uygulamaların meyvelerin üzerindeki etkisi, su kaybını azaltma, solunum ve etilen üretim miktarı ile ilişkilendirilmiştir (Almenar ve ark. 2007).

Ağaoğlu'na (1986) göre, çileklerin soğuk hava depolarında uzun müddet saklanmaları çok güçtür. Taze tüketim için ticari anlamda saklanacak olursa, ideal sıcaklık +0,6 ile +1,1°C arasında olması gerekmektedir. Maksimum süre muhafaza edebilmek için de sıcaklık mutlak suretle +4°C'nin altında tutulmalıdır. Muhafazada ortam nispi nem miktarının da %85-90 olması gerekmektedir. Bu şartlar altında çilek bozulmadan en fazla 10 gün saklanabilmektedir. 10 günden sonra meyveler daha hızla gevşemekte, renklerini kaybetmekte, kuruyarak büzüşmekte ve aroma maddeleri değişime uğrayarak kötü bir tat almaktadırlar. Depolamadan önce kalsiyum tuzları ile bir püskürtme yapılacak olursa, meyve etleri daha uzun süre sıkı kalabilmektedir.

Bahçe ürünlerinin hasat sonrasında kaliteli olarak kaldıkları süreler çok değişiktir. Kalitesini koruyarak başarı ile depolanan tür ve çeşit sayısı fazla değildir. Solunum hızları yüksek veya metabolizmaları aktif olan bahçe ürünlerinin hasat sonrası ömürleri kısa, buna karşılık solunumları yavaş ve dinlenme durumunda olanların ise uzundur. Birleşiminde fazla oranda su bulunan ve solunum maddesi olan şeker ve asitlerce zengin

ürünlerin solunumları da hızlı olmaktadır. Bununla uyumlu olarak hasat sonrası metabolizmayı yavaşlatan ortam koşulları hasat sonrası ömrü uzatmaktadır. Hasat öncesi koşullar (ekoloji, bakım işleri vb.) bozulmaya karşı dayanımda etkili olmaktadır. Depolama süreleri bakımından meyveler kısa süreli depolananlar, orta süreli depolananlar ve uzun süreli depolananlar olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Çileğinde içerisinde olduğu üzüksü meyve türleri kısa süreli depolanan meyve türleridir. Bu meyveler, dayanıksız olup kolay bozulabilen meyvelerdir (Karaçalı 2012).

Meyve ve sebzelerin solunum hızları ile depolanma ömürleri arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Ürünün solunum hızı ne kadar yüksekse depolanma ömrü o kadar kısalmaktadır. Hasat edilen çilek meyvelerinde oldukça hızlı bir solunum gözlenmektedir. Eğer ürün üzerinde zedelenmeler varsa solunum hızı artmaktadır (Rosen ve Kader 1989, Bal ve Çelik 2005).

Fennema (1975) tarafından bildirildiğine göre, doğal veya işlem görmüş bahçe ürünleri tüketim anına kadar geçen depolama sırasında fiziksel ve kimyasal olarak değişmektedir. Değişim ilerledikçe besin değeri azalarak duyuşal nitelikler kötüleşmektedir. Değişim daha da ilerleyince ürün yenilemez duruma gelmekte ve bozulmaktadır. Bu bozulmaları önlemek veya etkenlerini ortadan kaldırmak için muhafaza yöntemleri kullanılmaktadır. Ticari anlamda ürün muhafazasının temel amacı, ürünün besleyici değeri, duyuşal kalitesi veya sağlıkla ilgili istenmeyen değişimleri önlemektir. Bu da üründeki mikroorganizma gelişimini kontrol etmek, istenmeyen fiziksel, kimyasal ve fizyolojik değişimleri azaltmak veya kontaminasyonu önlemek esasına dayanan fiziksel, kimyasal veya biyolojik yöntemlerle gerçekleştirilmektedir (Erdoğan ve Acar 1996).

Nunes ve ark.'na (1995) göre, düşük sıcaklıklarda depolanan çilek meyvelerinin muhafaza süresi en azından 1 hafta uzatılabilmektedir. Hasattan 6 saat sonra düşük sıcaklıkta depolanmış meyvelerin renk ve tekstüründe olumsuz değişimler görülmekte ve hasattan hemen sonra depolanan meyvelere oranla, su içeriğinde de %50 azalma olmaktadır.

Koparılmış çileğin ağırlığında sıcaklık, hava ve neme bağılı olarak azalma oluşmaktadır. Bu ağırlık azalması uygun olmayan koşullarda %10'a kadar çıkabilmektedir. Çileklerin

soğuk hava depolarında uzun süre depolanmaları güçtür. Çileklerin bozulmaya karşı dayanımları ekolojik koşullara göre farklılık göstermektedir. Kuşkusuz serin bölgelerde yetiştirilen çilekler, sıcak bölgelerde yetiştirilenlere oranla daha dayanıklı olmaktadır. Çilekte çabuk ön soğutma depolama süresini artırmaktadır. Çilek 0°C'nin altındaki sıcaklıklara duyarlı olduğundan depolama sıcaklığı olarak 0°C tercih edilmektedir. Çilek depolanmasında bağıl nemin %90'dan az olması istenmemektedir. Bu koşullarda çilek en fazla 10 gün saklanabilmektedir. 10 günden sonra meyveler hızla gevşemekte, renkleri kaybolarak, kuruyarak büzüşmelere ve aroma maddelerinin değişime uğramasıyla kötü bir tat oluşturmaktadır (Ağaoğlu 2003).

Öztürk'e (2003) göre, üzümü meyve depolarında önemli depo içi çevre koşulları sıcaklık, bağıl nem ve havalandırmadır. Çünkü solunum, ürünün bünyesindeki suyun buharlaşması, çürüme gibi ürünün hasat sonrası önemli fizyolojik faaliyetleri büyük ölçüde depo içi sıcaklığı, nemi ve hava hareketi tarafından etkilenmektedir. Depolamada optimum koşullar ne kadar iyi sağlanırsa sağlansın meyvelerin ancak belirli süre dayanma olanağı bulunmaktadır. Her ürüne özgü bu sürenin sonunda depolanan ürün, kalitesini hızla kaybetmekte ve tamamen bozulmaktadır (Karaman ve Cemek 2006).

Soğukta muhafaza esnasında 5 çilek çeşidinde (Dover, Campineiro, Mazi, Toyonaka ve Oso Grande) kalite ile ilgili fizikokimyasal değişimlerin incelendiği bir çalışmada, çilek kalitesiyle ilgili parametreler olan tekstür, antosiyanin içeriği, titre edilebilir asitlik, pH, toplam askorbik asit ve toplam suda çözünebilir kuru madde bir hafta soğukta muhafazadan sonra değerlendirilmiştir. Sonuçlar soğukta muhafazanın çileklerde raf ömrünü uzattığını gösterirken, çalışılan kalite parametrelerinin bazılarında küçük değişimler görülmüştür. Ayrıca sonuçlar çeşit özelliğinin önemini ortaya çıkarmıştır. Birçok parametrenin başlangıç değeri belirgin şekilde farklı bulunmuştur. Hasat sonrası kalite ve raf ömrünü uzatma konusunda en önemli faktörün çeşit olduğuna işaret edilmiştir. Tekstürün, raf ömrüyle ilişkili önemli bir parametre olduğu belirtilmiş fakat, 'Mazi' çeşidi tekstür konusunda yüksek başlangıç değeri gösterirken depolama sonunda hiçbir değişim göstermediğinden bir sonuca varılamamıştır. Bununla birlikte, bu çeşit en düşük raf ömrüne sahip çeşit olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar antosiyanin içeriğindeki değişimlerin de yüksek oranda çeşide bağlı olduğunu, 'Toyonaka' çeşidi hariç, titre edilebilir asitlikte ve pH da önemli bir değişim elde edilmediğini, askorbik

asidin ise bütün çeşitlerde %50 azaldığını, suda çözünebilir kuru madde açısından ise çeşitler arasında farklılık görüldüğünü ve bütün çeşitlerde sakkarozun 2 günde kaybolduğunu bildirmişlerdir (Cordenunsi ve ark. 2003).

Isparta koşullarında yetiştirilen 'Cavendish', 'Chandler', 'Camarosa', 'Selva' ve 'Dorit' çilek çeşitlerinin soğukta depolanma sırasındaki kalite değişiminin incelendiği bir çalışmada, hasat edilen meyveler delikli plastik kaplar içerisinde 0°C sıcaklık ve %90-95 nisbi neme sahip soğuk odada depolanmış ve muhafaza boyunca, 2., 5., 7. ve 10. günlerde depodan çıkartılan örneklerde ağırlık kaybı, meyve eti sertliği, renk değişimi, SÇKM içeriği, titre edilebilir asit ve pH değerleri belirlenmiştir. Denemede depolama boyunca meyveler duyusal olarak da incelenmiştir. Araştırma sonunda, 'Selva' çeşidinin 10 gün, 'Camarosa', 'Dorit', 'Chandler' ve 'Cavendish' çeşitlerinin 7 gün belirtilen koşullarda, kaliteli bir şekilde depolanabileceği ifade edilmiştir (Koyuncu ve ark. 2003).

Üç çilek çeşidinin (Dover, Campineiro, Oso Grande) kimyasal bileşimi ve antioksidan aktivitesi üzerinde sıcaklığın etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, meyveler 6, 16 ve 25°C'de 6 gün depolanmıştır. Depolama boyunca toplam çözünebilir kuru madde, antosiyonin ve C vitamini miktarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda, soğukta depolamanın çileğin kalitesini korumada etkili bir yöntem olduğu saptanmıştır (Cordenunsi ve ark. 2005).

Çilekte kalite, toplam askorbik asit, fenolik madde içerikleri ve antioksidan aktivitesi üzerinde sıcaklık ve oransal nemin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, meyveler %75, %85 ve %95 oransal nemde, 0,5, 10 ve 20°C'de 4 gün depolanmıştır. Meyvelerin kalitesinin, özellikle %95 oransal nemde, 20°C'de hızlı bir şekilde azaldığı saptanmıştır. Düşük oransal nemde 10°C'de meyvelerin ağırlık kayıplarında artışlar meydana geldiği gözlenmiştir. Suda çözünebilir kuru madde içeriğinin yüksek sıcaklıklarda depolamada azaldığı tespit edilmiştir. Meyvelerin askorbik içeriğinin 10°C'de çok fazla değişim göstermediği, 0,5°C ve 20°C'de ise azaldığı saptanmıştır. Çalışmanın sonunda, uzun süreli depolama için en uygun sıcaklığın 0,5°C olduğu tespit edilmiştir (Shin ve ark. 2007).

Tam olgunlaşmış çilek meyvesinde hasat sonrası kalite özelliklerinin soğukta depolama boyunca değişimiyle ilgili yapılan bir çalışmada, araştırma 3 farklı sıcaklıkta (0°C, 5°C ve 10°C), %90-95 oransal nemde yürütülmüştür. 2 hafta depolama boyunca, ağırlık kaybı, suda çözünebilir kuru madde, pH ve titre edilebilir asitlik gibi kalite parametreleri incelenmiştir. Sonuçlar, depolama şartlarının pH ve titre edilebilir asitlik üzerinde önemli bir şekilde etkili olmadığını gösterirken, oda sıcaklığında ve 10°C'de depolanan örneklerde, 0°C'de depolananlara göre daha hızlı ağırlık kaybı olduğunu göstermiştir. 0°C'de ki çilek meyvelerinin maksimum raf ömrü gösterdiği gözlenmiştir. İlaveten, 5°C ve 10°C ile karşılaştırıldığında kalite parametrelerinin istikrarını koruduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, tam olgunlaşmış çilek meyvelerinin en iyi kalitede kalması için 0°C'de depolanması gerektiğini göstermiştir (Ali ve ark. 2011).

Cemeroğlu ve ark.'na (2001) göre, çilekler son derece hassas meyveler olup hasat ve taşımada büyük titizlik gösterilmelidir. Çilekler hasat sonrasında su kaybedince meyvelerin yüzeyindeki parlaklık kaybolarak matlaşma görülmektedir. Bu yüzden gerek taşımada gerekse depolamada sıcaklık, 0°C ile +2°C, bağıl nem %90-95 arasında olmalıdır (Aydın 2012).

Ürünleri daha sonra kullanmak üzere taze halde muhafaza etmenin çok değişik yolları bulunmaktadır. Bunların fiziksel metotlar (nem, atmosferli muhafaza, sıcaklık) ile kimyasal metotlar (büyümeyi düzenleyiciler, antitranspirantlar, fungusitler) olduğu ifade edilmiştir (Ağaoğlu ve ark. 1997).

Paket içerisine gaz verilmeden, istenen ortamın sebze veya meyvenin solunumu sonucunda kendiliğinden oluşması şeklinde gerçekleşen MAP, 'pasif modifiye atmosfer' olarak adlandırılırken, ambalaj içerisindeki ortamın ürünün özelliklerine uygun olarak çeşitli gaz veya gaz kombinasyonları ile doldurularak solunumun kontrol altına alınması işlemi 'aktif modifiye atmosfer' olarak tanımlanmaktadır (Zagory ve Kader 1988, Romero ve ark. 2003, Daş ve ark. 2006).

Coulon ve Louis (1989) tarafından bildirildiğine göre, günümüzde tüketicinin tercihleri doğrultusunda üretimde kimyasal katkıların ve koruyucuların kullanımının azaltılması, ürünün raf ömrünü uzatmaya olan eğilimi artırmaktadır. Bu nedenle bahçe ürünlerinin

muhafazasında, üründe meydana gelebilecek biyokimyasal, enzimatik ve mikrobiyal faaliyetleri kontrol altına alarak oluşabilecek bozulmaları azaltmak amacıyla ürünlerin etrafını saran atmosferin değiştirilmesiyle elde edilen modifiye atmosferde paketlenme (MAP) kullanılmaktadır (Erdoğan ve Acar 1996).

Aytaç (1994) tarafından bildirildiğine göre, fiziksel koruma yöntemlerinden biri olan MAP, taze ürünlerin mikrobiyal gelişimini önlemek veya kısıtlamak gibi etkileri olan bir atmosferik ortamda tutularak raf ömürlerinin önemli bir oranda uzatılması ilkesine dayandırılmaktadır. Atmosferin modifikasyonunda CO₂, N₂ ve O₂ gazları kullanılmaktadır (Erdoğan ve Acar 1996).

Brody (1989) tarafından bildirildiğine göre, gıdaların birçoğu bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır. Bu ürünlerde doğal halde anabolik reaksiyonlar söz konusu olduğu halde hasat sonrası katabolizma, diğer bir deyimle parçalanma reaksiyonları gerçekleşmektedir. Oksijen varlığında hızı artan katabolik reaksiyonlarda karbonhidratlar, lipitler veya proteinler parçalanarak ileriki gelişme aşamaları için biyolojik sisteme yeniden dahil olan CO₂ ve H₂O oluşmaktadır. Ürün işleminin temel amacı bu parçalanma işlemini kesmek veya yavaşlatmaktır. Bu amaca yönelik olarak dondurularak muhafaza, ısıl işlemler, ışınlama gibi yöntemler kullanılmaktadır. Donma noktasının altındaki sıcaklıklarda ve ısıl işlemler sonucu mikrobiyolojik faaliyetler ve biyolojik bozulmalar önemli ölçüde azaltılmaktadır. Ancak ısıl işlemlerde kullanılan yüksek sıcaklıklar üründe pişmeye neden olurken, dondurma işlemi sonucu hücresel yapı bozulmakta ve böylece kalite değişmektedir. MAP'de ise ortamda gerçekleştirilen atmosfer modifikasyonu ile mikroorganizmaların ve ürünlerin aerobik solunumu yavaşlatılmakta ve böylece ürünün raf ömrü arttırılmaktadır (Erdoğan ve Acar 1996).

MAP'de ortamın gaz oranı kadar önemli olan diğer bir öğe de ambalaj materyalidir. Meyve ve sebzelerin paketlenmesi için kullanılacak ambalajın/filmin, gaz, nem ve ışık geçirgenliği paket içi ortam üzerinde etkili olduğundan ürünün kalitesine de doğrudan etki etmektedir (Lee ve ark. 1996).

Muhafaza öncesi ürünleri plastik filmler ile paketlenerek soğuk hava deposuna almak, paketler içerisinde hava bileşenlerinin değişimine neden olmaktadır. Bu uygulama genellikle olumsuz hava hareketini ve paketler içerisinde ürünlerin solunumu ile

ortamda kısmi olarak O₂ miktarının azalması CO₂ miktarının artması nedeniyle ürünlerin normal solunum seyrini sınırlandırmaktadır. Bir diğer yararlı yönü ise ürünlerde su kaybını azaltmasıdır (Kitinoja ve Kader 2002).

Meyve ve sebze gibi solunum yapan ürünlerin ambalajlanmasında, solunum hızıyla, gaz bileşimi arasındaki "denge gaz bileşiminin" sağlanmasını gerçekleştirebilecek geçirgenliğe sahip ambalaj filmlerinden yararlanılmaktadır. Bilindiği gibi ambalaj filminde gaz geçişi; filmin yapısı, kalınlığı, alanı, sıcaklık ve filmin her iki tarafındaki gazların konsantrasyon ve basınç farklılığıyla yakından ilgilidir. Bazı filmlerin gaz geçiş özellikleri, bağlı nemden de etkilenebilmektedir. Ayrıca, ambalaj içindeki serbest hacim ve ambalaj etrafındaki hava hızı da, gaz geçişine etki etmektedir. İdeal bir ambalajlama sisteminde, ambalaj içerisindeki ürünün aerobik solunumu için gerekli O₂ kullanım hızı, dışarıdan içeriye giren O₂'nin hızına eşit olmalıdır. Ayrıca, aerobik solunumda oluşan CO₂ hızı da, dışarı akan CO₂ ile eşitlenmelidir. Böylece bilinen film alanı ve kalınlığı için gerekli olan O₂ ve CO₂ geçiş hızları, her bir ürün için tahmin edilebilir. Bu amaçla: Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), polipropilen (PP), polivinil klorür (PVC) ve etilenvinil asetat (EVA) gibi gaz geçirgenlik değerleri yüksek olan filmler; polietilen tereftalat (PET) gibi orta düzeyde geçirgen olan filmler ile poliviniliden klorür (PVDC), etilenvinil alkol (EVOH) ve naylon (PA) gibi düşük gaz geçirgenliğine sahip filmler çok katlı kombinasyonlar halinde kullanılabilir. Belirtilen bu materyallerin CO₂ geçirgenlik değerleri O₂ geçirgenliğinin genellikle 2-4 katı kadar olmaktadır (Sivertsvik ve ark. 2002).

Çilekler klimakterik göstermeyen meyveler olduğundan, aroma ve rengine bağlı olarak kalitesinin en yüksek düzeye ulaştığı olgunlukta hasadının yapılması gerekmektedir. Çilekler tüketime hazır olduğunda toplanmaktadır. Mekanik zararlanmanın yanı sıra hasattan sonra bozulmanın bir nedeni de çürümedir. Fungusit kullanımı yasaklandığından beri düşük sıcaklık ve modifiye atmosfer kısmen de olsa çürümenin artmasını engellemekte ve meyve yaşlanmasını önlemek amacıyla kullanılmakta ve böylece kısmen de olsa çileklerin raf ömrü uzatılabilmektedir (Manning 1993).

Modifiye atmosferde paketlenme (MAP) meyve ve sebzelerde raf ömrünü uzatan popüler bir yöntemdir. Fakat depolamanın uzaması, ürünün küflenmesini ve bakteriyel bozulma olasılığını artırmaktadır. Paket içindeki düşük O₂ ya da yüksek CO₂ bozulmaya neden olan organizmaların yayılmasını engellemek için yeterli olmayabilir. Örneğin, çilekte, gri küf (*Botrytis cinerea*) %0,5 O₂ ile bastırılmıştır. Ancak çok düşük O₂'de meyvede zararlanmaya neden olmaktadır. %18'den fazla CO₂ miktarı ise birçok fungusun büyümesini baskı altına almaktadır. Fakat birçok meyvenin bu CO₂ seviyesine maruz kalması doku zararlanması ile sonuçlanmaktadır. MAP tek başına, çileklerde bozulmadan sorumlu küflerin kontrolü için yeterli olmamaktadır (Moyle ve ark. 1996).

Çilek (*Fragaria ananassa* Duch.), solunum nedeniyle, ağırlık kaybı ve fungal kontaminasyona duyarlılık açısından oldukça hassas bir meyvedir. Bu ürünün raf ömrü taze iken, oda sıcaklığında 1-2 gün ile sınırlıdır. Çileklerin raf ömrü solunum hızıyla ters orantılıdır. Bu nedenle, raf ömrünü uzatmak için en yaygın kullanılan yöntem düşük sıcaklıktır. Taze çileklerin etrafındaki atmosfer bileşimi değiştirilerek kalite daha da geliştirilebilmektedir. Meyve ve sebzelerin solunum hızı, yüksek CO₂ ve/veya düşük O₂ konsantrasyonu ile genellikle azalmaktadır. Ayrıca yüksek CO₂ oranı, etilen üreten enzimleri yok edebildiğinden, hücre zarı geçirgenliği de hızlı bir şekilde artmayacak ve etilen üretimi engellenebilecektir. MAP, tüketici ürün kapları içindeki yüksek CO₂ ve düşük O₂ konsantrasyonunu korumak ve raf ömrünü 6-7 gün uzatmak için sık sık kullanılmaktadır (Zhang ve ark. 2006).

Meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatabilmek için, modifiye atmosferde paketlenme ile düşük sıcaklığın birleşimi uygun bir teknoloji olarak kabul edilmiştir. Kültür çileklerinin uygun atmosferlerde tazeliğini koruyarak ve çürümeyi azaltarak raf ömrü uzatılabilmektedir. Çileğin bozulmasının temel nedeni olan *Botrytis cinerea* gelişimi meyveyi çevreleyen atmosferin değişimi ve düşük sıcaklıkta depolama ile engellenebilmektedir (Almenar ve ark. 2007).

MAP'de depolamanın, gaz konsantrasyonu ve çilek kalitesi üzerinde etkisinin incelendiği bir çalışmada, çürüme kontrol altına alınmış, bozulma azalmış, böylece çileğin hasat sonrası ömrü uzatılmıştır. İlavaten uygulanan modifiye atmosferde paketlenme, meyve rengini azaltmış ve istenmeyen tat oluşumuna neden olmuş gibi görünse de meyve olgunluk derecesi ve besin değerinin daha iyi korunduğu sonucuna varılmıştır (Sanz ve ark. 1999).

Çilekler taşınmaları sırasında üşümeye karşı çok duyarlıdır. Çilekler jelatinle ve streçle kaplanmış ambalajlar içerisinde 6-8°C'de 8 saatlik ön soğutmadan sonra, 0°C'de %90-95 oransal nemde 5-7 gün depolanabilmektedir (Aybak 2000).

Çileklerde raf ömrünü uzatmak ve besin değerini korumak açısından, modifiye atmosfer uygulamalarının olumlu sonuçlar verdiği ancak antosiyanin senteziyle ilgili enzimin engellenmesinden dolayı rengin olumsuz etkilendiği ve muhafaza sırasında askorbik asit içeriğinde azalma görüldüğü bildirilmiştir (Wills ve ark. 2000).

Ürünlerin raf ömrünü, kokusunu ve tazeliğini mümkün olduğunca uzun süre korumak için, her ürüne özgü gaz karışımı modifiye atmosfer altında uygulanmaktadır. Bu amaçla, hasat sonrası aktif metabolizma optimal atmosfer koşulları altında sağlanarak küf ve bakterilerin gelişmesi azaltılmaktadır (Zanderighi 2001).

Modifiye atmosferde paketlenmenin çileklerde raf ömrüne etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, meyveler farklı oksijen geçirgenliğine sahip paketlenme materyallerinde, 2°C'de depolanmıştır. Çalışmanın sonucunda çileklerin raf ömrünün, MAP yöntemiyle uzatılabileceği tespit edilmiştir. Meyvelerdeki kötü tat oluşumundan kaçınmak için geçirgenliği yüksek paketlenme materyali kullanılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Karbondioksit gazı içeren ambalaj kullanımının küf gelişimini önemli ölçüde sınırladığı, ancak olası kötü tat oluşumunu arttırdığı saptanmıştır (Mokkila ve ark. 1999).

Farklı kalınlıklardaki (12, 16, 23µ) PVC ve PP filmlerin çileğin modifiye atmosferde depolanmasına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yedi çilek çeşidi (Tioga, Douglas, Chandler, Aliso, Pajora, Dorit, Yalova-15) kullanılmıştır. Meyveler 0°C ve %90 oransal nemde muhafaza edilmiş ve 20°C, %75 oransal nemde raf ömrü incelenmiştir.

Çalışmada kalite, ağırlık kaybı, sertlik ve SÇKM kalite parametrelerine bakılmıştır. Çalışmanın sonunda çilek meyvelerinde MAP'nin meyvelerin kalitesini koruyarak önemli bir şekilde muhafaza ve raf ömrünü uzattığı gözlenmiştir (Çelikel ve ark. 2003).

Oso Grande çilek çeşidinin hasat sonrası ömrünü uzatmak için düşük yoğunluklu polietilenin (LDPE) etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, meyveler 22 ve 45 µm kalınlığındaki LDPE paketlere konulmuş, 0°C ve 20°C'de depolanmıştır. 20°C'de, LDPE filmleri ile depolanan meyvelerin daha düşük çürüme oranı, daha az kırmızı renk, daha düşük TEA ve daha yüksek meyve eti sertliği gösterdiği saptanmıştır. 0°C'de LDPE uygulaması yapılan filmler ile depolanan meyvelerin de genel olarak daha iyi kalitede kaldıkları görülmüştür (Donazzolo ve ark. 2003).

Koyuncu ve Aşkın'ın (1999), 'Tufts' ve 'Vista' çilek çeşitlerinde farklı ambalaj malzemeleri ile paketlenen meyvelerin depolanma süresi üzerine yaptıkları çalışmada, her iki çeşitte de paketlenmiş plastik kaplarda muhafaza edilen çileklerin, depolama periyodu sonunda kalite özelliklerinin daha iyi korunduğu tespit edilmiştir (Bal ve Çelik 2005).

Bazı çilek çeşitlerinin meyvelerindeki anatomik yapının muhafaza süresi ve kalite kriterleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, çilek meyvelerinde lentisel yoğunluğu ve epidermis kalınlığının kalite kaybı üzerine etkisi incelenmiş ve uygulanan ambalaj yöntemleri ile muhafaza süresince kalite kayıplarının önlenmesi üzerinde çalışılmıştır. 'Camarosa', 'Sweet Charlie' ve 'Fern' çilek çeşitleri 0°C'de, %90-95 oransal nemli ortamda 25 gün süre ile depolanmıştır. Lentisel yoğunluğu ve epidermis kalınlığına ait değerlerin kalite kriterleri üzerine etkili olduğu bulunmuştur. Çeşitlerde 10. günden itibaren kalite kayıpları görülürken, 'Camarosa' çeşidinin kalite özelliklerini diğer çeşitlere oranla daha iyi koruduğu tespit edilmiştir. Yapılan ambalaj uygulamalarında, kapalı ambalajlar, açık ambalajlara göre daha iyi sonuç vermiştir. Fumigasyon uygulanmış kapalı ambalajlarda, meyvelerde fungal çürümelerin oluşumunun engellendiği tespit edilmiştir (Bal ve Çelik 2005).

Depolama boyunca farklı paketlerdeki çilek meyvelerinin kalite özellikleri ve raf ömrünün araştırıldığı bir çalışmada, meyvelerin bir kısmına kalsiyum klorür (CaCl₂)

(%2) uygulaması yapılmıştır. Çalışma süresinde CaCl₂ uygulaması yapılan yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) paketlerdeki meyvelerde, ağırlık kaybı ve çürümelerin en aza indiği gözlenmiştir. Depolama boyunca tüm uygulamalarda meyvelerin SÇKM ve TEA değerlerinde azalma saptanmıştır. %2'lik CaCl₂ ve HDPE uygulaması yapılan meyvelerde 6 gün raf ömrü tespit edilmiştir (Singh ve ark. 2008).

Honeoye ve Korona çilek çeşitlerinin kalitesi üzerinde modifiye atmosferde paketlemenin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, meyveler delikli polipropilen paketlerde 10 gün boyunca 5°C'de depolanmıştır. Çalışma boyunca MAP uygulaması yapılan örnekler ağırlıklarını korurken, uygulama yapılmayan örneklerde, su kaybı nedeniyle hergün %1,5 ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, Honeoye ve Korona çilek çeşitlerinin, modifiye atmosfer koşullarında (%11-14 O₂ ve %9-12 CO₂) uzun süre kalitelerini koruyabileceği saptanmıştır (Nielsen ve Leufvén 2008).

Depolama süresince çeşitli MAP uygulamalarının çilekler üzerinde etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, paketlerde farklı atmosfer koşulları (%21 O₂/ %0,03 CO₂, %4 O₂/ %8 CO₂, %60 O₂/ %20 CO₂) oluşturulmuştur. %21'lik O₂ ile karşılaştırıldığında, %60 O₂ ya da %4 O₂'de depolanan meyvelerde pH artışı, TEA ve SÇKM azalışının engellendiği tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda, yüksek O₂ içeren çeşitli MAP gaz bileşimlerinin kullanımının, en az 12 gün çileklerin kalitesini korumak için iyi bir alternatif olabileceği tespit edilmiştir (Caner ve Aday 2009).

Depolama süresince çileklerdeki bazı kalite parametrelerinde MAP'nin etkisinin incelendiği bir çalışmada, çilekler olgunlaştığında hasat edilmiş, basınçlı havayla soğutma-MAP ve kontrol grubu meyveleri olarak iki gruba ayrılmıştır. Paketlemeden sonra meyveler, 0°C %90-95 oransal nemde 10 gün, +1 gün de 20°C ve %50-55 oransal nemde raf ömrü için değerlendirilmeye alınmıştır. Meyve kalitesindeki değişimler; ağırlık kaybı, çürüme, renk, sertlik, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, glikoz, fruktoz, ve sakkaroz incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda, 'Camarosa' çilek çeşidinde bu şartlar altında 10 gün depolama ve +1 gün raf ömründen sonra, MAP'nin ağırlık kaybını ve çürümeyi azaltmak için faydalı olabildiği önerilmiştir (Ozkaya ve ark. 2009).

Bazı büyüme düzenleyici maddelerin (hormonların) ve antitranspirant bir maddenin (W.pruf) Camarosa çilek çeşidinde muhafaza ömrü üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada, farklı dozlarda gibberellik asit (50, 100, 150 ppm), benzyladenine (50, 100, 150 ppm), naftalen asetik asit (50, 100, 150 ppm) ve bir antitranspirant madde olan wilt pruf'un (1/10) tek dozu kullanılmıştır. Her bir uygulama ayrı ayrı PET (Polietilen Teraftalat) kapaklı ve kapakların üst kısmında 1,5 mm²'lik 5 delik bulunan plastik kaplara yerleştirilmiştir. Daha sonra kaplar 0°C ile +2°C aralığındaki sıcaklıkta ve %90-95 neme sahip soğuk hava deposunda 17 gün depolanmış ve çalışma boyunca kalite parametreleri incelenmiştir. Çalışmanın sonunda uygulamalar kontrol ile karşılaştırıldığında, uygulamaların meyvelerin muhafaza ömrünü uzattığı gözlenmiştir (Süleymanoğlu 2009).

Camarosa ve Verão çilek çeşitlerinin modifiye atmosferde depolanması ile ilgili yapılan bir çalışmada, meyveler dört farklı O₂ ve CO₂ konsantrasyonlarındaki (3 kPa O₂ + 10 kPa CO₂, 5 kPa O₂ + 15 kPa CO₂, 21 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ ve normal atmosfer) LDPE paketlere yerleştirilmiş ve çeşitli kalite parametreleri incelenmiştir. Camarosa çeşidi çilek meyvelerinin kalitesinin 1°C'de, normal atmosferdeki MAP koşullarında korunduğu gözlenmiştir. Meyvelerin dayanıklılıkları ve askorbik asit miktarının yanı sıra, SÇKM ve TEA'in çeşitli atmosfer koşullarından etkilenmediği tespit edilmiştir. Ancak depolama süresi uzadıkça Verão çilek çeşidinin meyve eti sertliğinde ve TEA miktarında azalma saptanmıştır (Bender ve ark. 2010).

Denge modifiye atmosferde ambalajlama (DMAA) teknolojisi özellikle taze meyve ve sebze gibi solunum yapan ürünlerin raf ömürlerinin artırılmasında uygulanan yeni bir ambalajlama tekniğidir. DMAA ambalaj içindeki atmosferin, ürünün solunumu ve gazların ambalaj boyunca transferi ile modifiye edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. DMAA uygun depolama sıcaklığında, ambalaj içindeki oksijen (O₂), karbondioksit (CO₂) ve nemin doğru ayarlanmasıyla, solunum, olgunlaşma ve etilen (C₂H₄) üretiminin yavaşlatılmasını sağlayarak, ürünün daha uzun süre depolanmasına olanak sağlamaktadır. Ambalaj içinde iyi bir denge modifiye atmosfer oluşturmak için, taze meyve ve sebzelerin özelliklerinin, film geçirgenliğinin ve uygun ambalaj tasarımının iyi bilinmesi gerekmektedir (Kartal ve ark. 2010).

Sonato, Honeoye ve Polka çeşidi çilek meyvelerinin hasat sonrası kalitesinde MAP'nin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, meyveler hasat edildikten sonra 250 g'lık plastik kaselere konulmuş ve sıcaklıkları 24 saat içinde 3°C'ye düşürülmüştür. Meyveler, kontrol grubu ve 30 µm LDPE uygulaması olarak iki gruba ayrılmış ve 3±1°C'de 12 gün depolanmıştır. Çalışmanın sonunda modifiye atmosfer uygulamalarında, CO₂ miktarının %4,7'ye ulaştığı, ancak *Botrytis* çürüklüğünü engellemek için yeterli olmadığı gözlenmiştir. Modifiye atmosferdeki meyvelerin bozulma miktarının, kontrol grubu meyvelerinden farklılık göstermediği saptanmıştır. LDPE uygulamasının, Polka çilek çeşidinin görünümüne, SÇKM/TEA oranına ve askorbik asit miktarına olumlu etkide bulunduğu tespit edilmiştir. Honeoye çilek çeşidinin modifiye atmosferdeki askorbik asit miktarının, kontrol grubu meyvelerinden önemli ölçüde daha yüksek olduğu saptanmıştır (Moor ve ark. 2012).

Ertan ve ark.'na (1987) göre, çileklerin, oldukça yumuşak dokulu olmaları, çok hızlı bir metabolizmaya sahip olmaları ve ayrıca çürüme yapan organizmalara çok duyarlı olmaları nedeniyle hasattan sonraki kayıplarda büyük olmaktadır. Bu özelliklerden dolayı çilekler bugün endüstrileşme sürecini tamamlamış ülkelerde, soğuk zincirin her aşamasında meyve sıcaklığı ve meyve metabolizmasının ön soğutma ve kontrollü atmosfer gibi modern hasat sonrası teknolojilerle kontrol edildiği sistemler kanalıyla pazarlanmaktadır (Aydın 2012).

Depo içerisinde orta derecede hava sirkülasyonu yeterli olmaktadır. Hava sirkülasyonu şiddetli olduğunda meyveler su ve aromalarını kaybetmektedirler. Çilekler kontrollü atmosferli depolarda da depolanabilmektedir. Almanya'da çileklerin 0-2°C'de %90-95 bağıl nemde %10 CO₂ ve %1-2 O₂ içeren ortamda 10 gün dayandıkları tespit edilmiştir (Karaman ve Cemek 2006).

Kontrollü atmosfer koşullarında çileğin depolanmasıyla ilgili yapılan bir çalışmada, hasat edilen çilekler, plastik kaselere konulmuş ve ön soğutmaya tabi tutulduktan sonra 0°C ve %90-95 oransal nem koşullarındaki odalarda depolanmış ve depolamadan sonra raf ömrünü belirlemek amacıyla 2 gün de oda koşullarında bekletilmiştir. Soğuk odalardaki çilek meyveleri için 2 hafta boyunca çeşitli atmosfer ortamları (%21 O₂-kontrol, %3 CO₂/ %3 O₂, %5 CO₂/ %5 O₂, %3 CO₂/ %5O₂, %5 CO₂/ %3 O₂)

oluşturulmuştur. Analiz dönemleri boyunca meyvelerdeki fiziksel ve kimyasal değişimler incelenmiştir. Çalışmanın sonunda, en iyi sonuçların %3 CO₂/ %5 O₂ ve %5 CO₂/ %3 O₂ uygulamalarından elde edildiği gözlenmiştir. Bu uygulamaların genel görünüm, tat ve renk gibi kalite kriterlerinin korunumunu sağlamasının yanı sıra, özellikle raf ömrü süresince de küf gelişimini sınırladığı tespit edilmiştir (Eriş ve ark. 1995).

Kontrollü atmosferde depolama teknolojisinin, çilekte (*Fragaria vesca* L.) raf ömrünü uzatması üzerine yapılan bir çalışmada, meyveler 3°C'de, üç hafta, farklı atmosfer koşullarında (%0,05 CO₂/ %21 O₂, %3 CO₂/ %18 O₂, %6 CO₂/ %15 O₂, %10 CO₂/ %11 O₂, ve %15 CO₂/ %6 O₂) depolanmıştır. Gaz bileşenlerinin, suda çözünür kuru madde, titre edilebilir asitlik, pH, kötü tat oluşumu, uçucu aroma maddeleri ve tüketici tercihleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, %10 CO₂/ %11 O₂ bileşiminin kabul edilebilir değerler içerisinde, kalite parametrelerini koruyarak çileğin raf ömrünü etkili bir şekilde uzattığı, *Botrytis cinerea* gelişimini engellediği tespit edilmiştir (Almenar ve ark. 2006).

Yüksek CO₂ ve kontrollü atmosfer etkisinin bazı üzümü meyvelerde askorbik asit ve dehidroaskorbik asit içeriği üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, C vitamini içeriğinin (askorbik asit+dehidroaskorbik asit) yüksek CO₂ konsantrasyonlarında (%10-30 CO₂) azaldığını, bunun özellikle çileklerde görüldüğü belirtilmiştir. Araştırmacılar, depo atmosferindeki yüksek CO₂ düşük O₂ konsantrasyonunun C vitamini içeriği üzerine çok etkili olmadığına, yüksek CO₂ ortamında askorbik asidin dehidroaskorbik asitten daha az azaldığına dikkat çekmişlerdir (Agar ve ark. 1997).

Dilimleme ve kontrollü atmosferde depolamanın çileklerin kalite ve askorbik asit miktarına etkisinin incelendiği bir çalışmada, dilimlenmiş 'Selva' çeşidi çilekler, 0°C'de 7 gün muhafaza edilmiş ve kalite parametrelerindeki değişimlere bakılmıştır. Çeşitli atmosferlerin meyvelerin renk, pH ve titre edilebilir asit üzerinde önemli ölçüde farklı etkisi olmuştur. %2 O₂, %21 O₂ + %12 CO₂, veya %2 O₂ + %12 CO₂ gaz bileşimlerinin toplam askorbik asit miktarındaki değişime önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir. 100 ppm sodium hipokloritte yıkanmış bütün veya dilimlenmiş çileklerin, indirgenmiş askorbik asit oksidasyonunu kayda değer biçimde tetiklediği fakat toplam askorbik asit miktarında değişime neden olmadığı saptanmıştır (Wright ve Kader 1997).

Yüksek CO₂ seviyesinin, düşük sıcaklıklarda depolanan çileklerde, antosiyonin bileşimi, antioksidan aktivitesi ve çözünebilir kuru madde içeriklerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Camarosa çilek çeşidinde antioksidan aktivitesi, toplam fenolik maddeler ve renk ilişkisinin yanı sıra, suda çözünebilir kuru madde ve antosiyonin seviyesinde düşük sıcaklığın (0°C) ve yüksek CO₂ seviyesinin (3 gün de %20 CO₂) etkisi değerlendirilmiştir. Uygulama yapılmamış çilekler ile karşılaştırıldığında, yüksek CO₂ uygulaması yapılan çileklerde, çözünebilir kuru maddenin, özellikle sakkarozun, tüketimi tetiklenirken, toplam fenoliklerin artışının engellendiği tespit edilmiştir (Bodelón ve ark. 2010).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışma Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Soğuk Muhafaza Araştırma ve Uygulama Ünitesi ile Hasat Sonu Fizyolojisi Laboratuvarında yürütülmüştür.

Çalışmada, Bursa-Nilüfer ilçesine bağlı Atlas Köyünde bulunan özel bir üretici bahçesinden temin edilen ‘Aromas’ ile Bursa’nın Karacabey ilçesine bağlı Yarış Köyü bölgesinde bulunan ve özel bir üretici bahçesinden temin edilen ‘Kabarla’ çeşitlerine ait çilek meyveleri kullanılmıştır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2). Çalışmada kullanılan meyvelerde bir standart oluşturmak için birbirlerine yakın büyüklükte ve üzerinde herhangi bir zararlanma olmayan meyveler kullanılmıştır.

Deneme süresince hasat sonrası dönemde MAP’nin oluşturulmasında kullanılan MAP-L [PE 25 µm (23°C’deki O₂ geçirgenliği 35×10⁻¹² mol/s.m², yüzey alanına göre perforasyonu %0,002)], MAP-M [PE 25 µm (23°C’deki O₂ geçirgenliği 25×10⁻¹³ mol/s.m², yüzey alanına göre perforasyonu %0,01)] ve MAP-H [PE 25 µm (23°C’deki O₂ geçirgenliği 20×10⁻¹⁴, yüzey alanına göre perforasyonu %0,03)] örtü materyalleri özel bir ambalaj firmasından temin edilmiştir. Meyve ve sebzelerin ambalajlanmasında en sık kullanılan örtü materyallerinden biri de polietilendir (Zagory ve Kader 1988). Bal ve Çelik (2005), Caner ve Aday (2009), Moor ve ark. (2012), Bender ve ark. (2010), Singh ve ark. (2008), Donazzolo ve ark.’nın (2003) çileğin modifiye atmosferde muhafazası üzerine yaptıkları çalışmalarda ve daha birçok yapılan çalışmada da polietilen örtü materyali kullanılmıştır. Çalışmamızda da bu çalışmalara dayanarak, sıkça kullanılan ve çilek meyveleri için de uygun örtü materyallerinden biri olan polietilenin farklı bir kalınlığının kullanılması tercih edilmiştir. Çilek meyveleri 194x108x65 mm ebatlarında, 1000 g’lık PP kaselere yerleştirilmiştir. Farklı geçirgenlikteki her örtü materyalinde 2 kase ve her kase 500±20 g meyve olacak şekilde MAP oluşturulmuştur. MAP oluşturulduktan sonra ikili gruplar halinde 6 kase 585x380x80 mm ebatlarındaki karton kasalara yerleştirilmiştir (Şekil 3.3). Muhafaza süresince sıcaklık ve nem koşulları duvar tipi maksimum-minimum termometre (TFA, Werthaim, Germany) ve duvar tipi higrometre (TFA, Polytherm Haar, Wertheim, Germany) ile tespit edilmiştir.



Şekil 3.1 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin yetiştirildiği parselden bir görünüm (Nilüfer- Atlas Köyü)



Şekil 3.2 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin yetiştirildiği parselden bir görünüm (Karacabey- Yarış Köyü)



Şekil 3.3 Çilek meyvelerinde hasat sonrası oluşturulan modifiye atmosferde paketlenmenin genel görünümü

3.2 Yöntem

3.2.1 Hasat sonrası uygulamalar

Meyveler hasat sonrası yapılan uygulamalara göre 2 gruba ayrılmıştır.

3.2.1.1 Kontrol grubu

Çalışmada kullanılan bu gruba ait meyveler herhangi bir uygulamaya tabi tutulmadan $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%90\pm 5$ oransal nem koşullarında 12 gün süreyle muhafaza edilmiştir (Şekil 3.4). Ayrıca raf ömrü durum tespiti amacıyla meyveler, muhafaza başlangıcı ve her 3 günlük muhafaza periyoduna ek olarak 2 gün de 25°C sıcaklık ve $\%65\pm 5$ oransal neme sahip oda koşullarında bekletilmiştir.

3.2.1.2 MAP grubu

Çalışmada kullanılan bu gruba ait meyvelerde 25 μm kalınlığında polietilen bazlı ancak geçirgenlikleri farklı [MAP-L (oksijen geçirgenliği 35×10^{-12} mol/s.m², perforasyon $\%0,002$), MAP-M (oksijen geçirgenliği 25×10^{-13} mol/s.m², perforasyon $\%0,01$) ve MAP-H (oksijen geçirgenliği 20×10^{-14} mol/s.m², perforasyon $\%0,03$)] üç adet MAP örtü materyali denenmiştir. MAP grubu meyveleri de yine aynı muhafaza ünitesinde $0\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%90\pm 5$ oransal nem koşullarında 12 gün süreyle muhafaza edilmiştir (Şekil 3.4). Ayrıca raf ömrü durum tespiti amacıyla meyveler, muhafaza başlangıcı ve her 3 günlük muhafaza periyoduna ek olarak 2 gün de 25°C sıcaklık ve $\%65\pm 5$ oransal neme sahip oda koşullarında bekletilmiştir.



Şekil 3.4 Çilek meyvelerinin, hasat sonrası kontrol grubu ve MAP grubu olarak muhafazasından genel görünüm

3.2.2 Muhafaza başlangıcı ile muhafaza süresince üç gün aralıklarla alınan örneklerde ve raf ömrü periyotları sonunda belirlenen kalite parametreleri

Hasat sonrasında yapılan uygulamalar arasındaki farklılığın muhafaza süresi, raf ömrü ve meyve kalitesine etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla muhafazanın 0, 3, 6, 9, 12. günlerinde ve raf ömrünün 0+2, 3+2, 6+2, 9+2 ve 12+2. günlerinde alınan meyve örneklerinde ağırlık kaybı, SÇKM, TEA, pH, askorbik asit, duyu analizler (genel görünüm ve tat), meyve dış ve et rengi, MAP bileşimi (CO₂, O₂ ve C₂H₄) ve patolojik bozulma kalite analizleri yapılmıştır.

3.2.2.1 Ağırlık kaybı

Her gruptan alınan örneklerin ağırlık kaybında meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Ağırlık kaybı muhafaza süresince 3 günlük aralıklarla ve raf ömrü süresi sonunda alınan örneklerin ağırlıklarının hassas terazide (0,01 g hassasiyet, Radwag PS 3600/C/1, Radom, Poland) tartılması ile % olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2 Suda çözünebilir kuru madde

SÇKM (suda çözünebilir kuru madde) her gruptan elde edilen meyve sularında NOW (%0-32) (Tech-Jam International Inc., Tokyo, Japan) el refraktometresi kullanılarak ölçülmüştür.

3.2.2.3 Titre edilebilir asit

Çilek meyvelerine ait çeşitlerin muhafazaları süresince TEA (titre edilebilir asit) değişimlerini incelemek için, her gruptan alınan meyvelerden elde edilen meyve suyundan 20 ml çekilip saf su ile 100 ml'ye tamamlanmıştır. Seyreltilen örnekten 20 ml çekilerek 1-2 damla fenolfitaleyn damlatıldıktan sonra, 50 ml kapasiteli dijital büret (Brand Titrette®, Wertheim, Germany) yardımıyla NaOH (sodyum hidroksit) nötralizasyonu sonucunda elde edilen değer eşitlikte yerine konularak sitrik asit cinsinden yüzde olarak tespit edilmiştir.

$$\text{TEA (\%)} = [(A \times N \times F \times B) / C] \times D$$

3.2.2.4 pH

Örneklerin pH değeri, meyvelerden elde edilen meyve sularında dijital pH metre (Inolab, Weilheim, Germany) yardımıyla ölçülmüştür.

3.2.2.5 Askorbik asit

Meyvelerin askorbik asit miktarının belirlenebilmesi için, her tekerrürdeki meyvelerden alınan 50 ml sıvı maddenin üzerine 350 ml %0,4'lük oksalik asit eklenmiş ve yüksek devirde 5 dakika karıştırılmış (Nüve SL 350, Ankara, Türkiye), daha sonra filtre kağıdından süzölmüştür. Süzöntüden 1 ml otomatik pipet (TRansferpette® S., Brand, Germany) yardımıyla çekildikten sonra üzerine 9 ml diklorfenolindofenol eklenmiş ve L2 okunmuştur. Ayrıca, 1 ml oksalik asitin üzerine yine 9 ml diklorfenolindofenol eklenmiş, böylece L1 okuması yapılmıştır. L1 ve L2 okumaları spektrofotometrede (Thermo Spectronic, Nicolet evolution 100, Hertfordshire, England) 520 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Değerler aşağıda verilen eşitlikte yerine konularak mg/100 g cinsinden askorbik asit miktarı tespit edilmiştir (Uylaşer ve Başoğlu 2011).

$$\text{Askorbik asit (mg/100 g)} = [(L1-L2) \times k]$$

3.2.2.6 Duyusal analizler

Meyvelerde başlangıç, muhafaza ve raf ömrü dönemlerinden sonra meyve dış görünüşü, yapısı ve tadı dikkate alınarak duyusal değerlendirmeler (genel görünüm ve tat) yapılmıştır. Bu değerlendirmeler 5 panelist tarafından, tekerrürlerdeki meyveler değerlendirilerek yapılmış ve 1-10 arasında puan verilmiş (1-2: çok kötü, 3-4: kötü, 5-6: yenilebilir, 7-8: iyi, 9-10: çok iyi) daha sonra 5 panelistin verdiği puanların ortalaması alınarak tekerrürler tespit edilmiştir (Anonim 2010).

3.2.2.7 Meyve dış ve et rengi

Meyvelerin dış ve etlerinde Minolta CR-300 renk okuma cihazı (Konica-Minolta, Osaka, Japan) ile renk okuması L, a, b olarak belirlenmiştir. Meyve dış ve etinde yapılan renk okuması tekerrürdeki örneğin simetrik ekvatorial bölgelerinden yapılmıştır.

3.2.2.8 MAP'de CO₂/O₂/C₂H₄ bileşimi

Deneme süresince MAP'de ki gaz karışımları (CO₂/O₂/C₂H₄ miktarları) Dräger Multiwarn II (Drägerwerk AG, Lübeck, Germany) gaz analizatörü ile belirlenmiştir.

3.2.2.9 Patolojik bozulma

Patolojik bozulmalara neden olan bitki patojeni funguslar, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Mikoloji Laboratuvarında fungusların morfolojik yapılarına göre teşhis edilmiştir (Barnett ve Hunter 1998).

3.2.3 İstatistikî değerlendirme

Deneme tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde yürütülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçların varyans analizleri MINITAB-14 programında, sonuçlar arasındaki istatistikî farklılıklar ise LSD testi ile belirlenmiştir ($P < 0.05$)

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 ‘Aromas’ Çilek Çeşidinde Muhafaza Süresi ve Raf Ömrü Boyunca Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler

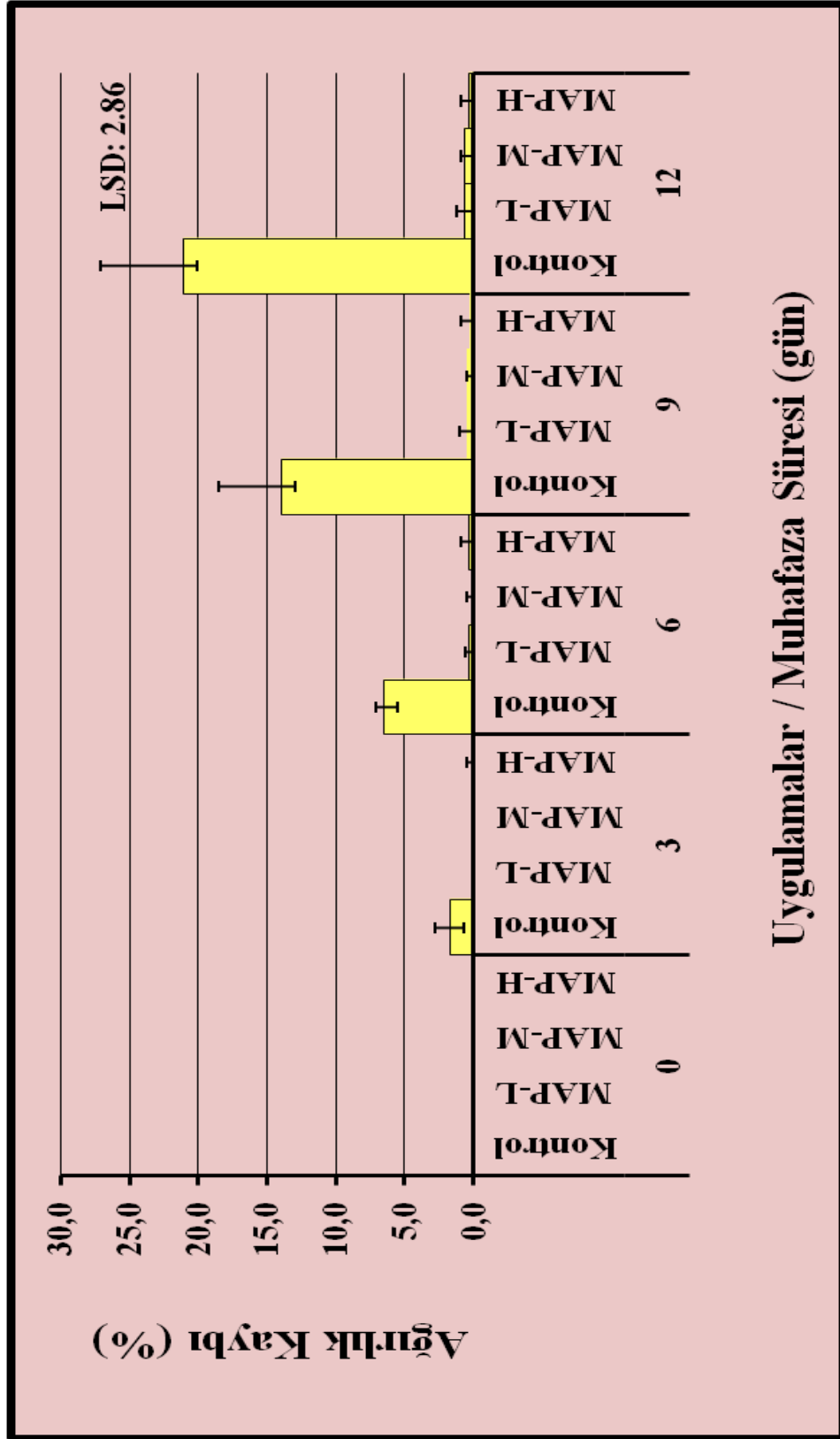
4.1.1 Ağırlık kaybı

Hasat sonrası farklı geçirgenlikteki MAP uygulamalarının çilek muhafazasına etkisinin araştırıldığı çalışmada örneklerin başlangıç görünüşleri Şekil 4.1.1’de verilmiştir. Çalışma ağırlık kaybı bakımından incelendiğinde, muhafazanın ilerleyen dönemlerinde ağırlık kaybının arttığı tespit edilmiştir. Muhafaza süresiyle artış gösteren ağırlık kaybı meyvenin su kaybetmesine bağlı olarak beklenen bir sonuç olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 3. gününde MAP-L ve MAP-M uygulamalarında ağırlık kaybı gözlenmezken, en yüksek ağırlık kaybı %1,67 ile kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir. Çalışmanın 12. gününde en az ve en fazla ağırlık kaybı sırasıyla %0,32 ve %21,08’lik oranlarla MAP-H uygulaması ve kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir. (Şekil 4.1.2) Hasat sonrası farklı MAP uygulamalarının çilek raf ömrüne etkisinin incelendiği örneklerin 0+2. gün görünüşleri ise Şekil 4.1.3’de verilmiştir. Raf ömrü süresince ağırlık kayıplarında artışlar tespit edilmiştir. Çalışmanın 0+2. gününde ağırlık kaybı %5,25 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 12+2. gününde en az ve en fazla ağırlık kaybı sırasıyla %21,29 ile kontrol grubu meyvelerinden ve %28,43 ile MAP-M ve MAP-H uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 4.1.4). Şekil 4.1.2’de tüm muhafaza dönemleri boyunca ağırlık kaybına bakıldığında, MAP uygulamalarının ağırlık kaybını belirgin derecede önlediği belirlenmiştir. Denememizde bulunan sonuçlara paralel olarak, bazı çilek çeşitlerinin meyvesindeki anatomik yapılaşmanın muhafaza süresine etkisinin incelendiği bir çalışmada da muhafaza süresince ağırlık kaybı değerlerinde artışlar meydana gelmiş ve bu artışların kontrol grubu meyvelerinde MAP uygulaması yapılmış meyvelere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Bal ve Çelik 2005). Çalışmamıza paralel olarak, polipropilen ambalaj materyali ile paketlenmiş Camarosa çilek çeşidinin muhafaza süresince kalite parametrelerinin incelendiği bir çalışmada muhafaza sonunda kontrol grubu örneklerinde polipropilen ambalaj uygulaması yapılmış örneklere göre daha fazla ağırlık kaybı olduğu tespit edilmiştir (Sanz ve ark. 1999). Şekil 4.1.4’de tüm raf ömrü süresince ağırlık kaybına bakıldığında ise MAP uygulamalarının raf ömrü süresine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Denememizde elde edilen bulgulardan farklı olarak, çileğin modifiye atmosferde

depolanması üzerine yapılan bir çalışmada, 20°C'de %75 oransal nemde raf ömrü için bekletilen meyvelerde, 3. günde PVC uygulaması yapılmış ilek meyvelerinin ağırlık kaybı %2,5, PP uygulaması yapılmış meyvelerin ağırlık kaybı %0,2 ve kontrol grubu meyvelerinin ağırlık kaybı ise %8 olarak tespit edilmiştir (elikel ve ark. 2003). Kitinoja ve Kader'in (2002) yapmış oldukları bir çalışmada, denememize paralel olarak, paketlenerek muhafaza altına alınan ürünlerin solunumlarının yavaşladığı ve su kaybının azaldığı belirtilmiştir.



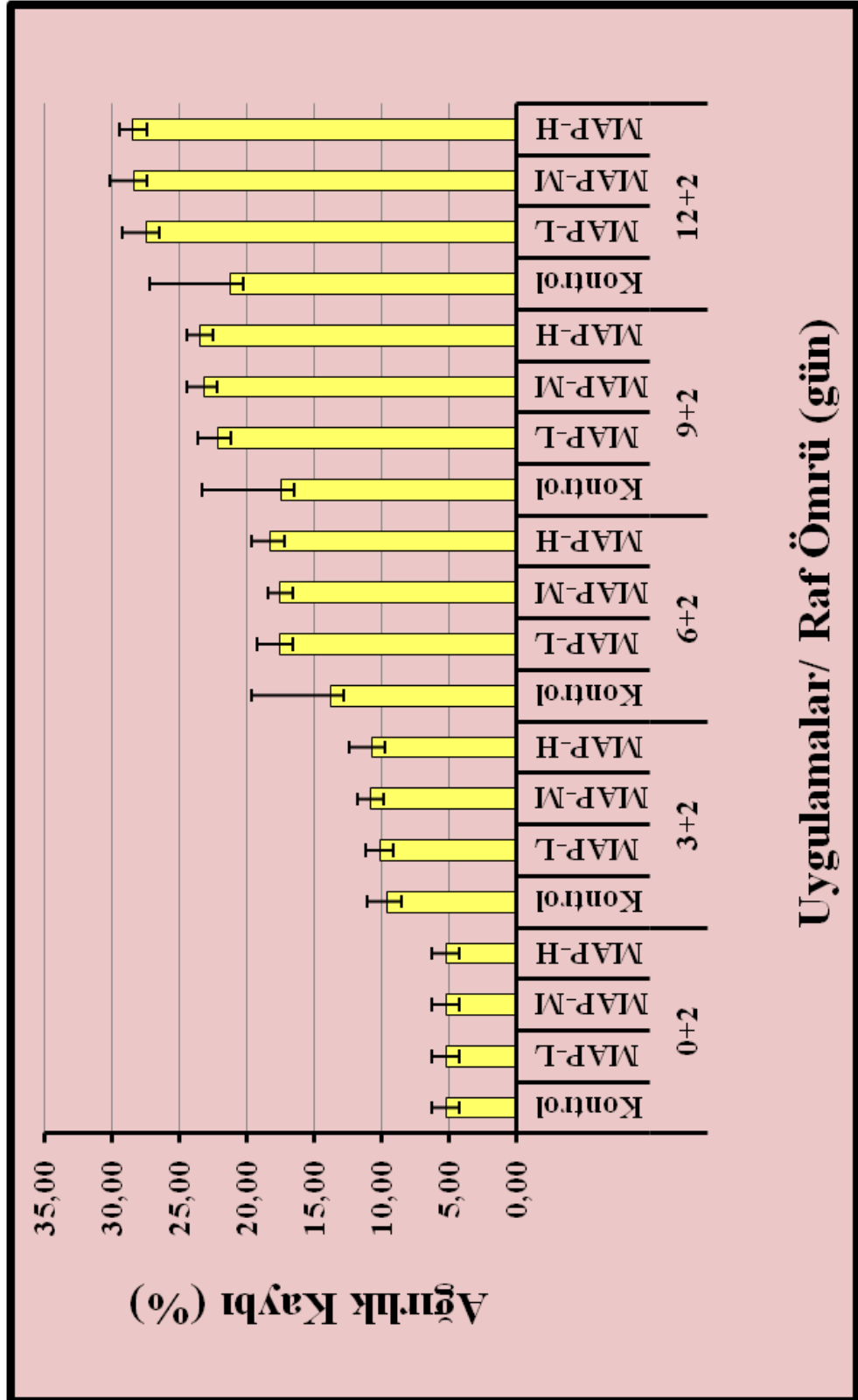
Şekil 4.1.1 'Aromas' çeşidi çilek meyvesinin muhafaza başlangıcı görünümü



Şekil 4.1.2 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri



Şekil 4.1.3 'Aromas' çeşidi çilek meyvesinin 0+2. gün görünümü



Şekil 4.1.4 ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri

4.1.2 SÇKM

Çalışmada SÇKM incelendiğinde muhafaza süresine bağlı olarak azalış ve artışlar gözlenmektedir. Muhafaza süresince yapılan analizlerde SÇKM miktarında meydana gelen bu dalgalanmalar istatistiki bakımdan da önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1.1). Muhafaza başlangıcında çilek meyvelerinin SÇKM değerleri %7,67 olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın 3. gününde SÇKM oranı en düşük ve en yüksek olan uygulamalar sırasıyla %7,17 ile MAP-H uygulaması ve %7,83 ile MAP-M uygulaması-kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir. Çalışmanın sonunda SÇKM oranı en düşük ve en yüksek olan uygulamalar sırasıyla %7,17 ile MAP-L ve %8,00 ile kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, 0°C ile +2°C sıcaklıkta ve %90-95 nisbi nemde soğukta muhafaza esnasında 5 çilek çeşidi (Dover, Cam Pineiro, Mazi, Toyonaka ve Oso Grande) PET (Polietilen Teraftalat) plastik kaplara yerleştirilmiş, 17 gün muhafazaya alınmış ve kalite ile alakalı fizikokimyasal değişimler incelenmiştir. Muhafaza sonunda elde edilen %6,5-7,5 arasındaki SÇKM değerleri, denememizde ki SÇKM değerleri ile benzerlik göstermektedir (Süleymanoğlu 2009). Raf ömrü süresince SÇKM incelendiğinde de azalış ve artış şeklinde dalgalanmalar gözlenmektedir. Raf ömrü süresince yapılan analizlerde SÇKM miktarında meydana gelen bu dalgalanmalar istatistiki bakımda da önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1.2). Çalışmanın 0+2. gününde çilek meyvelerinin SÇKM değerleri %7,67 olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın 3+2. gününde (Şekil 4.1.6) SÇKM oranı en düşük ve en yüksek olan uygulamalar sırasıyla %7,33 ile MAP-L uygulaması ve kontrol grubu meyvelerinden ve %7,67 ile MAP-M uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmanın 12+2. gününde SÇKM oranı en düşük ve en yüksek uygulamalar ise sırasıyla %6,00 ile MAP-L uygulaması ve %7,17 ile kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir. Çileğin modifiye atmosferde depolanması üzerine yapılan bir çalışmada, 20°C ve %75 oransal nemde 5 gün raf ömrüne bırakılan çileklerde, denememiz sonucuna paralel biçimde, kontrol meyvelerinin SÇKM içeriği artış göstermiştir (Çelikel ve ark. 2003).

Çizelge 4.1.1 ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen SÇKM, TEA ve pH değerleri değişimleri

Muhafaza Süresi (gün)	Uygulama	SÇKM ^d (%)	TEA ^e (%)	pH
0.gün	Kontrol	7,67ab ^f	0,27a	3,91f
	MAP-L ^a	7,67ab	0,27a	3,91f
	MAP-M ^b	7,67ab	0,27a	3,91f
	MAP-H ^c	7,67ab	0,27a	3,91f
3.gün	Kontrol	7,83ab	0,11b	4,02de
	MAP-L	7,67ab	0,12b	4,10abcd
	MAP-M	7,83ab	0,16ab	4,09bcd
	MAP-H	7,17abc	0,15ab	4,09bcd
6.gün	Kontrol	8,00a	0,06b	4,01de
	MAP-L	7,17abc	0,07b	4,06cd
	MAP-M	7,00bc	0,05b	4,03de
	MAP-H	7,83ab	0,04b	4,08bcd
9.gün	Kontrol	7,83ab	0,06b	3,96ef
	MAP-L	8,00a	0,07b	4,08bcd
	MAP-M	6,67c	0,05b	4,05cde
	MAP-H	7,00bc	0,06b	4,08bcd
12.gün	Kontrol	8,00a	0,05b	4,03de
	MAP-L	7,17abc	0,04b	4,13abc
	MAP-M	7,67ab	0,06b	4,17ab
	MAP-H	7,83ab	0,05b	4,19a
	LSD	0.90	0.13	0.09

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^d SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde; ^e TEA: Titre edilebilir asit; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 4.1.2 ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen SÇKM, TEA ve pH değerleri değişimleri

Raf Ömrü Süresi (gün)	Uygulama	SÇKM ^d (%)	TEA ^e (%)	pH
0+2	Kontrol	7,67a ^f	0,14cde	4,02bcd
	MAP-L ^a	7,67a	0,14cde	4,02bcd
	MAP-M ^b	7,67a	0,14cde	4,02bcd
	MAP-H ^c	7,67a	0,14cde	4,02bcd
3+2	Kontrol	7,33abc	0,19cd	4,03bcd
	MAP-L	7,33abc	0,13cde	4,05bc
	MAP-M	7,67a	0,09de	4,05bc
	MAP-H	7,50ab	0,08de	4,01bcd
6+2	Kontrol	7,17abc	0,05e	3,98d
	MAP-L	7,00abc	0,19cd	3,98d
	MAP-M	6,83abcd	0,16cde	4,03bcd
	MAP-H	7,33abc	0,10de	4,03bcd
9+2	Kontrol	7,67a	0,04e	4,18a
	MAP-L	7,17abc	0,17cde	4,02bcd
	MAP-M	6,67bcd	0,25c	3,99cd
	MAP-H	6,83abcd	0,17cde	4,07b
12+2	Kontrol	7,17abc	0,13cde	4,07b
	MAP-L	6,00d	0,52ab	3,99cd
	MAP-M	7,00abc	0,59b	3,99cd
	MAP-H	6,50cd	0,66a	4,03bcd
	LSD	0.87	0.13	0.06

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^d SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde; ^e TEA: Titre edilebilir asit; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

4.1.3 TEA

Çalışmada muhafaza süresi boyunca TEA değerlerinin azaldığı gözlenmiştir. Meyvelerin TEA miktarlarında görülen azalmalar, asitlerin solunum ve şeker sentezi gibi fizyolojik olaylarda kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmanın 3. gününde TEA miktarındaki azalmalar dikkate alındığında en fazla azalma %0,11 ile kontrol grubu meyvelerinde tespit edilmiştir. Çalışmanın 12. gününde uygulamaların TEA değerleri %0,04 ile %0,06 arasında değişim göstermiştir. Çalışmanın sonunda uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.1.1). Raf ömrü süresince yapılan analizlerde TEA miktarında azalış ve artışlar görülmektedir. Raf ömrü periyotları sonunda TEA miktarında en düşük ve en yüksek değerler ise sırasıyla %0,13 ile kontrol grubu meyveleri ve %0,66 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Raf ömrü periyotları sonunda uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1.2). Muhafaza süresince modifiye atmosferde paketlenen Camarosa çilek çeşidinde kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, denememize paralel olarak, muhafaza süresince TEA miktarında azalma gözlenmiştir. Raf ömrü periyotlarında ise denememizde elde edilen bulgulardan farklı olarak kontrol grubu meyvelerinin TEA değerleri MAP uygulanmış meyvelerden daha yüksek bulunmuştur (Ozkaya ve ark. 2009). Raf ömrü periyotlarında TEA'da ki bu farklılığın çeşit, muhafaza ve raf ömrü süreleri, raf ömrü ortamı ve patolojik bozulmaların yoğunluğundaki farklılıklardan meydana geldiği düşünülmektedir.

4.1.4 pH

Çalışmanın 0. gününde meyvelerin pH değeri 3,91 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresince yapılan analizler sonucu elde edilen veriler incelendiğinde pH değerlerinin muhafaza süresi uzadıkça, artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Çalışmanın 3. gününde elde edilen verilere göre en düşük pH değeri 4,02 ile kontrol grubu meyvelerinde belirlenirken, en yüksek pH değeri 4,10 ile MAP-L grubu meyvelerden elde edilmiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre en düşük pH değeri 4,03 ile kontrol grubu meyvelerinden, en yüksek pH değeri ise 4,19 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde, muhafaza süresince uygulamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1.1). Raf ömrü periyodu boyunca yapılan analizler sonucu elde edilen veriler incelendiğinde, pH değerlerinde azalış ve artışlar saptanmıştır. Çalışmanın 0+2. gününde meyvelerin pH değeri 4,02 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 3+2. gününde en düşük pH değeri 4,01 ile MAP-H uygulamasından, en yüksek pH değeri ise 4,05 ile MAP-L ve MAP-M uygulamalarından elde edilmiştir. Raf ömrü periyotları sonunda elde edilen verilere göre ise, en düşük pH değeri 3,99 ile MAP-L ve MAP-M uygulamalarından elde edilirken, en yüksek pH değeri 4,07 ile kontrol grubu meyvelerden elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler raf ömrü periyotları sonunda farklı uygulamalara ait pH değerlerindeki artış ve azalışların önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 4.1.2). Wright ve Kader (1997)'in yapmış oldukları bir çalışma sonucunda, denememizle paralel olarak, çileklerin pH değerlerinin tüm uygulamalar için zamanla arttığı tespit edilmiştir.

Sıcaklık ve oransal nemin çilekte kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, denememiz bulgularından farklı olarak, tüm uygulamalarda pH değerlerinin hemen hemen aynı kaldığı tespit edilmiştir (Shin ve ark. 2007). pH değeri, TEA miktarı ile ilişkili bir parametredir ve çalışmada TEA miktarında değişmediği gözlenmiştir. Ayrıca pH ve TEA parametrelerinin sıcaklık ve oransal nemden etkilenmediği düşünülmektedir.

4.1.5 Askorbik asit

L-Askorbik asit (C vitamini) birçok besinde ve özellikle meyve ve sebzelerde doğal olarak bulunan güçlü bir antioksidan maddedir. Çalışmada askorbik asit miktarı muhafaza süresi boyunca azalış ve artışlar göstermiştir. Aromas çilek çeşidinde muhafaza süresince askorbik asit miktarı 4,96 ile 16,23 mg/100g arasında değişim göstermiştir. Çalışmanın 0. gününde askorbik asit miktarı 8,38 mg/100g olarak gözlenmiştir. Çalışmanın 3. gününde en düşük ve en yüksek askorbik asit miktarı sırasıyla 5,96 mg/100 g ile kontrol grubu meyvelerinden, 16,23 mg/100g ile de MAP-L uygulamasından elde edilmiştir. Muhafaza süresinin sonunda yapılan analizlerde ise en düşük ve en yüksek askorbik asit miktarı sırasıyla 10,86 mg/100g ile MAP-M uygulamasından, 15,76 mg/100g ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.1.3). Çileklerin soğukta muhafazası ile ilgili yapılan bir çalışmada, denememize paralel olarak, askorbik asit miktarının depolama boyunca dalgalanmalar gösterdiği saptanmıştır. Muhafaza süresince askorbik asit sentezi olduğu ve askorbik asit sentezinin düşük sıcaklıktan etkilendiği ileri sürülmüştür (Cordenunsi ve ark. 2005). Raf ömrü süresince yapılan analizlerde askorbik asit miktarı 0+2. günde 20,72 mg/100g olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 3+2. gününde en düşük ve en yüksek askorbik asit miktarı sırasıyla 3,60 mg/100g ile kontrol grubu meyvelerinden ve 9,33 mg/100g ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmanın 3+2. gününden sonra askorbik asit miktarı kontrol grubu meyvelerinde artış eğilimi gösterirken, farklı geçirgenlikteki MAP uygulamaları yapılmış meyvelerin askorbik asit miktarında azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar görülmüştür. Çalışmanın 12+2. gününde farklı geçirgenlikteki MAP uygulamaları yapılmış meyvelerin analizlerinde, askorbik asitin aşırı yıkıma uğramasından dolayı absorban okuması yapılamamış ve bir askorbik asit değeri elde edilememiştir. Ancak 12+2. günde kontrol grubu meyvelerinin askorbik asit miktarı 6,90 mg/100g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1.4).

Polipropilen ambalaj materyali ile paketlenmiş çileklerin kalite parametrelerinin incelendiği bir çalışmada, denememiz bulgularından farklı olarak, muhafazanın 3. gününde kontrol grubu meyveleri ve MAP uygulaması yapılmış meyvelerin askorbik asit miktarı aynı bulunmuş, ancak raf ömrünün 3+2. gününde MAP uygulaması yapılmış meyvelerin askorbik asit miktarında artış tespit edilmiştir. MAP uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Sanz ve ark. 1999).

Çizelge 4.1.3 ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen askorbik asit, genel görünüm ve tat değerleri değişimleri

Muhafaza Süresi (gün)	Uygulama	Askorbik Asit (mg/100g)	Genel Görünüm	Tat
0.gün	Kontrol	8,38abcd ^f	10,00a	10,00a
	MAP-L ^a	8,38abcd	10,00a	10,00a
	MAP-M ^b	8,38abcd	10,00a	10,00a
	MAP-H ^c	8,38abcd	10,00a	10,00a
3.gün	Kontrol	5,96cd	6,47ef	8,00bcd
	MAP-L	16,23a	7,30def	7,80bcd
	MAP-M	13,93abcd	6,70ef	7,67bcd
	MAP-H	14,82abc	7,60bcde	8,40abcd
6.gün	Kontrol	9,39abcd	7,33def	7,73bcd
	MAP-L	5,90cd	7,13def	7,93bcd
	MAP-M	7,44abcd	7,07def	7,53bcd
	MAP-H	5,43cd	7,47cde	7,43cd
9.gün	Kontrol	16,59a	6,80ef	9,06ab
	MAP-L	9,09abcd	7,13def	7,93bcd
	MAP-M	6,20bcd	8,53bc	5,47e
	MAP-H	4,96d	6,20f	8,33bcd
12.gün	Kontrol	14,52abcd	8,07bcd	8,80abc
	MAP-L	15,76ab	6,60ef	7,07de
	MAP-M	10,86abcd	8,73b	6,93de
	MAP-H	12,51abcd	7,53cde	7,93bcd
	LSD	9.57	1.14	1.60

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 4.1.4 ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen askorbik asit, genel görünüm ve tat değerleri değişimleri

Raf Ömrü Süresi (gün)	Uygulama	Askorbik Asit (mg/100g)	Genel Görünüm	Tat
0+2	Kontrol	20,72a ^f	6,20a	6,87a
	MAP-L ^a	20,72a	6,20a	6,87a
	MAP-M ^b	20,72a	6,20a	6,87a
	MAP-H ^c	20,72a	6,20a	6,87a
3+2	Kontrol	3,60cde	3,80b	5,27ab
	MAP-L	9,33b	2,67cd	1,73ef
	MAP-M	8,91b	3,73b	3,20de
	MAP-H	6,14bcd	4,13b	1,80def
6+2	Kontrol	5,84bcd	3,53bc	4,87bc
	MAP-L	2,06de	2,03d	1,73ef
	MAP-M	4,14cde	3,40bc	3,40cd
	MAP-H	9,97b	2,27d	1,73ef
9+2	Kontrol	6,00bcd	1,00e	1,00f
	MAP-L	2,60cde	1,00e	1,00f
	MAP-M	3,25cde	1,00e	1,00f
	MAP-H	1,18e	1,00e	1,00f
12+2	Kontrol	6,90bc	1,00e	1,00f
	MAP-L	0,00e	1,00e	1,00f
	MAP-M	0,00e	1,00e	1,00f
	MAP-H	0,00e	1,00e	1,00f
	LSD	4.32	0.93	1.65

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

4.1.6 Duyusal analizler

Çileklerin muhafazası sonunda meydana gelen değişimler meyvelerin genel görünümüne de yansımış ve farklı değerlerin elde edilmesine sebep olmuştur. Muhafaza sonunda genel görünüm değerlerinde muhafazanın başlangıcına göre çok fazla azalma meydana gelmemiştir (Şekil 4.1.5 ve Şekil 4.1.6). Ancak muhafazanın sonunda MAP-L grubu meyvelerin bazılarında kararmalar meydana gelmiştir. Muhafazanın 12. gününde genel görünüm testi değerlendirildiğinde en yüksek değer MAP-M uygulamasından elde edilirken en düşük değer MAP-L uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.1.3). Çileklerin raf ömrü süresince genel görünüm değerlerinde azalma tespit edilmiştir. 0+2. günde genel görünüm değerleri 6,20 (yenilebilir) olarak belirlenmiştir (Şekil 4.1.7). Raf ömrü periyodunun 0+2. gününden sonra meyvelerin kötü ve çok kötü durumda oldukları saptanmıştır (Şekil 4.1.8 ve Şekil 4.1.9). Çalışmanın 9+2. günü ve 12+2. gününde genel görünüm değerleri 1,00 olarak belirlenmiş ve meyvelerin pazar değeri taşımadıkları dolayısıyla da tüketime uygun olmadıkları saptanmıştır (Çizelge 4.1.4). Çalışmada çilek meyvelerinin tat değerleri başlangıca göre çok fazla azalmamıştır. Çalışmanın 0. gününde 10,00 olarak tespit edilen tat değerlerinin 12 günlük muhafaza süresi boyunca 5,47 ile 9,06 arasında değiştiği gözlenmiştir. Muhafazanın sonunda en düşük ve en yüksek tat değerleri sırasıyla 6,93 ile MAP-M uygulamasından ve 8,80 ile kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.1.3). Çileklerin raf ömrü süresince tat değerlerinde azalma tespit edilmiştir. 0+2. günde tat değerleri 6,87 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 3+2. gününde 5,27 ile sadece kontrol grubu meyvelerinin yenilebilir durumda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.4). Çalışmanın 9+2. günü ve 12+2. gününde ise tat değerleri 1,00 olarak belirlenmiş ve meyvelerin tüketime uygun olmadıkları saptanmıştır. Nielsen ve Leufvén'in (2008) yapmış oldukları bir çalışmada, denememiz bulgularından farklı olarak, ambalajlanmış çileklerin görünümünün, ambalajlanmamış çileklerin görünümünden daha yüksek değerler aldığı tespit edilmiştir. Ancak 7 gün depolamadan sonra ambalajlanmamış çileklerin tat değerlerinin, ambalajlanmış çileklere göre daha yüksek değerler aldığını saptamıştır.

Denememize paralel olarak, Koyuncu ve Aşkın (1999) tarafından bildirildiğine göre, çilekler 0°C'de %85 oransal nemde film ile kaplanmış plastik kaplarda, 10 gün süreyle kalitelerini koruyabilmektedir (Bal ve Çelik 2005).

Ağaoğlu (1986) tarafından yapılan bir çalışmada, ilek meyveleri, +0,6 ile +1,1°C'de %85-90 nemde bozulmadan 10 gün süreyle muhafaza edilebilmektedir.

Nunes ve ark.'nın (1995) yaptıkları bir çalışmada, +1°C'de 1 haftalık depolama sonunda, çalışmamız sonuçlarından farklı olarak, ambalajlanan çileklerin kontrol paketlerine göre kalite özelliklerini daha iyi muhafaza ettiği belirtilmiştir.

Çelikel ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, denememiz bulgularına benzer şekilde, paketlenmemiş ileklerin 20°C'de %75 oransal nemde 3 günde kalitesini kaybettiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.1.5 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin muhafaza başlangıcı görünümü



Şekil 4.1.6 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 12. gün görünümü



Şekil 4.1.7 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün görünümü



Şekil 4.1.8 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 3+2. gün görünümü

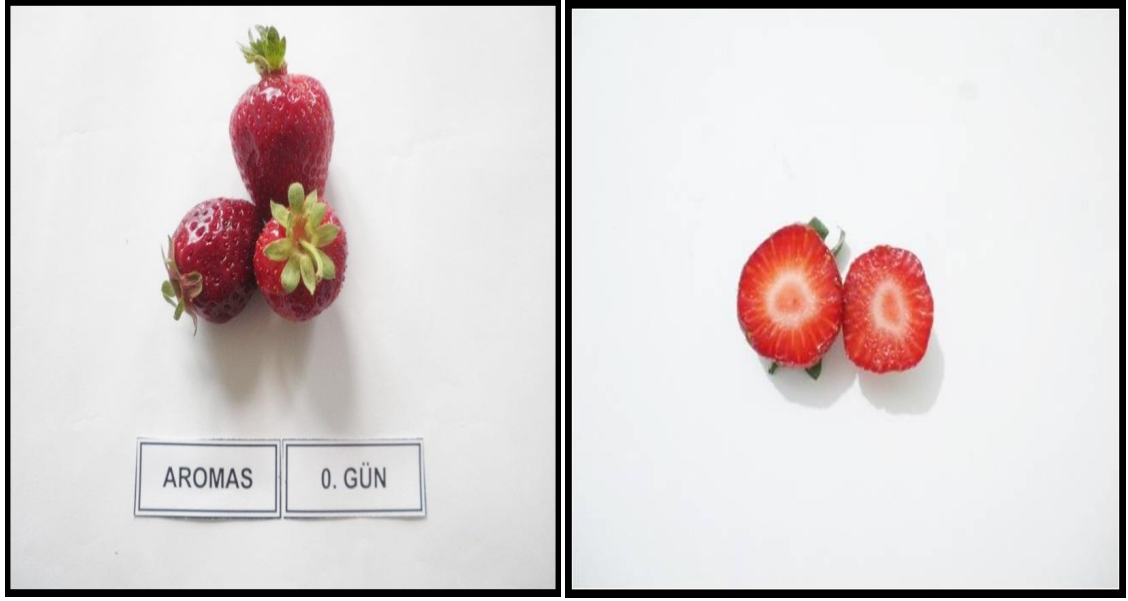


Şekil 4.1.9 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 12+2. gün görünümü

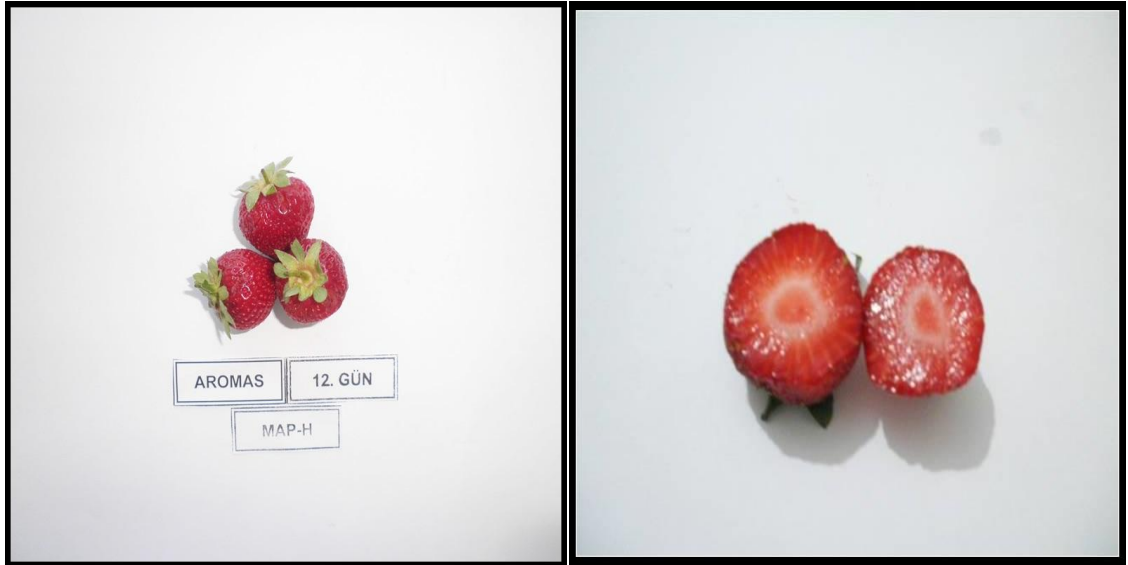
4.1.7 Meyve dış ve et rengi

Muhafaza süresince yapılan dış renk ölçümleri sonucunda L, a ve b değerlerinde azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar tespit edilmiştir. Tam kızarmış halde hasat edilen meyvelerde, muhafaza süresince renklerini çok fazla kaybetmeden koyulaşmalar meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 4.1.10 ve Şekil 4.1.11). Uygulamalara bakıldığında L değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Muhafaza süresinin sonunda en düşük L değeri 7,57 ile MAP-M ve en yüksek L değeri 7,68 ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.1.5). Muhafaza süresinin sonunda uygulamalara bakıldığında en düşük a değeri 1,54 ile MAP-L ve en yüksek a değeri 2,00 ile kontrol grubu meyvelerinden, en düşük b değeri 1,62 ile kontrol grubu meyvelerinden ve en yüksek b değeri 1,94 ile MAP-M uygulamasından elde edilmiştir. Aydın (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, denememiz bulgularıyla benzer olarak, çilek meyvelerinin muhafazanın ilk gününden 17. gününe kadar meyve dış rengi L değerlerinin genelde azaldığı, a değerlerinin azalış ve artış şeklinde dalgalanmalar gösterdiği, b değerinin ise azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Çileklerin depolamadan sonra fiziksel ve kimyasal kalite özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada, denememiz bulgularıyla benzer olarak, muhafaza süresince meyvelerde oksidatif esmerleşmenin meydana gelmesiyle birlikte, a değerinde azalma meydana geldiği yani, meyvelerde kırmızılığın yitirildiği ortaya çıkmıştır (Nunes ve ark. 1995). Raf ömrü değerlendirmesi yapılan meyvelerde süreç arttıkça su kaybından dolayı meydana gelen buruşmalar ve çöküntülerin yanı sıra fungal enfeksiyonun da artmasıyla, yoğun koyulaşma ve matlaşma belirlenmiştir (Şekil 4.1.12 ve Şekil 4.1.13). Raf ömrü süresince yapılan dış renk ölçümleri sonucunda L ve b değerlerinde azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar tespit edilirken, a değerlerinde azalmalar belirlenmiştir (Çizelge 4.1.6). 12+2. günün sonunda yapılan analizlerde, en düşük ve en yüksek L değeri sırasıyla 7,51 ile MAP-L ve 7,73 ile MAP-M uygulamasından, en düşük ve en yüksek a değeri sırasıyla 0,68 ile MAP-H uygulamasından ve 1,40 ile kontrol grubu meyvelerinden, en düşük ve en yüksek b değeri ise sırasıyla 1,56 ile kontrol grubu meyvelerinden ve 1,88 ile MAP-M uygulamasından elde edilmiştir. Polipropilen ambalaj materyali ile paketlenmiş çileklerin kalite parametrelerinin incelendiği bir çalışmada, denememizle benzer bir şekilde, 20°C’de meyvelerin parlaklık değerlerinin (L) azaldığı ancak kontrol grubu örnekleri ile MAP uygulaması yapılmış meyvelerin benzer değerler gösterdiği tespit

edilmiştir (Sanz ve ark. 1999). Muhafaza süresi boyunca meyve et rengi değişimleri incelendiğinde L, a ve b değerlerinde azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar belirlenmiştir (Çizelge 4.1.5). Muhafaza sonunda L, a ve b değerlerine bakıldığında MAP-M ve MAP-H uygulamalarının meyve et rengini korumada etkili olduğu tespit edilmiştir. Raf ömrü süresince meyve et rengi değişimleri incelendiğinde uygulamaların L ve b değerlerinde azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar belirlenirken, MAP-M ve MAP-H uygulamalarının a değerlerinde azalma eğilimi tespit edilmiştir (Çizelge 4.1.6). Raf ömrü süresince bozulmaların artması meyve et rengine de yansımış, meyve et renginin koyulaşmasına neden olmuştur (Şekil 4.1.12 ve Şekil 4.1.13).



Şekil 4.1.10 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin 0. gün meyve dış ve et rengi görünümü

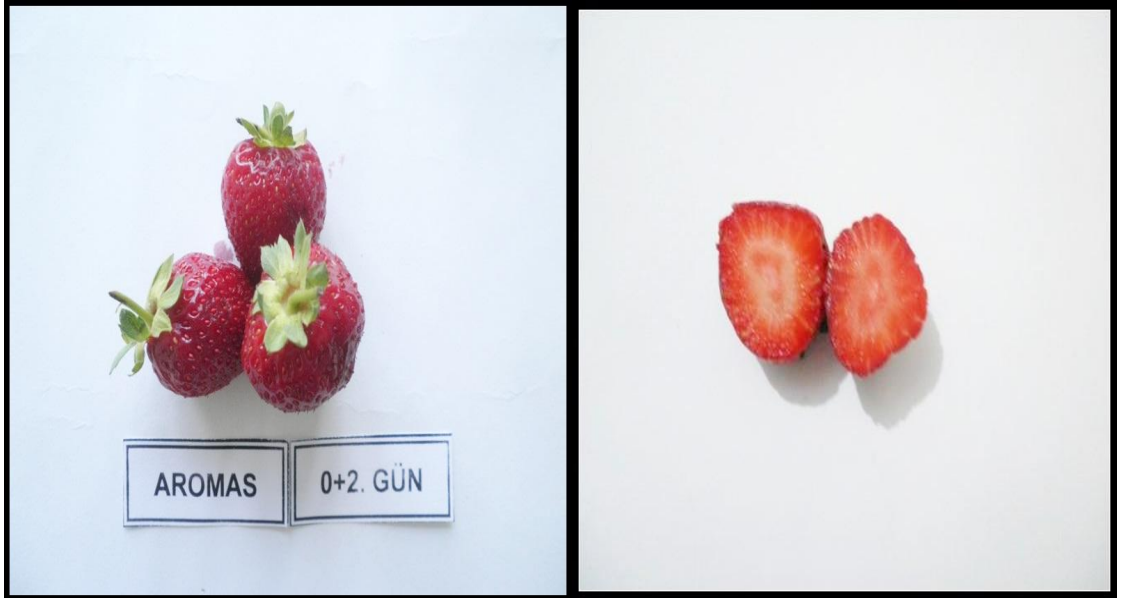


Şekil 4.1.11 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin 12. gün MAP-H grubunun meyve dış ve et rengi görünümü

Çizelge 4.1.5 ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen meyve dış rengi (L, a, b) ve meyve et rengi (L, a, b) değerleri değişimleri

Muhafaza Süresi (gün)	Uygulama	Meyve Dış Rengi			Meyve Et Rengi		
		L	a	b	L	a	b
0. gün	Kontrol	8,13a ^f	2,27cdef	1,93bc	9,78bcd	2,68a	3,66abc
	MAP-L ^a	8,13a	2,27cdef	1,93bc	9,78bcd	2,68a	3,66abc
	MAP-M ^b	8,13a	2,27cdef	1,93bc	9,78bcd	2,68a	3,66abc
	MAP-H ^c	8,13a	2,27cdef	1,93bc	9,78bcd	2,68a	3,66abc
3. gün	Kontrol	7,52fg	1,80efg	1,56e	9,56cde	2,33abcd	3,34cde
	MAP-L	7,55fg	1,77fg	1,56e	9,06e	2,27abcd	3,01ef
	MAP-M	7,72cdefg	1,92efg	1,85bcde	9,06e	2,03cd	2,95f
	MAP-H	7,47g	1,83efg	1,69cde	9,09e	2,18abcd	3,06ef
6. gün	Kontrol	8,01abc	2,79abc	2,01ab	10,48a	2,12bcd	3,81ab
	MAP-L	7,81bcdef	2,28cdef	1,97abc	9,72cd	2,53abc	3,52bcd
	MAP-M	7,75cdefg	2,31bcde	1,99abc	9,82bcd	2,40abcd	3,59abc
	MAP-H	7,93abcde	2,85a	2,08ab	9,96abcd	2,52abcd	3,64abc
9.gün	Kontrol	8,06ab	2,57abc	2,03ab	10,34ab	2,40abcd	3,83ab
	MAP-L	8,19a	2,83ab	2,24a	10,07abcd	2,58ab	3,90a
	MAP-M	8,07ab	2,69abc	2,15ab	10,14abc	2,41abcd	3,83ab
	MAP-H	7,96abcd	2,50abcd	2,11ab	9,93abcd	2,36abcd	3,75ab
12. gün	Kontrol	7,60fg	2,00defg	1,62de	9,52de	2,41abcd	3,34cde
	MAP-L	7,68defg	1,54g	1,86bcde	9,03e	1,95d	3,13def
	MAP-M	7,57fg	1,81efg	1,94abc	9,53de	2,48abc	3,59abc
	MAP-H	7,65efg	1,85efg	1,89bcd	9,58cde	2,42abcd	3,65abc
	LSD	0.31	0.53	0.30	0.58	0.52	0.39

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.



Şekil 4.1.12 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün meyve dış ve et rengi görünümü



Şekil 4.1.13 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin 12+2. gün MAP-M grubunun meyve dış ve et rengi görünümü

Çizelge 4.1.6 ‘Aromas’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen meyve dış rengi (L, a, b) ve meyve et rengi (L, a, b) değerleri değişimleri

Raf ömrü Süresi (gün)	Uygulama	Meyve Dış Rengi			Meyve Et Rengi		
		L	a	b	L	a	b
0+2	Kontrol	7,89b ^f	1,94ab	1,79bcdef	9,12bc	2,32a	3,16abcd
	MAP-L ^a	7,89b	1,94ab	1,79bcdef	9,12bc	2,32a	3,16abcd
	MAP-M ^b	7,89b	1,94ab	1,79bcdef	9,12bc	2,32a	3,16abcd
	MAP-H ^c	7,89b	1,94ab	1,79bcdef	9,12bc	2,32a	3,16abcd
3+2	Kontrol	7,56cdef	1,41bcdefg	1,50g	9,05bc	2,12abc	2,99bcd
	MAP-L	7,45f	0,88efgh	1,59efg	9,04bc	1,94abcd	2,99bcd
	MAP-M	7,45f	1,53abcde	1,58efg	9,09bc	2,15abc	3,10abcd
	MAP-H	7,47ef	1,56abcd	1,84bcde	8,91bc	1,93abcd	2,10abcd
6+2	Kontrol	8,23a	2,13a	1,99abc	9,86a	2,40a	3,52ab
	MAP-L	7,66bcdef	0,91defgh	1,62defg	8,64c	1,11def	2,60d
	MAP-M	7,81bc	1,56abcd	1,81bcdef	8,94bc	1,66abcd	2,89bcd
	MAP-H	7,77bcd	1,65abc	1,76cdefg	8,92bc	1,48bcd	2,93bcd
9+2	Kontrol	7,92b	1,69abc	1,92bc	10,00a	2,20abc	3,74a
	MAP-L	8,22a	1,51abcdef	2,23a	9,87a	1,23de	3,52ab
	MAP-M	7,76bcd	1,47abcdefg	1,88bcd	9,71a	1,38ab	3,42abc
	MAP-H	7,86b	1,24abcdefgh	2,04ab	9,18b	0,64b	2,94bcd
12+2	Kontrol	7,54def	1,40bcdefg	1,56fg	9,03bc	2,22ab	3,07bcd
	MAP-L	7,51def	0,83gh	1,63defg	8,74bc	0,38f	1,81e
	MAP-M	7,73bcde	0,86fgh	1,88bcd	8,92bc	0,61ef	2,83cd
	MAP-H	7,52def	0,68h	1,75cdefg	9,04bc	0,56ef	2,87bcd
	LSD	0.26	0.66	0.28	0.51	0.83	0.66

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

4.1.8 MAP CO₂/O₂/C₂H₄ bileşimi

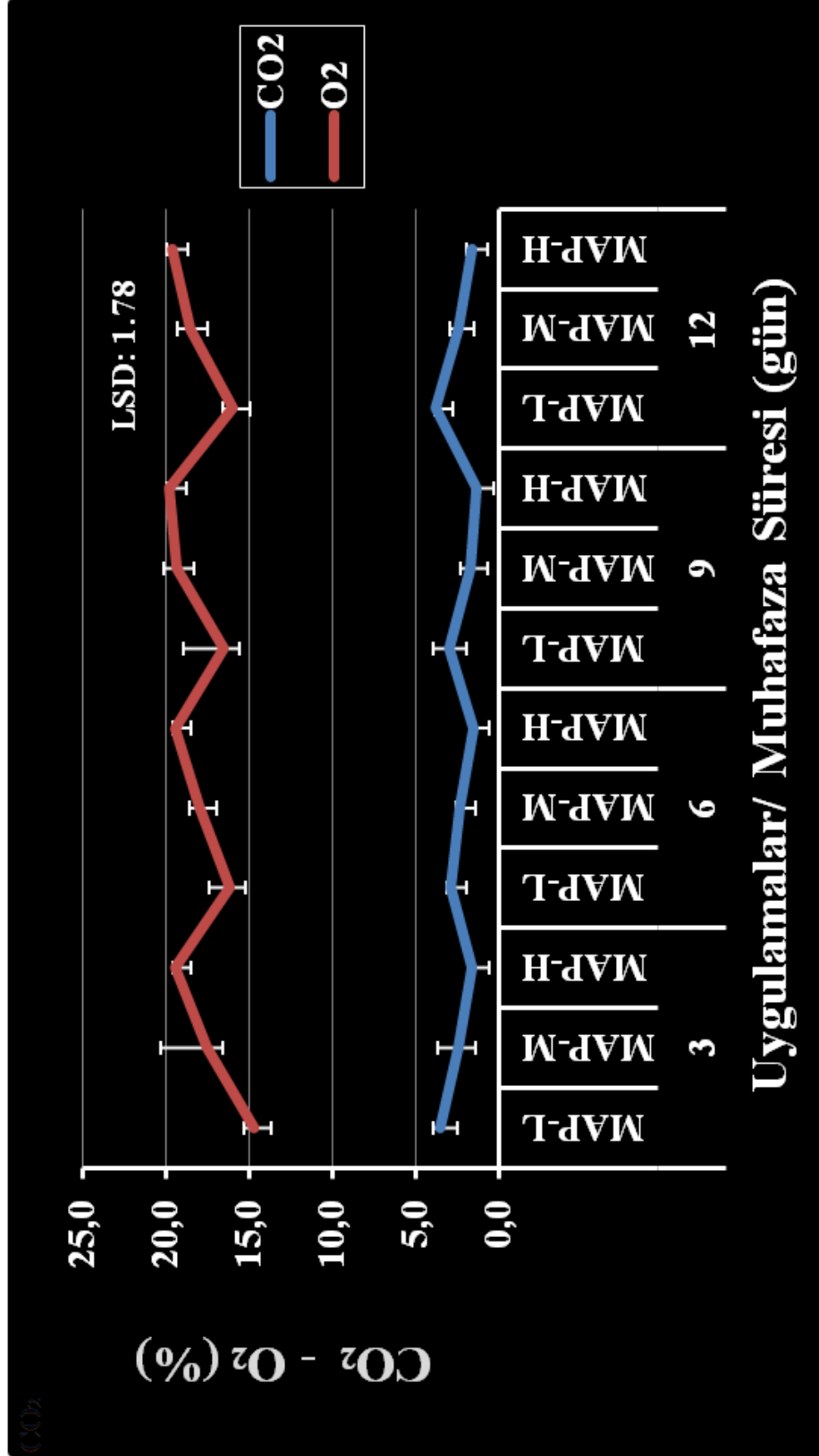
MAP'deki gaz bileşimleri incelendiğinde CO₂ oranının azalış ve artışlar halinde dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir. Muhafazanın 3. gününde en düşük ve en yüksek CO₂ oranı sırasıyla %1,58 ile MAP-H uygulamasından ve %3,50 ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir. Muhafazanın sonunda ise en az CO₂ birikimi %1,64 ile MAP-H uygulamasından, en yüksek CO₂ birikimi %3,76 ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.1.14).

MAP'deki O₂ oranı incelendiğinde azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir. Muhafazanın 3. gününde en düşük ve en yüksek O₂ oranı sırasıyla %14,70 ile MAP-L uygulamasından ve %19,47 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Muhafazanın sonunda ise en az O₂ oranı %15,97 ile MAP-L uygulamasından, en yüksek O₂ oranı ise %19,63 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.1.14).

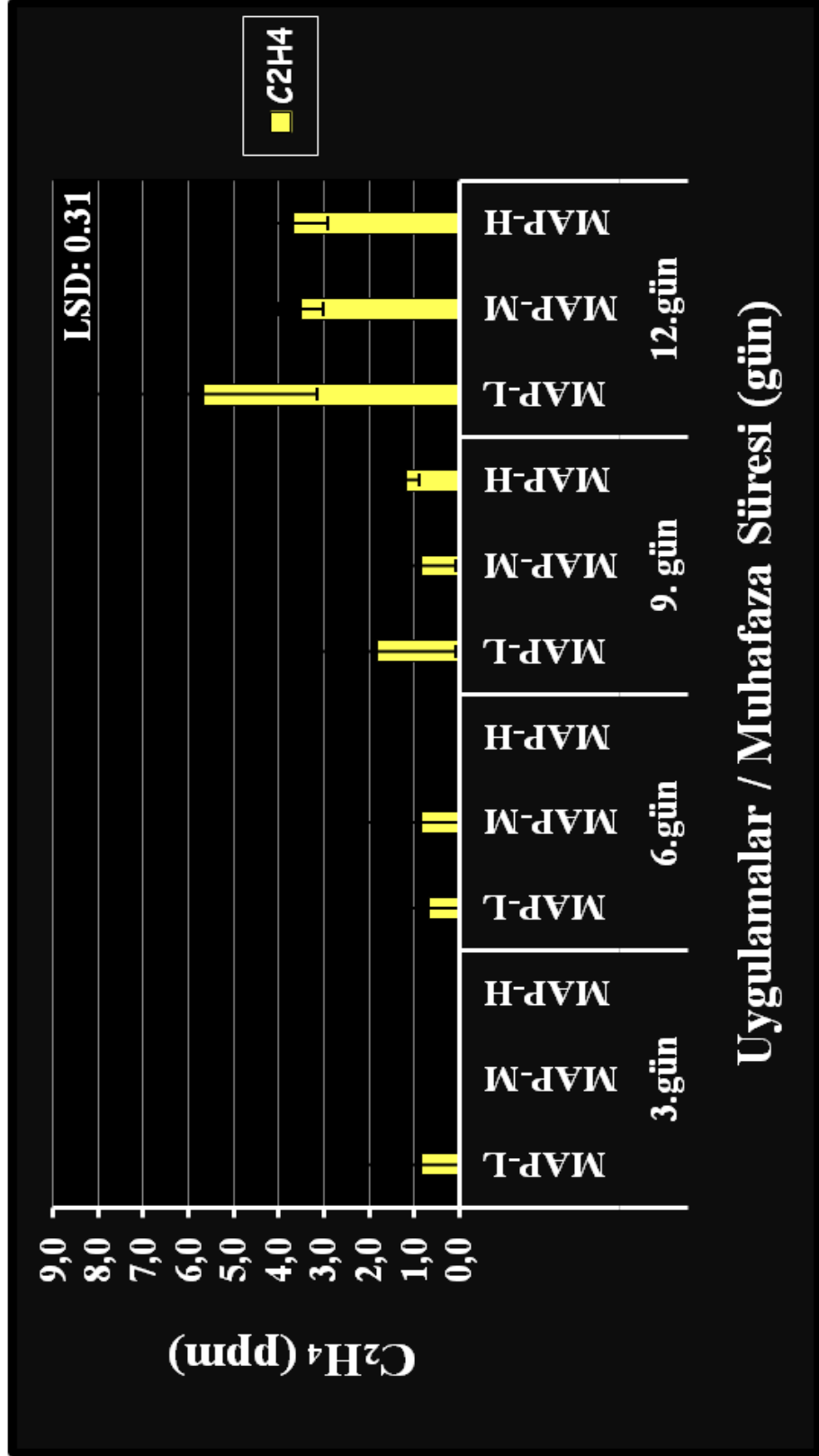
Modifiye atmosferin çilekler üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, denememizdeki O₂ bulgularından farklı, CO₂ bulgularıyla paralel olarak, muhafaza süresince Honeoye çeşidi için O₂ oranının giderek azaldığı ve CO₂ oranının artış gösterdiği saptanmıştır (Nielsen ve Leufvén 2008).

MAP'deki C₂H₄ oranları incelendiğinde muhafazanın 3. gününde 0,83 ppm ile MAP-L uygulamasında belirlenirken, MAP-M ve MAP-H uygulamalarında C₂H₄ birikimi gözlenmemiştir. Çalışmanın 12. gününde en düşük ve en yüksek C₂H₄ oranı sırasıyla 3,50 ppm ile MAP-M ve 5,66 ppm ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.1.15). Kartal ve ark.'na (2010) göre, etilen klimakterik olmayan meyvelerde klorofil yıkımına neden olmakta, kloroplastların kromoplastlara dönüşüp, kromoplastlardaki karetonoidlerin yapımına olanak sağlayarak renk değişimine sebep olmaktadır. Denememiz sonuçlarına bakıldığında da en fazla etilen birikimi MAP-L uygulamasında meydana gelmiş ve bununla ilişkili olarak en fazla renk değişimi de MAP-L uygulamasında tespit edilmiştir.

Çalışmamız bulgularına zıt bir şekilde, Kartal ve ark. (2010) tarafından bildirildiğine göre, oksijen, etilen üretimi için gerekmektedir ve oksijen konsantrasyonu yaklaşık %8 azaltıldığında etilen üretimi %50 azalmaktadır. Bu düşük oksijen, etilen hareketini ve üretimini inhibe ederek ürünün olgunlaşmasını azaltmaktadır.



Şekil 4.1.14 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen CO₂ ve O₂ değişimleri



Şekil 4.1.15 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen etilen (C₂H₄) değişimleri

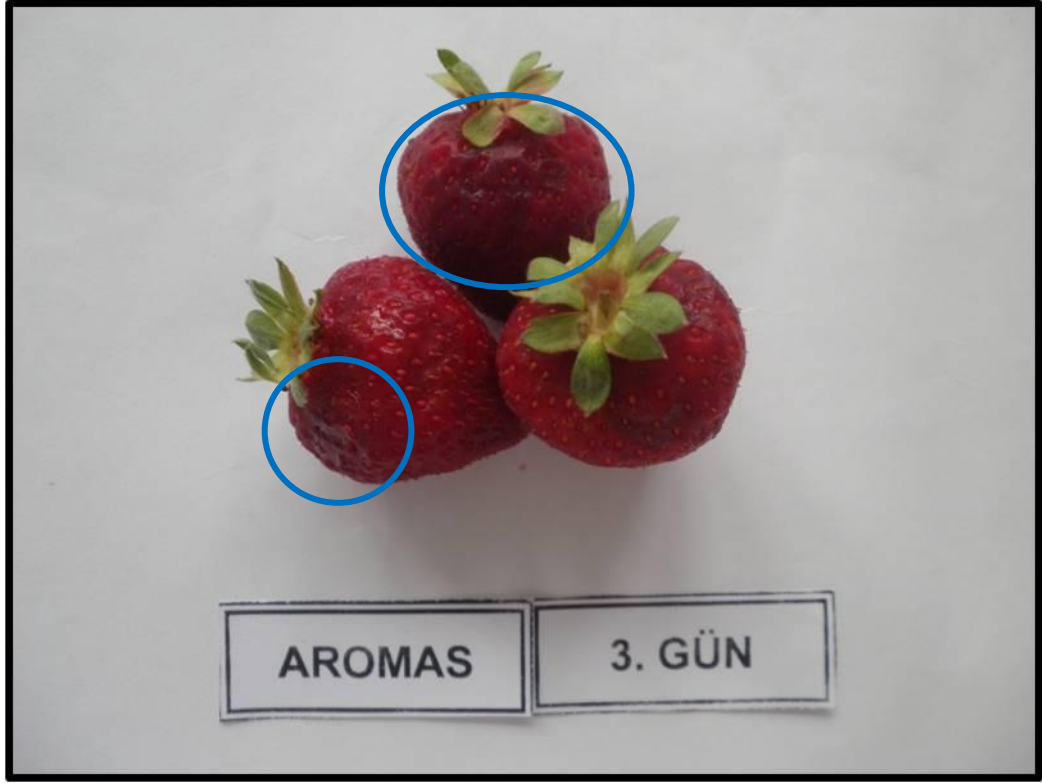
4.1.9 Patolojik bozulma

Muhafaza süresince yapılan değerlendirmelerde, 3. günden itibaren kontrol grubu meyvelerinde patolojik bozulmalar saptanmıştır (Şekil 4.1.16). 3. günde gri küf (*Botrytis cinerea*) hastalığı görülürken, muhafazanın ilerlemesiyle kontrol grubu meyvelerinde *Botrytis cinerea* ile birlikte mavi-yeşil küf (*Penicillium spp.*) ve *Alternaria* çürüklüğü (*Alternaria tenuissima*) de tespit edilmiştir (Şekil 4.1.17). Farklı geçirgenlikteki MAP uygulamalarında ise muhafaza süresince patolojik bozulma gözlenmemiş, dolayısıyla uygulamaların patolojik bozulmayı engellediği saptanmıştır. Raf ömrü süresince yapılan değerlendirmelerde 0+2. günden itibaren patolojik bozulma gözlenmiştir (Şekil 4.1.18). Genel olarak gri küf (*Botrytis cinerea*) hastalığının yaygın olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1.19). 12+2. günde aşırı olgunlaşmayla birlikte hastalık etmenleri de artmış, meyveler kalitesini kaybederek tüketim dışı hale gelmiştir (Şekil 4.1.20).

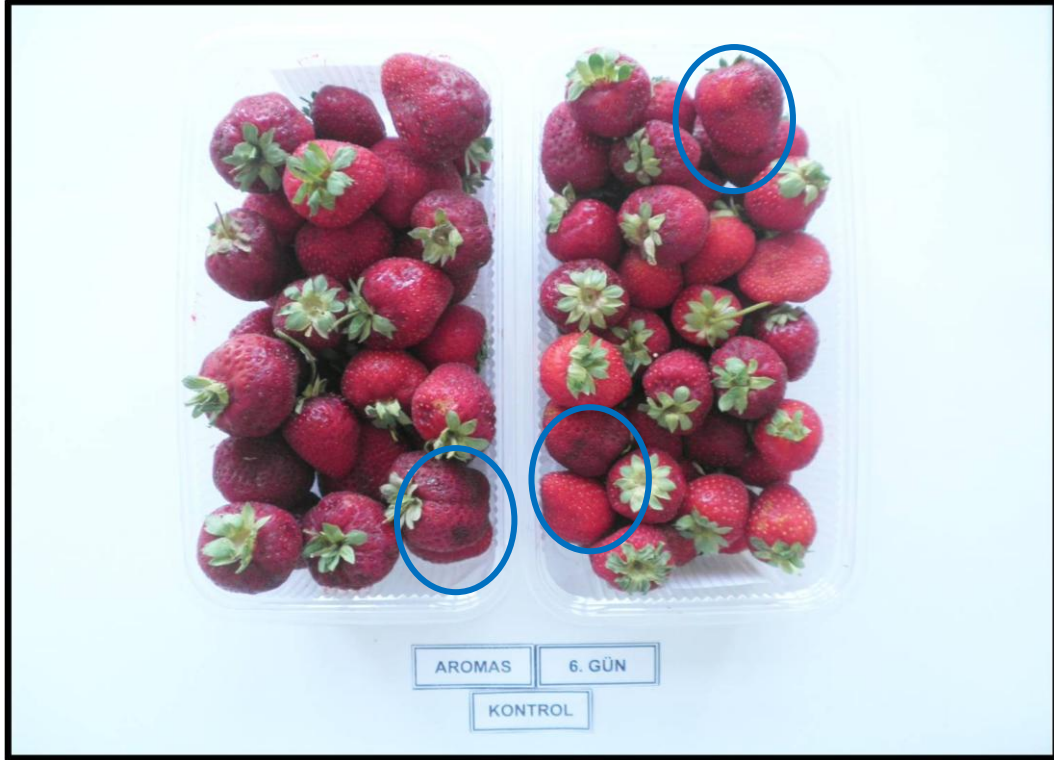
Almenar ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, çalışmamıza benzer olarak, düşük CO₂ (%0,05, %3, %6) ortamında depolanan çileklerde, 13., 15., ve 17. günlerde *Botrytis cinerea* belirtileri görülmüştür. Ancak yüksek CO₂ (%10 ve %15) ortamında *Botrytis cinerea*'nın etki alanının başarılı bir şekilde kontrol altına alındığı tespit edilmiştir.

Sanz ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, çalışmamıza paralel bir şekilde, çilek meyveleri arasındaki aşırı bozulmanın başlıca nedeni *Botrytis* çürüklüğü olmuştur. Misel gelişimi gösteren meyvelerin artışı ile meyve kayıplarındaki artışlar benzerlik göstermiştir. 7. günde mikrodelikli paketlerdeki meyvelerde fungal çürüklük daha az bir seviyede görülürken, kontrol meyvelerinin %100'ü 6. günde *Botrytis cinerea* ile bulaşık hale gelmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği zamandaki iklim koşulları, yoğun yağış ve sisin depolama boyunca *Botrytis* çürüklüğünü artıracağına da unutulmaması gerektiği vurgulanmıştır.

Sıcaklık ve oransal nemin çilekte kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, çalışmamız bulgulara benzer bir şekilde, 20°C' de 3 günde meydana gelen kalite kaybındaki ana nedenin fungal çürüme olduğu saptanmıştır (Shin ve ark. 2007).



Şekil 4.1.16 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin kontrol grubu 3. gün görünümü



Şekil 4.1.17 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin kontrol grubu 6. gün görünümü ve bozulmaların başlangıcı



Şekil 4.1.18 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün görünümü ve patolojik bozulma



Şekil 4.1.19 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin 6+2. gün görünümü



Şekil 4.1.20 'Aromas' çeşidi çilek meyvelerinin 12+2. gün görünümü

4.2 Kabarla Çilek Çeşidinde Muhafaza Süresi ve Raf Ömrü Boyunca Meydana Gelen Fiziksel ve Kimyasal Değişimler

4.2.1 Ağırlık kaybı

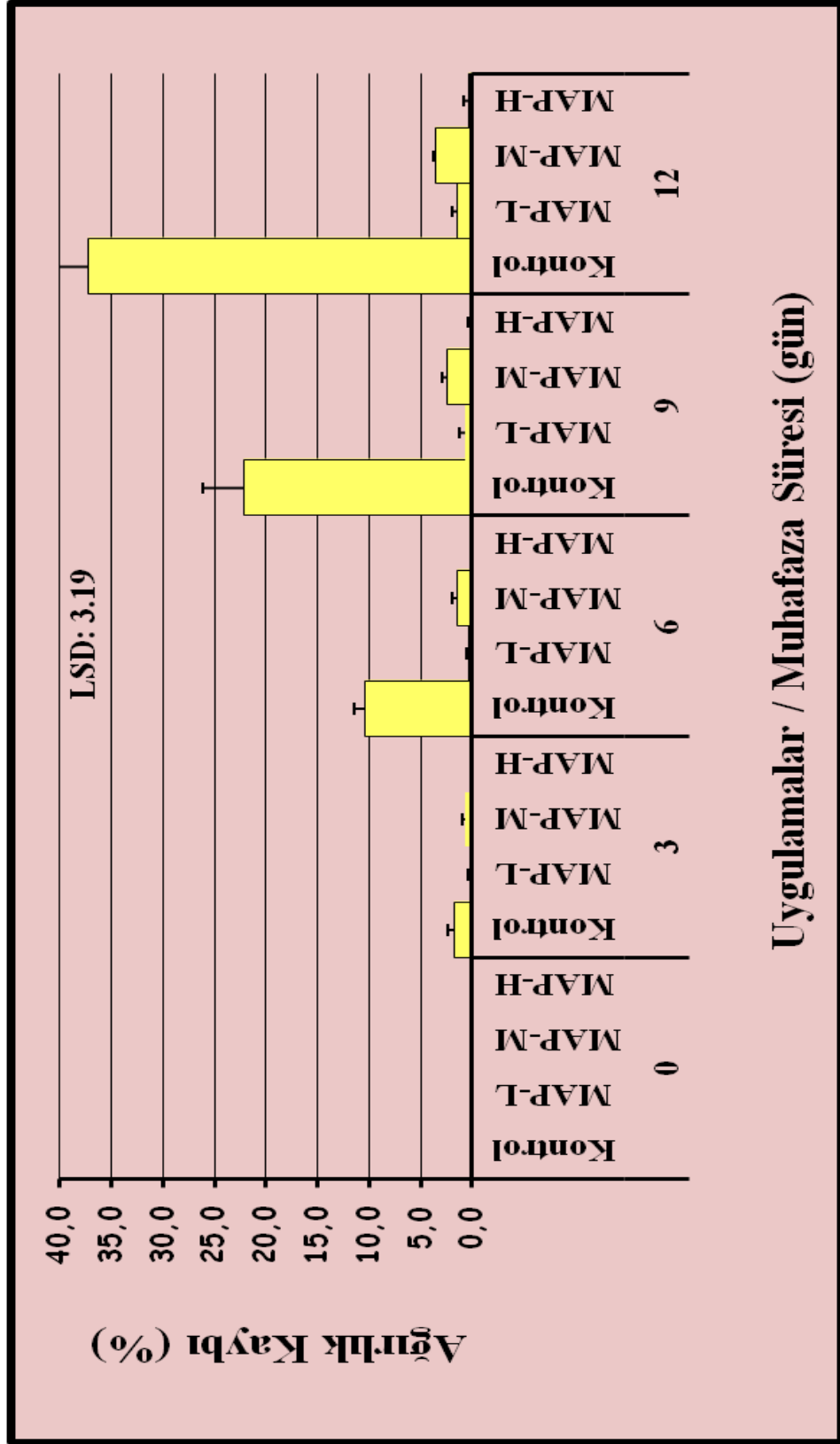
Hasat sonrası farklı geçirgenlikteki MAP uygulamalarının çilek muhafazasına etkisinin araştırıldığı çalışmada örneklerin başlangıç görünüşleri Şekil 4.2.1’de verilmiştir. Çalışma ağırlık kaybı bakımından incelendiğinde, muhafazanın ilerleyen dönemlerinde ağırlık kaybının arttığı tespit edilmiştir. Muhafaza süresiyle artış gösteren ağırlık kaybı meyvenin su kaybetmesine bağlı olarak beklenen bir sonuç olarak belirlenmiştir. Muhafaza süresinin 3. gününde en fazla ağırlık kaybı %1,67 ile kontrol grubu meyvelerinde belirlenmiştir. Çalışmanın 12. gününde en az ve en fazla ağırlık kaybı sırasıyla %0,32 ile MAP-H uygulamasından ve %37,35 ile kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir (Şekil 4.2.2). Tüm muhafaza dönemleri boyunca ağırlık kaybına bakıldığında, farklı geçirgenlikteki MAP uygulamalarının ağırlık kaybını belirgin derecede önlediği belirlenmiştir. Yıldız ve ark. (1983), tarafından yapılan bir çalışmada, çalışmamıza paralel olarak, çilekler 0°C’de %90-95 oransal nemde depolanmıştır. Çalışmanın sonunda, açık kutularda bulunan meyvelerdeki ağırlık kaybının, ambalajlanmış kutulara göre daha fazla olduğunu tespit edilmiştir (Bal ve Çelik 2005). Modifiye atmosferde paketlemenin Honeoye ve Korona çilek çeşitlerinin kalitesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, polipropilen ambalaj materyali uygulanarak 5°C’ de 10 gün depolama yapılmıştır. Çalışmamız ile paralel bir biçimde, ambalaj uygulaması yapılan çileklerin depolama boyunca ağırlıklarını koruduğu tespit edilirken, ambalajlanmamış çileklerde her gün %1,5 ağırlık kaybı tespit edilmiştir (Nielsen ve Leufvén 2008). Hasat sonrası farklı MAP uygulamalarının çilek raf ömrüne etkisinin incelendiği örneklerin 0+2. gün görünüşleri ise Şekil 4.2.3’de verilmiştir. Raf ömrü süresince ağırlık kayıplarında artışlar tespit edilmiştir. Çalışmanın 0+2. gününde ağırlık kaybı %3,46 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 12+2. gününde kontrol grubu ile MAP uygulamaları arasındaki ağırlık kaybı farklılıklarının istatistiki olarak önemsiz olduğu bulunmuştur (Şekil 4.2.4). Çalışma istatistiki olarak değerlendirildiğinde kontrol grubu ile MAP uygulamaları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Tüm raf ömrü süresince ağırlık kaybına bakıldığında ise farklı geçirgenlikteki MAP uygulamalarının raf ömrü süresine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Sıcaklık ve oransal nemin çilekte kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, çalışmamıza benzer bir biçimde,

20°C'de 3. günün sonunda ağırlık kaybının hızlı bir şekilde artış gösterdiği tespit edilmiştir (Shin ve ark. 2007).

Muhafaza boyunca çileklerin kalite parametrelerinin değerlendirildiği bir çalışmada, denememiz bulgularından farklı olarak, 20°C'de, raf ömrünün 5+1 ve 10+1. günlerinde MAP uygulaması yapılan meyvelerin ağırlık kaybının, kontrol grubu örneklerine göre daha az olduğu tespit edilmiştir (Ozkaya ve ark.2009).



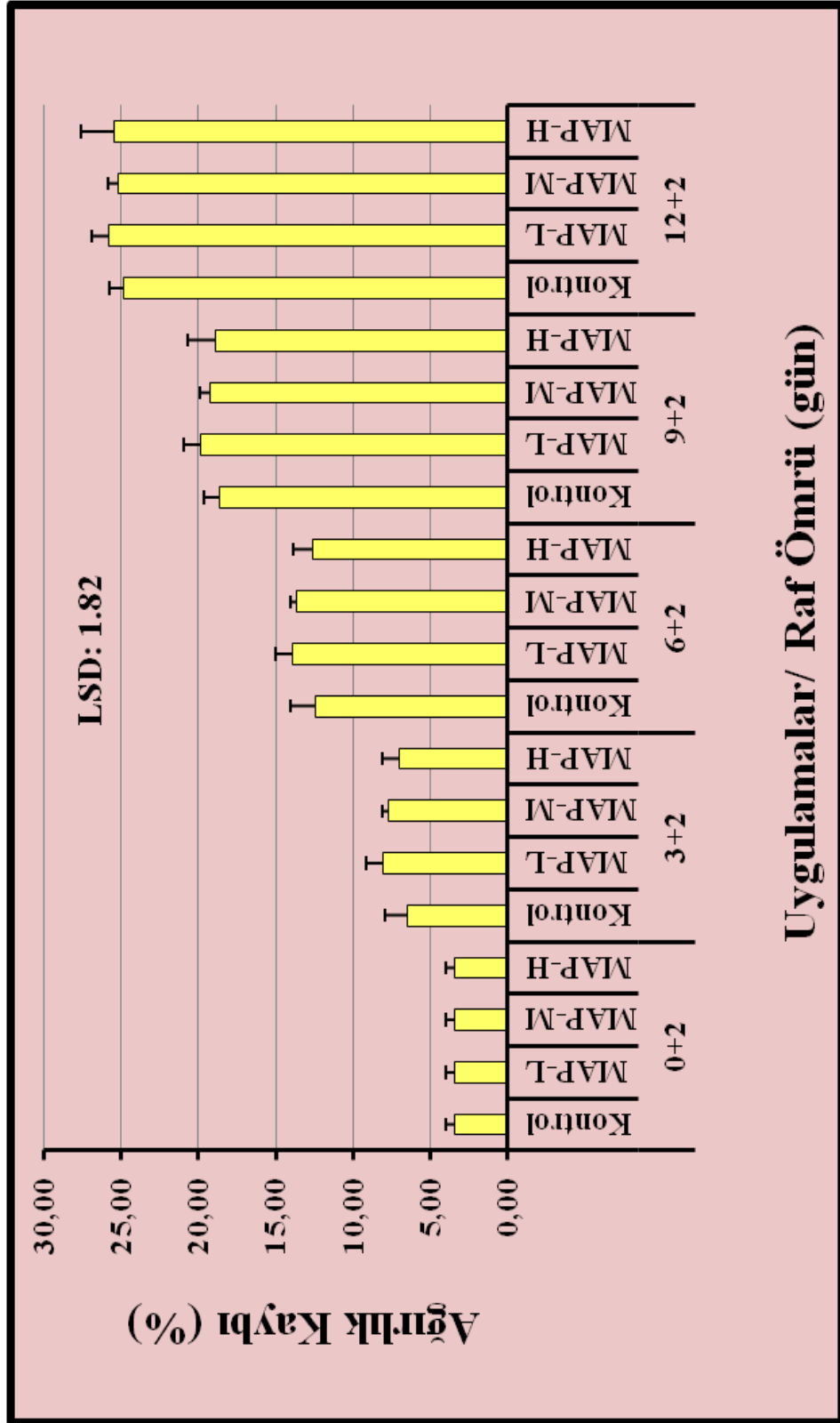
Şekil 4.2.1 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin muhafaza başlangıcı görünümü



Şekil 4.2.2 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri



Şekil 4.2.3 'Kabarla' çeşidi çilek meyvesinin 0+2. gün görünümü



Şekil 4.2.4 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen ağırlık kaybı değişimleri

4.2.2 SÇKM

Çalışmada SÇKM incelendiğinde muhafaza süresine bağlı olarak azalış ve artışlar gözlenmektedir. Muhafaza süresince yapılan analizlerde SÇKM miktarında meydana gelen bu dalgalanmalar istatistiki bakımdan da önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.1). Çalışmanın 3. gününde en düşük ve en yüksek SÇKM miktarı sırasıyla, %4,83 ile MAP-L uygulamasından ve %6,17 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmanın 12. gününde en düşük ve en yüksek SÇKM miktarı ise sırasıyla %4,67 ile MAP-L ve %5,67 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.2.1). Isparta koşullarında yetiştirilen Cavendish, Chandler, Camarosa, Selva ve Dorit çilek çeşitlerinin soğukta depolama sırasındaki kalite değişimini incelemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, hasat edilen meyveler delikli plastik kaseler içerisinde 0°C sıcaklık ve %90±5 nispi neme sahip soğuk oda koşullarında 10 gün depolanmıştır. Çalışmamız ile benzer bir şekilde, SÇKM içeriğine bakıldığında Selva ve Chandler çeşitlerinde başlangıca kıyasla depolama sonunda artış, diğer çeşitlerde ise dalgalanmalar gözlenmiştir (Koyuncu ve ark. 2003). Raf ömrü süresince SÇKM incelendiğinde kontrol grubu meyvelerinde, MAP-L uygulamasında ve MAP-M uygulamasında azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar tespit edilirken, MAP-H uygulamasının SÇKM miktarında azalma gözlenmiştir. Çalışmanın 3+2. gününde en düşük ve en yüksek SÇKM miktarı sırasıyla %4,17 ile MAP-M uygulamasından ve %5,50 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Çalışmanın 12+2. gününde ise en düşük ve en yüksek SÇKM miktarı sırasıyla %4,33 ile MAP-L uygulamasından ve %5,33 ile kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.2.2). Sıcaklık ve oransal nemin çilekte kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yüksek sıcaklıklarda depolamanın SÇKM miktarının azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Elde edilen bulgular çalışmamızda ki MAP-H uygulaması bulguları ile benzerlik göstermektedir (Shin ve ark. 2007). Muhafaza boyunca çileklerin kalite parametrelerinin değerlendirildiği bir çalışmada, çalışmamıza paralel olarak, 20°C'de, raf ömrünün 5+1 ve 10+1. günlerinde SÇKM miktarında azalma meydana geldiği, kontrol grubu meyvelerinin SÇKM miktarının, MAP uygulaması yapılmış meyvelerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Ozkaya ve ark. 2009).

Çizelge 4.2.1 ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazaları süresince meydana gelen SÇKM, TEA ve pH değerleri değişimleri

Muhafaza Süresi (gün)	Uygulama	SÇKM ^d (%)	TEA ^e (%)	pH
0. gün	Kontrol	5,00def ^f	0,08abc	3,83a
	MAP-L ^a	5,00def	0,08abc	3,83a
	MAP-M ^b	5,00def	0,08abc	3,83a
	MAP-H ^c	5,00def	0,08abc	3,83a
3. gün	Kontrol	5,83ab	0,09abc	3,80a
	MAP-L	4,83ef	0,06bc	3,89a
	MAP-M	5,83ab	0,05bc	3,84a
	MAP-H	6,17a	0,04c	3,93a
6. gün	Kontrol	5,33bcde	0,08abc	3,84a
	MAP-L	5,17cdef	0,04c	3,83a
	MAP-M	5,33bcde	0,06bc	3,82a
	MAP-H	5,50bcd	0,06bc	3,88a
9. gün	Kontrol	5,67abc	0,13a	3,86a
	MAP-L	5,17cdef	0,10ab	3,93a
	MAP-M	5,17cdef	0,10ab	3,90a
	MAP-H	5,83ab	0,08abc	3,92a
12. gün	Kontrol	5,33bcde	0,09abc	3,58b
	MAP-L	4,67f	0,08abc	3,91a
	MAP-M	5,00def	0,10ab	3,94a
	MAP-H	5,67abc	0,09abc	3,98a
	LSD	0,57	0,05	0,20

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^d SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde; ^e TEA: Titre edilebilir asit; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 4.2.2 ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen SÇKM, TEA ve pH değerleri değişimleri

Raf Ömrü Süresi (gün)	Uygulama	SÇKM ^d (%)	TEA ^e (%)	pH
0+2.gün	Kontrol	6,00a ^f	0,09e	3,79h
	MAP-L ^a	6,00a	0,09e	3,79h
	MAP-M ^b	6,00a	0,09e	3,79h
	MAP-H ^c	6,00a	0,09e	3,79h
3+2.gün	Kontrol	5,17bc	0,12cde	3,80gh
	MAP-L	5,00bc	0,24ab	3,84fg
	MAP-M	4,17e	0,18bcde	3,87cdef
	MAP-H	5,50ab	0,10de	3,88bcdef
6+2.gün	Kontrol	4,83cd	0,21bcd	3,89abcde
	MAP-L	4,33de	0,19bcde	3,86def
	MAP-M	5,17bc	0,14bcde	3,87cdef
	MAP-H	5,17bc	0,18bcde	3,89abcde
9+2.gün	Kontrol	5,17bc	0,11de	3,87cdef
	MAP-L	5,00bc	0,19bcde	3,87cdef
	MAP-M	4,83cd	0,34a	3,90abcd
	MAP-H	5,00bc	0,23abc	3,91abc
12+2.gün	Kontrol	5,33bc	0,33a	3,85ef
	MAP-L	4,33de	0,19bcde	3,84fg
	MAP-M	5,17bc	0,21bcd	3,93a
	MAP-H	4,83cd	0,19bcde	3,92ab
	LSD	0,58	0,12	0,05

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^d SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde; ^e TEA: Titre edilebilir asit; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

4.2.3 TEA

Çalışmada muhafaza süresi boyunca TEA değerlerinin azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmanın 3. gününde en düşük ve en yüksek TEA değerleri sırasıyla %0,04 ile MAP-H uygulamasından ve %0,09 ile kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir. Muhafazanın sonunda yapılan analizlerde ise uygulamaların TEA değerleri %0,08 ile %0,10 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2.1). Soğukta muhafaza esnasında 5 çilek çeşidinde (Dover, Campineiro, Mazi, Toyonaka ve Oso grande) kalite ile ilgili fizikokimyasal değişimlerin incelendiği bir çalışmada, bir hafta soğukta muhafazadan sonra yapılan değerlendirmelerde çalışmamıza paralel olarak, TEA değerlerinde önemli bir değişim elde edilmediği tespit edilmiştir (Cordenunsi ve ark. 2003). Raf ömrü süresince yapılan analizlerde TEA değerlerinin azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmanın 0+2. gününde TEA değeri %0,09 olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın 3+2. gününde en düşük ve en yüksek TEA değerleri sırasıyla %0,10 ile MAP-H uygulamasından ve %0,24 ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir. Raf ömrünün son periyodunda yapılan analizler sonucunda ise en düşük ve en yüksek TEA değerleri sırasıyla %0,19 ile MAP-L-MAP-H uygulamalarından ve %0,33 ile kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir (Çizelge 4.2.2). Polipropilen ambalaj materyali ile paketlenmiş çileklerin kalite parametrelerinin incelendiği bir çalışmada, çalışmamıza benzer bir şekilde, 20°C'de, raf ömrünün 3+2. gününde TEA miktarının kontrol grubu meyvelerinde, MAP uygulaması yapılmış meyvelere göre daha düşük olduğu saptanmış, MAP uygulaması yapılmış meyveler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Sanz ve ark. 1999).

4.2.4 pH

Muhafaza başlangıcında meyvelerin pH değeri 3,83 olarak tespit edilmiştir. Muhafaza süresince yapılan analizler sonucu elde edilen veriler incelendiğinde pH değerlerinde azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar gözlenmiştir. Çalışmanın 3. gününde elde edilen verilere göre uygulamaların pH değerleri 3,80 ile 3,93 arasında değişim göstermiştir. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre en düşük pH değeri 3,58 ile kontrol grubu meyvelerinden, en yüksek pH değeri ise 3,98 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.2.1). Çileklerin kontrollü atmosferde muhafazası ile ilgili yapılan bir çalışmada, çalışmamız bulgularından farklı olarak, muhafaza süresince çileklerin pH değerinin hafif bir artış gösterdiği belirtilmiştir (Almenar ve ark. 2006). Soğukta muhafaza esnasında çileklerde meydana gelen fizikokimyasal değişimlerin incelendiği bir çalışmada, çalışmamız bulgularından farklı olarak, düşük sıcaklıklarda pH miktarının değişmediği tespit edilmiştir (Ali ve ark. 2011). Raf ömrü süresince yapılan analizlerde kontrol grubu, MAP-L uygulaması ve MAP-M uygulamasının pH değerleri azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar gösterirken, MAP-H uygulamasının artış eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Çalışmanın 0+2. gününde pH değeri 3,79 olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 3+2. gününde en düşük ve en yüksek pH değerleri sırasıyla 3,80 ile kontrol grubu meyvelerinden ve 3,88 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Raf ömrünün son periyodunda yapılan analizler sonucunda ise en düşük ve en yüksek pH değerleri sırasıyla 3,84 ile MAP-L ve 3,93 ile MAP-M uygulamalarından elde edilmiştir. Raf ömrünün son periyodunda yapılan analizler sonucunda uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2.2).

4.2.5 Askorbik asit

Çalışmada askorbik asit miktarı muhafaza süresi boyunca azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar göstermiştir. Muhafaza başlangıcında askorbik asit miktarı 11,16 mg/100g olarak gözlenmiştir. Çalışmanın 3. gününde en düşük ve en yüksek askorbik asit miktarı sırasıyla, 0,24 mg/100g ile MAP-L uygulamasından ve 3,48 mg/100g ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Muhafaza süresinin sonunda yapılan analizlerde kontrol grubu meyveleri ve MAP-L uygulamasında absorbands okuması yapılamamış ve askorbik asit değeri elde edilememiştir. Muhafaza süresinin sonunda askorbik asit miktarı belirlenebilen iki uygulamadan en yüksek askorbik asit değeri 5,08 mg/100g ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.2.3). Raf ömrü süresince yapılan analizlerde askorbik asit miktarı 0+2. günde 1,89 mg/100g olarak belirlenmiştir. Çalışmanın 3+2. gününde askorbik asit miktarı 5,14 ile 6,49 mg/100g arasında değişim göstermiştir. Çalışmanın 6+2. gününde askorbik asit miktarı kontrol grubu meyvelerinde 6,20 mg/100g olarak belirlenirken, farklı geçirgenlikteki MAP uygulamalarında absorbands okuması yapılamamış ve bir askorbik asit değeri elde edilememiştir. Çalışmanın 9+2. ve 12+2. gününde yapılan analizlerde de askorbik asitin aşırı yıkıma uğramasından dolayı absorbands okuması yapılamamış dolayısıyla askorbik asit değeri elde edilememiştir (Çizelge 4.2.4). Sıcaklık ve oransal nemin çileğin kalite parametrelerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, çilekler %75, %80 ve %95 oransal nemde 0,5, 10 ve 20°C'de 4 gün muhafaza edilmiştir. Çalışmamız bulgularından farklı olarak, askorbik asit miktarı muhafazanın ilk 2 günü değişmemiş ve daha sonra 0,5°C ve 20°C'de azalmaya başladığı, ancak tüm oransal nem koşullarında 10°C'de değişim göstermeyerek aynı kaldığı tespit edilmiştir (Shin ve ark. 2007). Sıcaklığın çileklerdeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, çalışmamıza benzer bir şekilde, 25°C raf ömründe 6 gün boyunca tutulan Dover çilek çeşidinin askorbik asit miktarında azalmaların olduğu tespit edilmiştir (Cordenunsi ve ark. 2005).

Çizelge 4.2.3 ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen askorbik asit, genel görünüm ve tat değerleri değişimleri

Muhafaza Süresi (gün)	Uygulama	Askorbik Asit (mg/100g)	Genel Görünüm	Tat
0. gün	Kontrol	11,16bc ^f	10,00a	10,00a
	MAP-L ^a	11,16bc	10,00a	10,00a
	MAP-M ^b	11,16bc	10,00a	10,00a
	MAP-H ^c	11,16bc	10,00a	10,00a
3.gün	Kontrol	2,83ef	8,87b	9,13ab
	MAP-L	0,24f	7,53de	9,07ab
	MAP-M	2,13ef	8,60bc	8,47bc
	MAP-H	3,48ef	8,60bc	7,93bcde
6.gün	Kontrol	8,91c	7,20ef	8,33bcd
	MAP-L	1,22bc	6,40fgh ₁	4,27h ₁
	MAP-M	8,44cd	7,87cde	3,73 ₁
	MAP-H	8,09cd	7,67de	5,40gh
9.gün	Kontrol	9,62bc	6,13h _{1j}	5,87fg
	MAP-L	12,75b	5,40 _j	4,93gh ₁
	MAP-M	10,57bc	6,13h _{1j}	7,13cdef
	MAP-H	16,88a	5,60 _{ij}	7,07def
12.gün	Kontrol	0,00f	6,33gh ₁	6,87ef
	MAP-L	0,00f	8,20bcd	6,87ef
	MAP-M	0,77f	7,13efg	7,40cde
	MAP-H	5,08de	6,67fgh	7,00def
	LSD	3,52	0,85	1,37

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

Çizelge 4.2.4 ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen askorbik asit, genel görünüm ve tat değerleri değişimleri

Raf Ömrü Süresi (gün)	Uygulama	Askorbik Asit (mg/100g)	Genel Görünüm	Tat
0+2.gün	Kontrol	1,89ab ^f	2,67a	2,67a
	MAP-L ^a	1,89ab	2,67a	2,67a
	MAP-M ^b	1,89ab	2,67a	2,67a
	MAP-H ^c	1,89ab	2,67a	2,67a
3+2.gün	Kontrol	5,14a	1,00b	1,00b
	MAP-L	6,49a	1,00b	1,00b
	MAP-M	5,90a	1,00b	1,00b
	MAP-H	5,43a	1,00b	1,00b
6+2.gün	Kontrol	6,20a	1,00b	1,00b
	MAP-L	0,00b	1,00b	1,00b
	MAP-M	0,00b	1,00b	1,00b
	MAP-H	0,00b	1,00b	1,00b
9+2.gün	Kontrol	0,00b	1,00b	1,00b
	MAP-L	0,00b	1,00b	1,00b
	MAP-M	0,00b	1,00b	1,00b
	MAP-H	0,00b	1,00b	1,00b
12+2.gün	Kontrol	0,00b	1,00b	1,00b
	MAP-L	0,00b	1,00b	1,00b
	MAP-M	0,00b	1,00b	1,00b
	MAP-H	0,00b	1,00b	1,00b
	LSD	4,80	0,43	0,43

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketlenme; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

4.2.6 Duyusal analizler

Çalışmada muhafazanın ilerlemesiyle genel olarak meyvelerde koyulaşmaların ve çöküntülerin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.2.5). Muhafazanın 12. gününde genel görünüm testi değerlendirildiğinde MAP-L ve MAP-M uygulamalarının daha başarılı sonuç verdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2.3). Koyuncu ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, çalışmamız ile paralel bir şekilde, çileklerin 7 günlük depolama sonrasında pazarlanabilir nitelikte oldukları görülmüştür. Wright ve Kader (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, çalışmamız ile paralel bir şekilde, 5°C’de çeşitli atmosfer koşulları altında depolanan çileklerin, 7 günün üzerinde görsel kalitesinin azalmış olduğu belirtilmiştir. Çileklerin raf ömrü süresince genel görünümüleri değerlendirildiğinde, 0+2. günde genel görünüm değerleri 2,67 olarak belirlenmiştir. 0+2. günden sonra uygulamaların genel görünüm değerleri 1,00 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2.4). Raf ömrü periyotları boyunca genel görünümüleri değerlendirilen meyvelerde farklı geçirgenlikte MAP uygulamalarının hiçbir etkisi olmadığı saptanmıştır. Meyvelerin raf ömrüne dayanmadıkları, pazar değeri taşımadıkları dolayısıyla da tüketime uygun olmadıkları saptanmıştır (Şekil 4.2.6 ve Şekil 4.2.7). Çalışmanın başlangıcında 10,00 olarak tespit edilen tat değerlerinin, 12 günlük muhafaza süresi boyunca 3,73 ile 9,13 arasında değiştiği gözlenmiştir. Muhafazanın sonunda en düşük ve en yüksek tat değerleri sırasıyla 6,87 ile kontrol grubu meyveleri-MAP-L uygulamasından ve 7,40 ile MAP-M uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.2.3). Mokka ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, çalışmamız bulguları ile benzer bir şekilde, Elsanta çilek çeşidinin, 9-10 gün muhafaza sonunda tatlarını iyi bir şekilde koruduğu tespit edilmiştir. Çileklerin raf ömrü süresince tat değerlendirmeleri yapıldığında, 0+2. günde tat değerleri 2,67 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2.4). 0+2. günden sonra uygulamaların tat değerleri 1,00 olarak belirlenmiş ve meyvelerin raf ömrüne dayanmadıkları, yeme kalitelerini kaybettikleri, dolayısıyla da tüketime uygun olmadıkları saptanmıştır.

Çileklerin kontrollü atmosferde muhafazası ile ilgili yapılan bir çalışmada, çileklerin 10 gün boyunca yüksek CO₂'de depolanmalarının meyvelerin tat ve görünümünde önemli bir değişime neden olmadığını belirtilmiştir. (Almenar ve ark. 2006). Elde edilen sonuçlar çalışmamız bulguları ile ilişkilendirildiğinde, 10 günlük muhafaza sonucunda çileklerin yenilebilir durumda olması Almenar ve ark.'nın (2006) yaptığı çalışma ile tat değerleri bakımından benzerlik, genel görünüm değerleri bakımından farklılık göstermektedir.



Şekil 4.2.5 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 12. gün görünümü



Şekil 4. 2. 6 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 3+2. gün görünüm



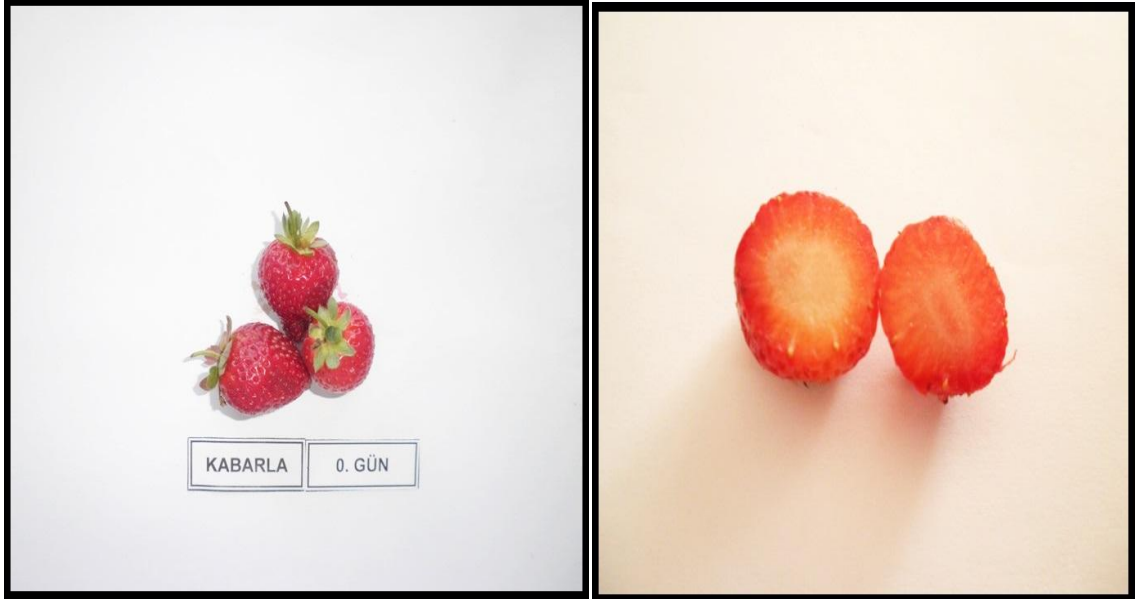
Şekil 4.2.7 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 12+2. gün görünümü

4.2.7 Meyve dış ve et rengi

Muhafaza süresince yapılan dış renk ölçümleri sonucunda başlangıca göre genel olarak L, a ve b değerlerinde artış eğilimi gözlenmiştir. Tam kızarmış halde hasat edilen meyvelerde, muhafaza süresince hafif koyulaşmaların meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 4.2.8 ve Şekil 4.2.9). Ancak muhafaza başlangıcına göre meyvelerin dış renginde önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. Muhafaza süresinin sonunda en düşük L değeri 7,94 ile kontrol grubu meyvelerinden ve en yüksek L değeri 8,21 ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.2.5). Muhafaza süresinin sonunda uygulamalara bakıldığında en düşük a değeri 1,65 ile kontrol grubu meyvelerinden ve en yüksek a değeri 2,32 ile MAP-L uygulamasından, en düşük b değeri 2,05 ile MAP-M uygulamasından ve en yüksek b değeri 2,27 ile kontrol grubu meyvelerinden elde edilmiştir. Koyuncu ve ark. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, çalışmamız bulgularından farklı olarak, soğukta depolanan bütün çilek çeşitlerinde rengin matlaştığı yani L değerinin azaldığı, kırmızı rengin başlangıca göre canlılığını kısmen yitirerek koyulaştığını belirtilmiştir. Raf ömrü değerlendirmesi yapılan meyvelerde süreç arttıkça su kaybından dolayı meydana gelen buruşmalar ve çöküntülerin yanı sıra fungal enfeksiyonun da artmasıyla, yoğun koyulaşma ve matlaşma belirlenmiştir (Şekil 4.2.10 ve Şekil 4.2.11). Raf ömrü süresince yapılan dış renk ölçümleri sonucunda 0+2. güne göre genel olarak L değerlerinde azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar tespit edilirken, a ve b değerlerinin azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.6). 12+2. günün sonunda yapılan analizlerde, en düşük ve en yüksek L değeri sırasıyla 8,02 ile MAP-L ve 7,77 ile MAP-M uygulamasından, en düşük ve en yüksek a değeri sırasıyla 0,49 ile MAP-M uygulamasından ve 0,75 ile kontrol grubu meyvelerinden, en düşük ve en yüksek b değeri ise sırasıyla 1,58 ile kontrol grubu meyvelerinden ve 1,76 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Muhafaza süresi boyunca meyve et rengi değişimleri incelendiğinde L, a ve b değerlerinde azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar belirlenmiştir. Muhafaza sonunda meyve et rengi L, a ve b değerlerine bakıldığında, en düşük ve en yüksek L değerleri sırasıyla 9,67 ile MAP-M uygulamasından ve 10,55 ile kontrol grubu meyvelerinden, en düşük ve en yüksek a değerleri sırasıyla 2,41 ile MAP-L uygulamasından ve 2,72 ile kontrol grubu meyvelerinden, en düşük ve en yüksek b değerleri ise sırasıyla 3,58 ile kontrol grubu meyvelerinden ve en yüksek 4,19 ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge

4.2.5). Raf ömrü boyunca meyve et rengi değişimleri incelendiğinde genel olarak L değerleri azalış ve artışlar gösterirken, a ve b değerlerinin azalma eğiliminde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2.6). Polipropilen ambalaj materyali ile paketlenmiş çileklerin kalite parametrelerinin incelendiği bir çalışmada, çalışmamız ile paralel bir şekilde, sıcaklık arttıkça meyvelerin L, a ve b değerlerinde azalma olduğu, yani meyvelerin canlılığını yitirerek daha mat ve koyu kırmızı renk aldığı saptanmıştır (Shin ve ark. 2007).

Bodelón ve ark. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, 10 gün boyunca depolamada, çileklerin et kısmındaki kırmızılık gelişimi, hem CO₂ uygulaması yapılmamış meyvelerde hem de CO₂ uygulaması yapılmış meyvelerde benzerlik göstermesine rağmen, 3. günün sonunda CO₂ uygulaması yapılmış çileklerde a değerinin önemli ölçüde azaldığı belirtilmiştir. 0°C'de 3 gün depolamadan sonra b değeri CO₂ uygulaması yapılmış uygulamalarda, uygulama yapılmamışlara göre daha fazla etkilenmiştir. 10. günde L, a, b değerleri uygulama yapılmamış meyvelerde, CO₂ uygulaması yapılmış meyvelere göre daha düşük bulunmuştur. Elde edilen bulgular çalışmamız ile ilişkilendirildiğinde, Bodelón ve ark.'nın (2010) yaptığı çalışmadan farklı olarak, çalışmamızda 10 günlük muhafaza sonunda L, a, b değerlerinin, kontrol grubu meyvelerinde, MAP-M ve MAP-H uygulamaları yapılmış meyvelere göre daha yüksek olduğu, ancak MAP-L uygulaması yapılan meyvelere göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Yani MAP-M ve MAP-H uygulaması yapılmış meyvelerin et rengindeki koyulaşmaların daha fazla olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.2.8 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin 0. gün meyve dış ve et rengi görünümü

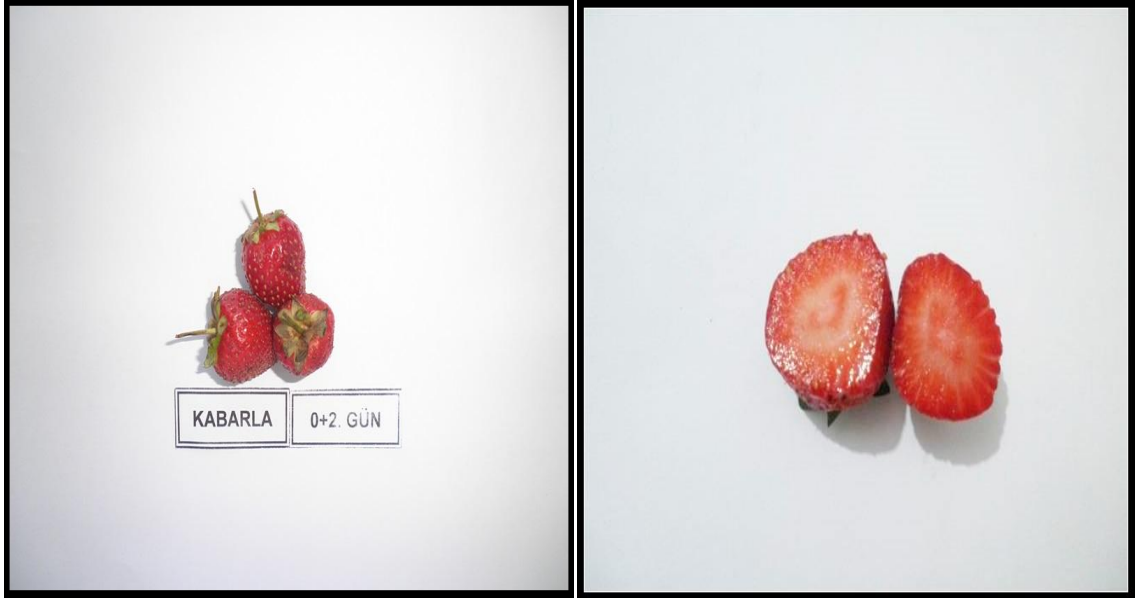


Şekil 4.2.9 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin 12. gün meyve dış ve et rengi görünümü

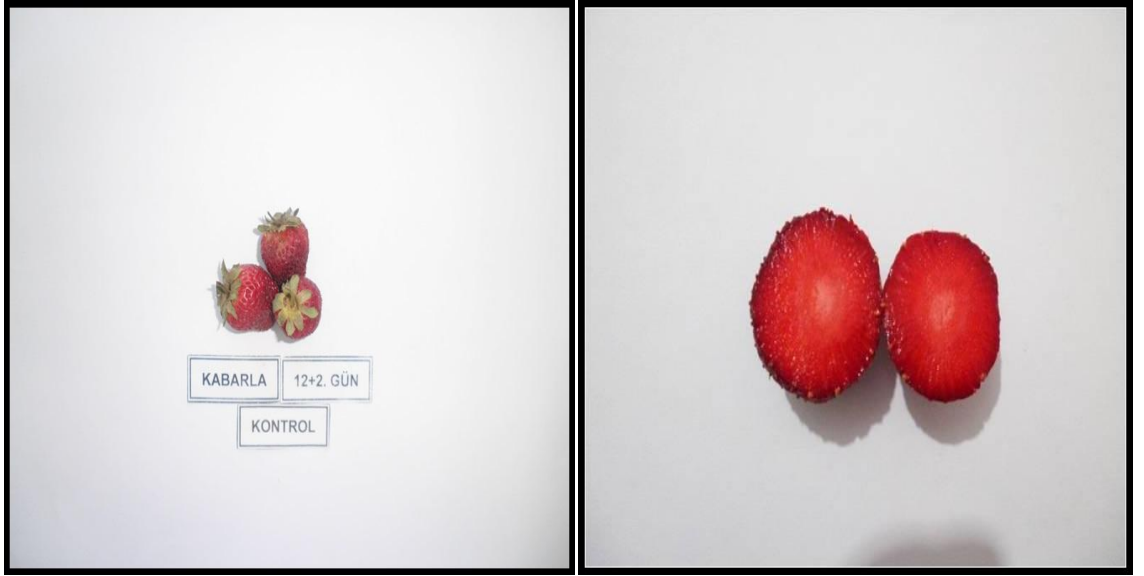
Çizelge 4.2.5 ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinin muhafazası süresince meydana gelen meyve dış rengi (L, a, b) ve meyve et rengi (L, a, b) değerleri değişimleri

Muhafaza Süresi (gün)	Uygulama	Meyve Dış Rengi			Meyve Et Rengi		
		L	a	b	L	a	b
0. gün	Kontrol	7.65gh ^f	1.48e	1.70e	9.71de	2.40abcd	3.73bcd
	MAP-L ^a	7.65gh	1.48e	1.70e	9.71de	2.40abcd	3.73bcd
	MAP-M ^b	7.65gh	1.48e	1.70e	9.71de	2.40abcd	3.73bcd
	MAP-H ^c	7.65gh	1.48e	1.70e	9.71de	2.40abcd	3.73bcd
3. gün	Kontrol	7.84efgh	2.04abcd	2.13abcde	9.97bcde	2.29bcde	3.91abcd
	MAP-L	7.56h	1.82cde	1.91de	9.67de	2.30bcde	3.75bcd
	MAP-M	7.66gh	1.80cde	2.02cde	9.96bcde	2.27bcde	3.86abcd
	MAP-H	7.73fgh	2.15abc	2.09abcde	9.97bcde	2.20cde	3.83abcd
6. gün	Kontrol	7.95defg	2.10abc	2.20abcd	9.56e	2.01def	3.57d
	MAP-L	7.83efgh	1.99abcd	2.26abcd	9.69de	1.97ef	3.59d
	MAP-M	7.91defg	1.76cde	2.34abcd	9.81cde	1.74f	3.61cd
	MAP-H	8.11cde	2.31ab	2.52a	9.87cde	2.01def	3.79abcd
9. gün	Kontrol	8.37abc	2.17abc	2.17abcd	10.55ab	2.21cde	3.96abcd
	MAP-L	8.55a	2.28ab	2.46abc	10.76a	1.97ef	4.11ab
	MAP-M	8.48ab	2.41a	2.51ab	10.05bcde	2.20cde	3.83abcd
	MAP-H	8.47ab	2.15abc	2.49ab	9.88cde	2.20cde	3.65cd
12. gün	Kontrol	7.94defg	1.65de	2.27abcd	10.55ab	2.72a	3.58d
	MAP-L	8.21bcd	2.32ab	2.12abcde	10.43abc	2.41abcd	4.19a
	MAP-M	7.96defg	2.04abcd	2.05bcde	9.67de	2.64ab	3.70bcd
	MAP-H	8.05cdef	1.91bcde	2.09abcde	10.29abcd	2.46abc	4.02abc
	LSD	0.33	0.45	0.46	0.62	0.42	0.43

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.



Şekil 4.2.10 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün meyve dış ve et rengi görünümü



Şekil 4.2.11 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin 12+2. gün meyve dış ve et rengi görünümü

Çizelge 4.2.6 ‘Kabarla’ çeşidi çilek meyvelerinde raf ömrü süresince meydana gelen meyve dış rengi (L, a, b) ve meyve et rengi (L, a, b) değerleri değişimleri

Raf Ömrü Süresi (gün)	Uygulama	Meyve Dış Rengi			Meyve Et Rengi		
		L	a	b	L	a	b
0+2	Kontrol	7.99abc ^f	1.90a	1.85bc	9.50a	2.78a	3.51abc
	MAP-L ^a	7.99abc	1.90a	1.85bc	9.50a	2.78a	3.51abc
	MAP-M ^b	7.99abc	1.90a	1.85bc	9.50a	2.78a	3.51abc
	MAP-H ^c	7.99abc	1.90a	1.85bc	9.50a	2.78a	3.51abc
3+2	Kontrol	7.75cde	1.19bc	1.63cd	9.42ab	2.71ab	3.40abc
	MAP-L	7.69de	1.31bc	1.68cd	9.31ab	2.39abc	3.36abcd
	MAP-M	7.56e	1.10bcd	1.57d	9.68a	2.54ab	3.63a
	MAP-H	7.75cde	1.44b	1.79bcd	9.32ab	2.36abc	3.37abc
6+2	Kontrol	7.81bcde	1.00cde	1.68cd	9.18ab	2.16bcd	3.21abcdef
	MAP-L	8.08a	1.45b	2.16a	9.67a	2.13bcde	3.58ab
	MAP-M	7.86abcd	1.06bcde	1.96ab	9.10ab	1.70def	3.14bcdef
	MAP-H	7.68de	0.56f	1.77bcd	8.82b	1.53fg	2.90ef
9+2	Kontrol	7.86abcd	1.00cde	1.69cd	9.41ab	1.86cdef	3.21abcdef
	MAP-L	7.83abcd	0.71def	1.58d	9.16ab	1.49fg	2.92def
	MAP-M	7.79bcde	0.37f	1.66cd	9.35ab	1.58defg	3.28abcde
	MAP-H	7.69de	0.57f	1.79bcd	9.10ab	1.54fg	3.09cdef
12+2	Kontrol	7.82abcde	0.75def	1.58d	9.70a	1.57efg	3.21abcdef
	MAP-L	8.02ab	0.67ef	1.65cd	9.44ab	1.00gh	2.90ef
	MAP-M	7.77bcde	0.49f	1.61cd	9.21ab	1.10gh	2.82f
	MAP-H	7.83abcd	0.65ef	1.76bcd	9.35ab	0.62h	2.84ef
	LSD	0.26	0.43	0.27	0.67	0.58	0.45

^a MAP-L: Düşük geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^b MAP-M: Orta geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^c MAP-H: yüksek geçirgenlikte modifiye atmosfer paketleme; ^f Aynı sütunda farklı harflerle ifade edilen ortalamalar arasında %5 düzeyinde farklılık vardır.

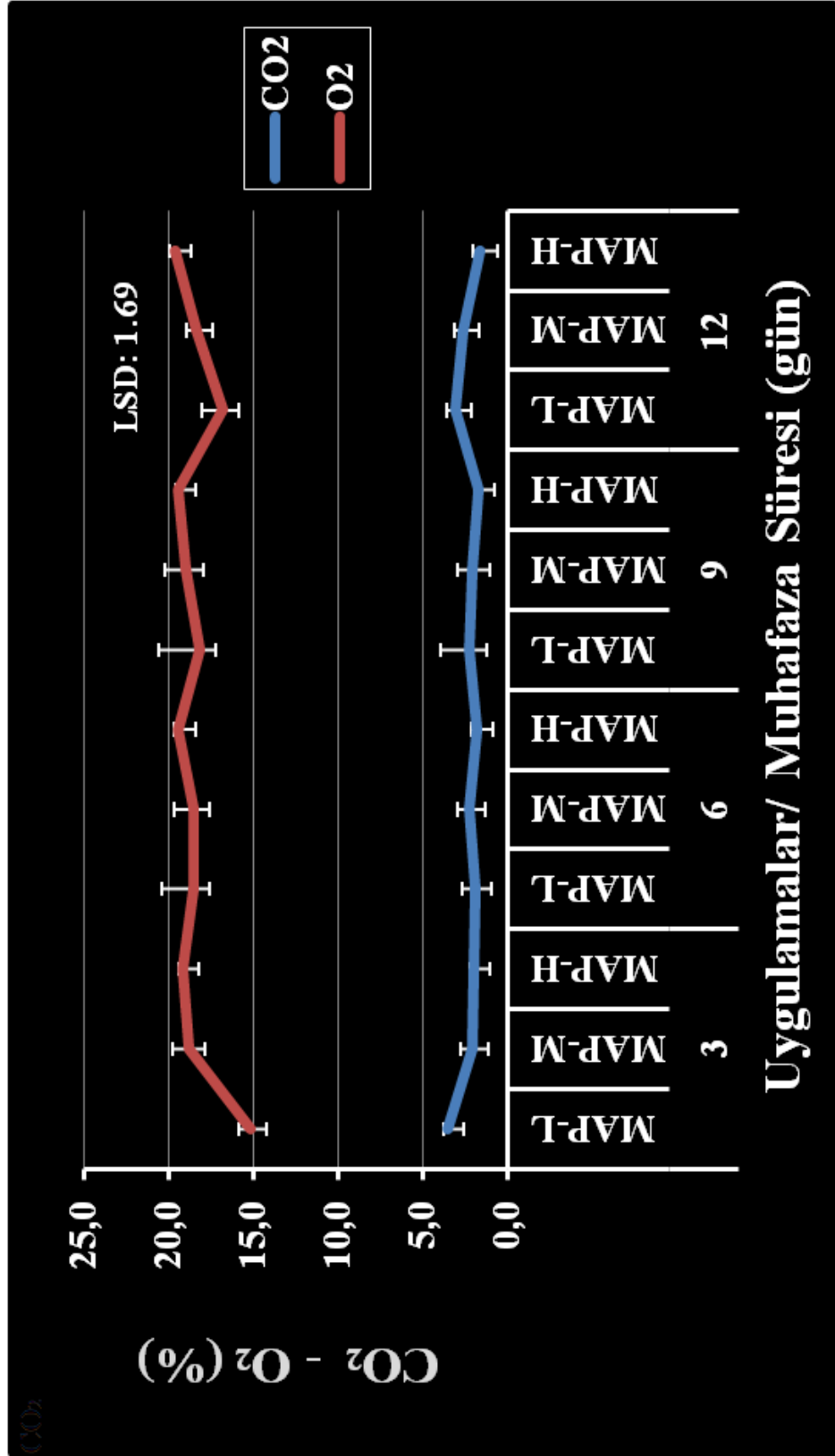
4.2.8 MAP CO₂/O₂/C₂H₄ bileşimi

MAP'deki gaz bileşimleri incelendiğinde, CO₂ oranının azalış ve artışlar halinde dalgalanmalar gösterdiği belirlenmiştir. Muhafazanın 3. gününde en düşük ve en yüksek CO₂ oranı sırasıyla %1,99 ile MAP-H uygulamasından ve %3,55 ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir. Muhafazanın sonunda ise en az CO₂ birikimi %1,58 ile MAP-H uygulamasından en yüksek CO₂ birikimi %3,08 ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.2.12).

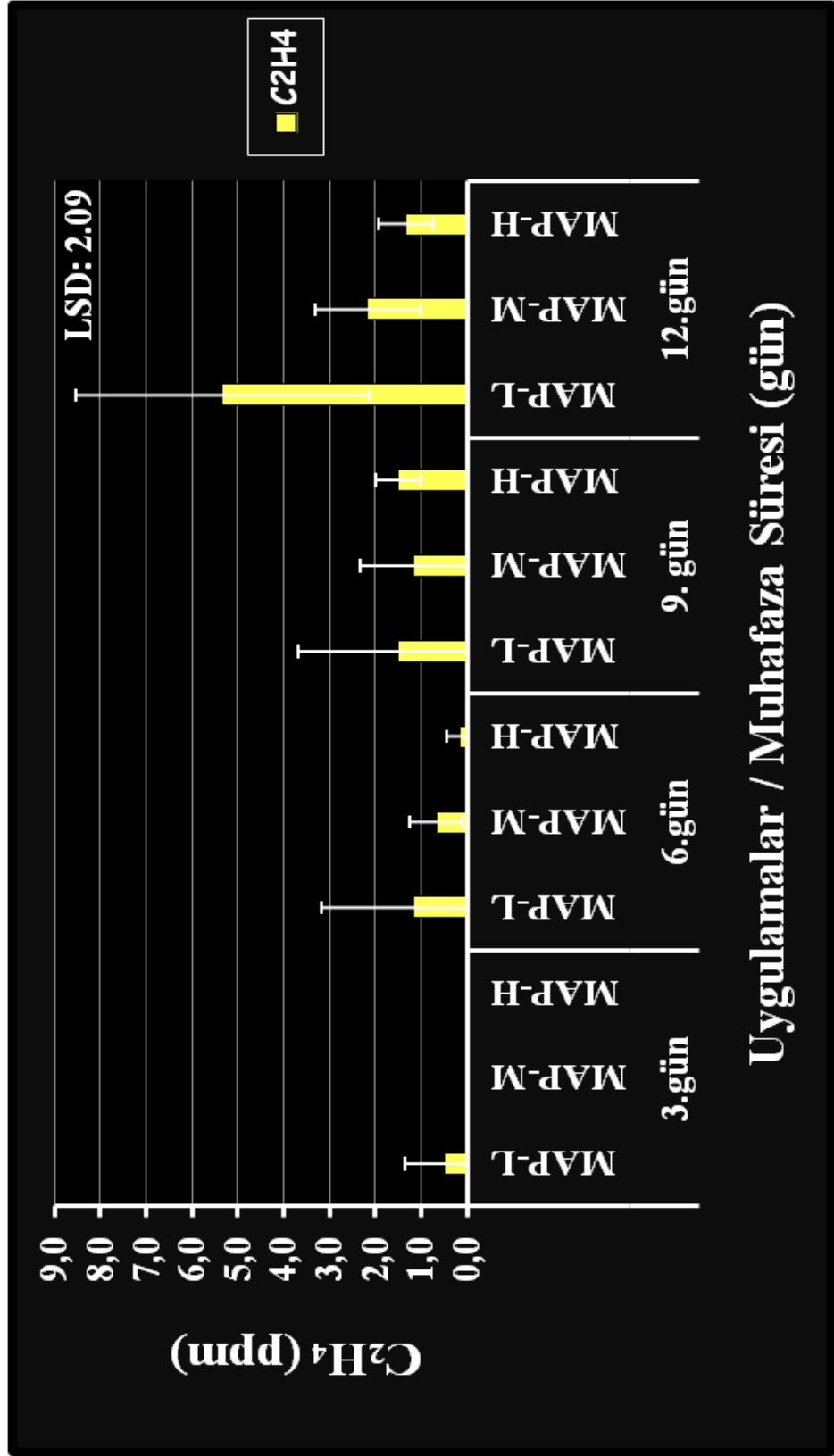
MAP'deki O₂ oranı incelendiğinde MAP-L ve MAP-M uygulamalarının azalış ve artışlar şeklinde dalgalanmalar gösterdiği, MAP-H uygulamasının ise artış eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Muhafazanın 3. gününde en düşük ve en yüksek O₂ oranı sırasıyla %15,20 ile MAP-L uygulamasından ve %19,17 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Muhafazanın sonunda ise en düşük O₂ oranı %16,80 ile MAP-L uygulamasından, en yüksek O₂ oranı ise %19,63 ile MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.2.12).

Bazı çilek çeşitlerinde hasat sonrası kalitenin modifiye atmosferde paketlenme tarafından etkisinin incelendiği bir çalışmada polietilen örtü materyali kullanılmış ve meyveler 3±1 °C'de 12 gün muhafaza edilmiştir. Muhafazanın sonuna doğru paket içerisindeki CO₂ miktarının arttığı, O₂ miktarının da azaldığı tespit edilmiştir (Moor ve ark. 2012).

MAP'deki C₂H₄ oranları incelendiğinde muhafazanın 3. gününde 0,50 ppm ile MAP-L uygulamasında belirlenirken, MAP-M ve MAP-H uygulamalarında C₂H₄ birikimi gözlenmemiştir. Çalışmanın 12. gününde en düşük ve en yüksek C₂H₄ oranı sırasıyla 1,33 ppm ile MAP-H ve 5,33 ppm ile MAP-L uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Şekil 4.2.13). Karaçalı (2012) tarafından bildirildiğine göre, klimakterium göstermeyen (etilen dirençli) meyvelerde, azalmakta olan solunum eğrisini aniden yükselişe çevirmektedir. Bu meyvelerde dıştan verilen etilen içsel etilen sentezini uyarmaktadır. Hasattan sonra bu etki iyice gerilemektedir ancak varlığı belirgindir. Ancak içsel etilen sentezini uyarıp kalıcılık sağlamak için, dışarıdan uzun süreli olarak etilen uygulanmalıdır. Diğer durumda etilenin kalıcı etkisi olmamaktadır.



Şekil 4.2.12 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen CO₂ ve O₂ değişimleri

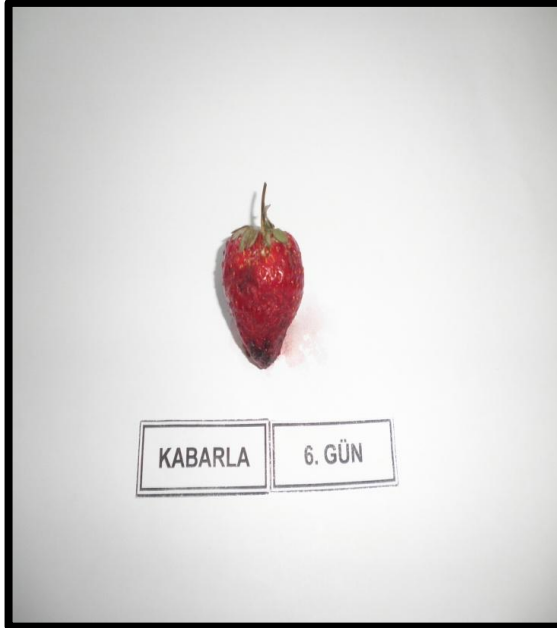


Şekil 4.2.13 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinde muhafaza süresince meydana gelen etilen (C₂H₄) değişimleri

4.2.9 Patolojik bozulma

Muhafaza süresince yapılan değerlendirmelerde, depolamanın 6. gününden itibaren patolojik bozulmalar başlamıştır (Şekil 4.2.14). 6. günde kontrol grubu meyvelerinde sadece mavi-yeşil küf (*Penicillium* spp.) hastalığı tespit edilirken, MAP-L ve MAP-M uygulamalarında mavi-yeşil küf hastalığına ilaveten, alternaria çürüklüğü (*Alternaria tenuissima*), ve gri küf (*Botrytis cinerea*) hastalığı, MAP-H uygulamasında ise sadece gri küf (*Botrytis cinerea*) hastalığı tespit edilmiştir. Farklı geçirgenlikteki MAP uygulamalarının, patolojik bozulmayı engellemede çok başarılı olmadığı tespit edilmiştir. Muhafaza boyunca çileklerin kalite parametrelerinin değerlendirildiği bir çalışmada, çalışmamız bulgularından farklı olarak 10 günlük muhafaza süresi boyunca çürümelerin arttığı ve MAP uygulaması yapılmış çilek meyvelerinde kontrol grubu çilek meyvelerine göre daha az çürüme olduğu tespit edilmiştir (Ozkaya ve ark. 2009). Raf ömrü süresince yapılan değerlendirmelerde 0+2. günden itibaren patolojik bozulma gözlenmiştir (Şekil 4.2.15). Raf ömrünün uzaması ile birlikte genel olarak, gri küf (*Botrytis cinerea*) hastalığı ve mavi-yeşil küf hastalığının (*Penicillium* spp.) yaygın olmasıyla birlikte, alternaria çürüklüğü (*Alternaria tenuissima*) de ortaya çıkmıştır (Şekil 4.2.16). Raf ömrünün son periyotlarına doğru hastalık etmenleri yoğunluğunun artmasıyla birlikte fiziksel zararlanma ve bozulma da artış göstermiş ve meyveler tüketim dışı hale gelmiştir (Şekil 4.2.17). Çileğin modifiye atmosferde depolanması üzerine yapılan bir çalışmada, çalışmamız bulgularından farklı olarak, 20°C de, 5 gün raf ömrüne bırakılan kontrol grubu meyvelerinde %80 oranında çürüme tespit edilirken, MAP uygulaması yapılan örneklerde %20-30 arasında çürüme meydana gelmiştir. 20°C'de meyve kalitesi ve çürüme oranı değerlendirildiğinde en iyi sonucu en düşük geçirgenlikteki PP-160 örtü materyali vermiştir (Çelikel ve ark. 2003).

Modifiye atmosferde paketlemenin Honeoye ve Korona çilek çeşitlerinin kalitesi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, çalışmamız bulguları ile benzer bir şekilde, depolamanın 7. gününde mantar sporları ve bazı küf gelişimleri tüm paketlenmiş örneklerde gözlenirken, paketlenmemiş örneklerde küflenme gözlenmemiş ve bu durumun su kaybından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. 7 gün depolamadan sonra bazı örnekler oda sıcaklığı ortamına alınmış ve çileklerin çok yoğun bir şekilde küf gelişimine maruz kaldığı tespit edilmiştir. Meyvelerde *Botrytis cinerea* fungusuna ilaveten, *Rhizopus nigricans* da görülmüştür (Nielsen ve Leufvén 2008).



Şekil 4.2.14 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin kontrol, MAP-L, MAP-M ve MAP-H grubu ile 6. gün görünümü ve patolojik bozulma belirtileri



Şekil 4.2.15 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin 0+2. gün görünümü



Şekil 4.2.16 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin 3+2. gün görünümü



Şekil 4.2.17 'Kabarla' çeşidi çilek meyvelerinin 12+2. gün görünümü

5. SONUÇ

Çilek tarıma uygun alanlarda rahatlıkla yetiştirilebilen, zevkle tüketilen, birim alandan getirisi yüksek, insan sağlığı ve beslenme açısından önemli bir yere sahip olmasının yanı sıra, hasat sonrası hassas olan ürünlerden biri olarak bilinmektedir. Hasat sonrası kısa zamanda bozulabildiğinden, mekanik zararlanma, fiziksel bozulma, su kaybı ve çürümelere karşı dayanıksız bir meyve olduğundan dolayı, çilek kalite ve aromasını uzun süre muhafaza edememektedir. Bu olumsuz durumlar sebebiyle, hasat sonrası taze olarak depolama süresi ve raf ömrü kısa olan çilek meyvesinin kalite kayıplarını azaltarak hasat sonrası ömrünün artırılması, ekonomik olarak üreticilerimize avantajlar sunacağı gibi, tüketicilerimizin de sağlıklı ürün tüketimlerine katkı sağlayacaktır. Bu amaçla yapılmış bu çalışmada ‘Aromas’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinde farklı MAP uygulamalarının [MAP-L [PE 25 µm (23°C’de ki O₂ geçirgenliği 35×10⁻¹² mol/s.m², yüzey alanına göre perforasyonu %0,002)], MAP-M [PE 25 µm (23°C’de ki O₂ geçirgenliği 25×10⁻¹³ mol/s.m², yüzey alanına göre perforasyonu %0,01)] ve MAP-H [PE 25 µm (23°C’de ki O₂ geçirgenliği 20×10⁻¹⁴, yüzey alanına göre perforasyonu %0,03)] hasat sonrası ömrü ve fiziksel-kimyasal değişimler üzerine etkileri incelenmiştir. Çilek meyveleri 0°C’de 12 gün ve raf ömrünü belirlemek için her muhafaza periyoduna +2 gün ilave olarak 25°C’de muhafaza edilmiş ve belirli aralıklarla çeşitli kalite parametreleri incelenmiştir. Çalışma genel olarak değerlendirildiğinde, muhafazanın ilerlemesiyle her iki çeşitte de su kaybına bağlı olarak ağırlık kayıpları artmış, en başarılı uygulama MAP-H uygulaması olarak saptanmıştır. Farklı geçirgenlikteki MAP uygulamalarının raf ömrü süresince ağırlık kaybı açısından bir etkisi bulunmamıştır. ‘Aromas’ çilek çeşidinde muhafaza süresince askorbik asit miktarı değerlendirildiğinde en başarılı sonuç, MAP-L uygulamasından elde edilirken, ‘Kabarla’ çilek çeşidinde en başarılı sonuç MAP-H uygulamasından elde edilmiştir. ‘Aromas’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinin muhafaza boyunca genel görünüm ve tat değerlerinin farklı geçirgenlikteki MAP uygulamaları ile başarılı bir şekilde koruduğu tespit edilmiştir. Muhafaza süresi boyunca ‘Aromas’ ve ‘Kabarla’ çilek çeşitlerinin dış ve et renklerinde başlangıça göre fazla bir değişim olmadığı, MAP uygulamalarının başarılı bir sonuç verdiği tespit edilmiştir. ‘Aromas’ çilek çeşidinde muhafaza süresince farklı geçirgenlikteki MAP uygulamalarında patolojik bozulma gerçekleşmemiştir, ‘Kabarla’ çilek çeşidinde ise 6. günden itibaren patolojik bozulma

görülse de pazar değerini çok fazla etkilemediği tespit edilmiştir. Genel olarak, her iki çilek çeşidinin de MAP uygulamaları ile kalite özelliklerini koruyarak, 12 gün boyunca başarılı bir şekilde muhafaza edilebileceği tespit edilirken, ‘Aromas’ çilek çeşidinin 0+2. güne kadar raf ömrüne dayanarak pazarlanabilir nitelikte kalması, ancak ‘Kabarla’ çilek çeşidinin raf ömrüne dayanmaması da çeşit farklılığı ve önemini ortaya koymuştur.

KAYNAKLAR

Agar, I.T., Streif, J., Bangerth, F. 1997. Effect of High CO₂ and Controlled Atmosphere (CA) on The Ascorbic and Dehydroascorbic Acid Content of Some Berry Fruits. *Postharvest Biology and Technology*, 11(1): 47-55.

Ağaoğlu, Y.S. 1986. Üzümsü Meyveler. Ankara üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 984, Ankara, 377 s.

Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Günaydın, A., Halloran, N., Köksal, A., Yanmaz, R., 1997. Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ankara, 369 s.

Ağaoğlu, Y.S. 2003. Türkiye’de Üzümsü Meyvelerin Dünü, Bugünü ve Yarını. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 23-25 Ekim 2003, Ordu.

Ali, A., Abrar, M., Sultan, M.T., Din, A., Niaz, B. 2011. Post-Harvest Physicochemical Changes in Full Ripe Strawberries During Cold Storage. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21(1): 38-41.

Almenar, E., Muñoz, P.H., Lagarón, J.M., Catalá, R., Gavara, R. 2006. Controlled Atmosphere Storage of Wild Strawberry Fruit (*Fragaria vesca* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(1): 86-91.

Almenar, E., Valle, V.D., Muñoz, P.H., Lagarón, J.M., Catalá, R., Gavara, R. 2007. Equilibrium Modified Atmosphere Packaging of Wild Strawberries. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 87(10): 1931-1939.

Anonim, 2008. Bahçecilik Çilek Yetiştiriciliği. <http://megep.meb.gov.tr>-(Erişim tarihi: 27.04.2011)

Anonim, 2010. Gıda Teknolojisi Duyusal Test Teknikleri. <http://hbogm.meb.gov.tr>-(Erişim tarihi: 25.11.2011).

Anonim, 2013a. Çilek. <http://tr.wikipedia.org/wiki/cilek>-(Erişim tarihi: 23.01.2013)

Anonim, 2013b. Productions and Trade Crops. <http://faostat3.fao.org/home/index.html>-(Erişim tarihi: 07.05.2013)

Aybak, H.Ç. 2000. Çilek Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 128.

Aydın, G. 2012. Fern Çilek Çeşidine Hasat Öncesi Uygulanan Benzyladenine-Gibberellik Asit ve Alar’ın Soğuk Hava Depolarında Muhafaza Ömrü Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Erzurum.

Bal, E., Çelik, S. 2005. Bazı Çilek Çeşitlerinin Meyvesindeki Anatomik Yapılaşmanın Muhafaza Süresi Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(3): 260-267.

Barnett, H.L., Hunter, B.B. 1998. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. The American Phytopathological Society, Minnesota, USA, 218 pp.

Bender, R.J., Pezzi, E., Leao, M.L., Casali, M.E. 2010. Modified Atmosphere Storage of cv. Camarosa and cv. Verao Strawberries. *Acta Scientiarum-Agronomy*, 32(2): 285-292.

Bodelón, O.G., Blanch, M., Ballesta, M.T.S., Escribano, M.I., Merodio, C. 2010. The Effects of High CO₂ Levels on Anthocyanin Composition, Antioxidant Activity and Soluble Sugar Content of Strawberries Stored at Low Non-Freezing Temperature. *Food Chemistry*, 122(3): 673-678.

Caner, C., Aday, M.S. 2009. Maintaining Quality of Fresh Strawberries Through Various Modified Atmosphere Packaging. *Packaging Technology and Science*, 22(2): 115-122.

Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.R.O., Lajolo, F.M. 2003. Physico-Chemical Changes Related to Quality of Five Strawberry Fruit Cultivars During Cool-Storage. *Food Chemistry*, 83(2): 167-173.

Cordenunsi, B.R., Genovese, M.I., Nascimento, J.R.O., Hassimotto, N.M.A., Santos, R.J., Lajolo, F.M. 2005. Effects of Temperature on The Chemical Composition and Antioxidant Activity of Three Strawberry Cultivars. *Food Chemistry*, 91(1): 113-121.

Çelikel, F.G., Kaynas, K., Erenoglu, B. 2003. A Study on Modified Atmosphere Storage of Strawberry. XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture, 12 December 2003, Toronto, Canada.

Daş, E., Gürakan, G.C., Bayındırlı, A. 2006. Effect of Controlled Atmosphere Storage, Modified Atmosphere Packaging and Gaseous Ozone Treatment on The Survival of *Salmonella* Enteritidis on Cherry Tomatoes. *Food Microbiology*, 23(5): 430-438.

Donazzolo, J., MAuricio, H., Auri, B.,Waclawovsky, A.J. 2003. The Use of Low Density Polyethylene Packing to Prolong the Postharvest Life of 'Oso Grande' Strawberries. *Ciencia e Agrotecnologia*, 27(1):165-172.

Erdinç, B., Acar, J. 1996. Gıda Muhafazasında Modifiye Atmosfer Paketleme (MAP). *Gıda Dergisi*, 21(1): 17-21.

Eriş, A., Türk, R., Özer, M.H. 1995. Storage of Strawberry Under Controlled Atmosphere (CA) Conditions. 19th International Congress of Refrigeration The Hague, 20-25 August 1995, The Netherlands.

Eti, A. 2006. Bazı Çilek Çeşitlerinde Farklı Olgunlaşma Dönemlerindeki Poliamin Miktarlarının Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.

Karaçalı, İ. 2012. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi No: 494, Bornova, İzmir, 486 s.

Karaman, S., Cemek, B. 2006. Üzümsü Meyvelerin Depolanması. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tokat.

Kargı, S.P., Sarıdaş, M.A. 2012. Modern Çilek Yetiştiriciliği. *Tarım Gündem Dergisi*, 2(8): 36-41.

Kartal, S., Aday, M.S., Caner, C. 2010. Meyve ve Sebzelerde Denge Modifiye Atmosfer Ambalajlamaya Etki Eden Faktörler. *Akademik Gıda*, 8(6): 29-34.

Keçecioglu, A., 2009. Dünya ve Türkiye Çilek Üretimi ve Ticareti. Akdeniz İhracatçı Birlikleri, Araştırma Serisi. <http://www.uzumsu.com>-(Erişim tarihi: 13.01.2013).

Kılıçel, İ. 2005. Bazı Çilek Çeşitlerinin Van Ekolojik Koşullarında Fide Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Van.

Kitinoja, L., Kader, A.A. 2002. Small-Scale Postharvest Handling Practices: A Manual for Horticultural Crops. University of California, Davis Postharvest Technology Research and Information Center, California, USA, 257 pp.

Koyuncu, M.A., Kepenek, K., Savran, H.E., Dilmaçunal, T., Çağatay, Ö. 2003. Isparta Koşullarında Yetiştirilen Bazı Çilek Çeşitlerinin Soğukta Muhafazası. Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 23-25 Ekim 2003, Ordu.

Lee, L., Arul, J., Lencki, R., Castaigne, F. 1996. A Review on Modified Atmosphere Packaging and Preservation of Fresh Fruits and Vegetables: Physiological Basis and Practical Aspects—Part II. *Packaging Technology and Science*, 9(1): 1-17.

Manning, K. 1993. Soft Fruits: Biochemistry of Fruit Ripening, Ed.: Seymour, G.B., Taylor, J.E., Tucker, G.A., London, pp: 347-377.

Mokkila, M., Lamberg, A.L., Häkkinen, U., Kinunen, A., Kala, K.L., Ahvenainen, R., 1999. The Effect of Modified Atmosphere Packaging on The Shelf Life of Strawberries: Agri-Food Quality II, Quality Management of Fruit and Vegetables, Cambridge, UK, <http://www.google.com.tr/books>-(Erişim tarihi: 25.05.2013).

- Moor, U., Molder, K., Poldma, P., Tonutare, T., 2012.** Postharvest Quality of 'Sonata', 'Honeoye', and 'Polka' Strawberries as Affected by Modified Atmosphere Packages. IV International Conference on Postharvest Unlimited, Acta Horticulturae, <http://apps.webofknowledge.com->(Erişim tarihi: 01.11.2013).
- Moyls, A.L., Sholberg, P.L., Gaunce, A.P. 1996.** Modified-atmosphere Packaging of Grapes and Strawberries Fumigated with Acetic Acid. *Postharvest Biology & Technology*, 31(3): 414-416.
- Nielsen, T., Leufvén, A. 2008.** The effect of modified atmosphere packaging on the quality of Honeoye and Korona strawberries. *Food Chemistry*, 107(3): 1053-1063.
- Nunes, M.C.N., Brecht, J.K., Morais, A.M.M.B., Sargent, S.A. 1995.** Physical and Chemical Quality Characteristics of Strawberries after Storage Are Reduced by a short delay to cooling. *Postharvest Biology and Technology*, 6(1-2): 17-28.
- Ozkaya, O., DüNDAR, O., Scovazzo, G.C., Volpe, G. 2009.** Evaluation of Quality Parameters of Strawberry Fruits in Modified Atmosphere Packaging During Storage. *African Journal of Biotechnology*, 8(5): 789-793.
- Palabıyık, M. 2011.** Çilek. *Hasad Bitkisel Üretim Dergisi*, 312: 52-58.
- Romero, D.M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., Serrano, M. 2003.** Modified Atmosphere Packaging Maintains Quality of Table Grapes. *Journal of Food Science*, 68(5): 1838-1843.
- Rosen, J.C., Kader, A.A. 1989.** Postharvest Physiology and Quality Maintenance of Sliced Pear and Strawberry Fruits. *Journal of Food Science*, 54(3): 656-659.
- Sanz, C., Pérez, A.G., Olías, R., Olías, J.M. 1999.** Quality of Strawberries Packed with Perforated Polypropylene. *Journal of Food Science*, 64(4): 748-752.
- Shin, Y., Liu, R.H., Nock, J.F., Holliday, D., Watkins, C.B. 2007.** Temperature and Relative Humidity Effects on Quality, Total Ascorbic Acid, Phenolics and Flavonoid Concentrations, and Antioxidant Activity of Strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, 45(3): 349-357.
- Singh, A., Nath, A., Buragohain, J., Deka, B.C., 2008.** Quality and Self-life of Strawberry Fruits in Different Packages During Storage. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, <http://apps.webofknowledge.com->(Erişim tarihi: 01.11.2013).
- Sivertsvik, M., Jeksrud, W.K., Rosnes, J.T. 2002.** A Review of Modified Atmosphere Packaging of Fish and Fishery Products - Significance of Microbial Growth, Activities and Safety. *International Journal of Food Science and Technology*, 37(2): 107-127.

Süleymanoğlu, M. 2009. Bazı Büyüme Düzenleyici Maddelerin (Hormonların) ve Antitranspirant Bir Maddenin (W.Pruf) Camarosa Çilek Çeşidinde Muhafaza Ömrü Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı. Erzurum.

Türemiş, N., Özgüven, A.I., Paydaş, S. 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Çilek Yetiştiriciliği. Tübitak Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları. Adana.

Uylaşer, V., Başoğlu F. 2011. Temel Gıda Analizleri. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Dora Yayınları, Bursa, 125 s.

Yıldız, M., Kınay, P., Yıldız, F. 2002. Hasat Sonrası Hastalıkların Kontrolünde Biyolojik Savaşımın Yeri ve Türkiye'deki Durumu. II. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 24-27 Eylül 2002, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Çanakkale.

Yılmaz, H. 2006. Çilek Hastalıkları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, 64 s.

Zagory, D., Kader, A.A. 1988. Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce. *Food Technology*, 42(9): 70-77

Zanderighi, L. 2001. How to Design Perforated Polymeric Films for Modified Atmosphere Packs (MAP). *Packaging Technology And Science*, 14(6): 253-266.

Zhang, M., Xiao, G., Salokhe, V.M. 2006. Preservation of strawberries by modified atmosphere packages with other treatments. *Packaging Technology And Science*, 19(4): 183-191.

Wills, R.B.H., Ku, V.V.V., Leshem, Y.Y. 2000. Fumigation with Nitric Oxide to Extend The Postharvest Life of Strawberries. *Postharvest Biology and Technology*, 18(1): 75-79.

Wright, K.P., Kader, A.A. 1997. Effect of Slicing And Controlled-Atmosphere Storage on The Ascorbate Content and Quality of Strawberries and Persimmons. *Postharvest Biology and Technology*, 10(1): 39-48.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İpek AKIN
Doğum Yeri ve Tarihi : Bursa - 06.10.1989
Yabancı dili : İngilizce
Eğitim durumu :
Lise : Bursa Kız Lisesi - 2006
Lisans : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale - 2011
Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa - 2013
Çalıştığı :
Kurum/Kurumlar ve Yıl
İletişim (e-posta) : İpk.akin@gmail.com
Yayımları* :

Akın, İ., Özer, M.H., Türkben, C., Akbudak, B. 2012. “Aromas” Çilek Çeşidinin Modifiye Atmosferde Muhafazası 5. Ulusal Bahçe Ürünleri Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 18-21 Eylül 2012, Bornova, İzmir.