

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zafer KARAŞAHİN

**BAZI HASAT SONRASI UYGULAMALARIN ANAMUR MUZUNUN RAF
ÖMRÜ SÜRESİNCE ENZİMATİK VE POMOLOJİK ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI

ADANA, 2013

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BAZI HASAT SONRASI UYGULAMALARIN ANAMUR MUZUNUN RAF
ÖMRÜ SÜRESİNCE ENZİMATİK VE POMOLOJİK ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

Zafer KARAŞAHİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 13/06/2013 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği /
Oyçokluğu İle Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. M. Ümit ÜNAL
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr. Okan ÖZKAYA
ÜYE

.....
Yrd. Doç. Dr. Aysun ŞENER
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

**Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü**

**Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: ZF2012YL27**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere
tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI HASAT SONRASI UYGULAMALARIN ANAMUR MUZUNUN RAF
ÖMRÜ SÜRESİNCE ENZİMATİK VE POMOLOJİK ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

Zafer KARAŞAHİN

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. M. Ümit ÜNAL
Yıl : 2013, Sayfa: 63
Jüri : Doç. Dr. M. Ümit ÜNAL
: Doç. Dr. Okan ÖZKAYA
: Yrd. Doç. Dr. Aysun ŞENER

Bu çalışmada muzun olgunluk aşamalarından üç numaralı olgunluk aşamasına kadar olgunlaştırılmış muz meyvesine modifiye atmosferde paketlenme (MAP) ve 1-metilsiklopropan (1-MCP) uygulamaları yapıp 20 °C’ de rafta bekletilerek uygulamaların enzimatik ve pomolojik özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada materyal olarak Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyon Müdürlüğü örtü altında yetiştirilen *Dwarf Cavendish* çeşidi muzlar kullanılmıştır. 1-MCP uygulaması, kontrol ve MAP uygulamalarına göre kabuk ve meyve eti sertliğinin daha iyi korunmasını sağlamıştır. Meyve kabuğu renginin parlaklığının bir göstergesi olan L değeri bakımından en yüksek değer 1-MCP uygulamasında elde edilmiştir. En fazla etilen üretimi kontrol grubu örneklerde, en düşük CO₂ üretimi ise 1-MCP uygulanan örneklerde saptanmıştır. Meyve eti polifenol oksidaz (PFO) aktivitesi kontrol ve MAP grubu örneklerinde 1-MCP’ den, meyve kabığında ise kontrol grubu örnekleri diğer iki uygulamadan daha düşük saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: 1-MCP, MAP, Muz, PFO, Pololojik Özellikler

ABSTRACT

MSc THESIS

EFFECTS OF SOME POSTHARVEST TREATMENTS ON ENZYMATIC AND POMOLOGICAL PROPERTIES OF ANAMUR BANANAS DURING SHELF LIFE

Zafer KARAŞAHİN

**DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. M. Ümit ÜNAL
Year : 2013, Pages: 63
Jury : Assoc. Prof. Dr. M. Ümit ÜNAL
: Assoc. Prof. Dr. Okan ÖZKAYA
: Asst. Prof. Dr. Aysun ŞENER

In this study, the number three stages of ripeness of bananas ripened to the stage of maturity of the fruit of the banana and 1-Methylcyclopropene applications of modified atmosphere packaging on the shelf at 20 ° C for about applications made to determine the effect on enzymatic browning. As the study material Alata Horticultural Research Station Directorate varieties of *Dwarf Cavendish* bananas grown under greenhouse conditions were used. In conclusion, therefore, the enzymatic activity of polyphenoloxidase fruit browning meat in the first four day period, the MAP 1-MCP and was much lower compared to control. The food industry is one of the most important points of color, an important characteristic that affects the consumer's decision and brown foods (especially fruits) appears distorted. From this point of MAP enzymatic browning in fruit peels due to activity of polyphenoloxidase 1-MCP and better suppressed compared to control and has been determined at the same level throughout the study.

Keywords: 1-MCP, MAP, Banana, PPO, Pomological Properties,

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, çalışmanın düzenlenmesi, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesinde katkılarıyla beni yönlendiren, bana yol gösteren ve destekleyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, bilimsel yaklaşımını, sabrını ve anlayışını örnek aldığım danışman hocam Sayın Doç. Dr. M. Ümit ÜNAL' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitesi ve jüri üyelerinden Sayın Doç.Dr. Okan ÖZKAYA ve Sayın Yrd.Doç.Dr. Aysun ŞENER' e yapıcı ve yönlendirici fikirleriyle tezimin şekillenmesine büyük katkıda bulundukları için teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Sayın Prof.Dr.Turgut CABAROĞLU' na, maddi destek veren TAGEM' e ve her konuda desteğini esirgemeyen ve sürekli teşvik eden Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu Müdürü Dr. Davut KELEŞ' e içten teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin yürütülmesine yardımcı olan Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğü Teknik ve İdari Hizmetler Koordinatörü Dr. İhsan CANAN' a, İslah ve Genetik Bölüm Başkanı Ziraat Yüksek Mühendisi Hasan PINAR' a, Ziraat Mühendisi Bülent İŞÇİMEN' e ve Alata Hasat Sonrası Fizyolojisi Bölümünde çalışan tüm meslektaşlarıma verdikleri kıymetli destekler için teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen; Adıyaman Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünden Yrd.Doç.Dr. Aysun Şener' e teşekkürlerimi bildiririm.

Hayatın bütün stresli ve zor şartlarında her zaman varlıkları ile huzur bulduğum sevgili eşim Hamide KARAŞAHİN' e, dünyaya gelecek olan ğlum ve tüm aile büyüklerime gönül dolusu teşekkürlerimi sunarım.

Destek ve katkılarından dolayı; Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine teşekkürlerimi bildiririm.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
SİMGELER VE KISALTMALARI	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Muz meyvesi	5
2.2. MAP ve 1-MCP Uygulamaları	9
2.3. MAP İle ilgili Çalışmalar	13
2.4. 1-MCP İle ilgili Çalışmalar	16
2.5. PFO Enzimi İle ilgili Çalışmalar	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1. Materyal	25
3.2. YÖNTEM.....	25
3.2.1. Uygulamaların Yapılması ve Denemenin Yerleşimi	25
3.2.2. Uygulamalar	26
3.2.2.1. MAP (Modifiye Atmosfer Poşetleri)	26
3.2.2.2. 1-MCP (1-Metilsiklopropan)	27
3.2.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	28
3.2.3.1. Meyve Kabuğu Sertliği	28
3.2.3.2. Meyve Eti Sertliği	29
3.2.3.3. Toplam Asit Miktarı.....	29
3.2.3.4. SÇKM (Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde) Miktarı	29
3.2.3.5. CO ₂ üretim miktarı (%)	30
3.2.3.6. Etilen Üretim Miktarı (mg/l).....	31
3.2.3.7. Meyve Kabuk Rengi	31

3.2.3.8. Meyve Eti ve kabuğunda Toplam Fenol Bileşiklerin Tayini	32
3.2.3.9. Polifenol Oksidaz (PFO) Aktivitesi Tayini.....	33
3.2.3.9.(1). Meyve Etinde ve kabuğunda PFO Aktivitesi İçin Enzim Ekstraksiyonu	33
3.2.3.9.(2). PFO Enzim Aktivitesinin Ölçümü	33
3.2.4. İstatistiksel Analizler	34
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	35
4.1. Meyve Kabuğu Sertliği	35
4.2. Meyve Eti Sertliği	36
4.3. Toplam Asit Miktarı.....	38
4.4. SÇKM (Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde) Miktarı	39
4.5. CO ₂ üretim miktarı (%)	40
4.6. Etilen Üretim Miktarı (mg/l).....	41
4.7. Meyve Kabuk Rengi (L, a, b Değeri).....	42
4.8. Meyve Etinde ve Kabuğunda Toplam Fenol Bileşiklerin Miktarı.....	45
4.9. Meyve Etinde ve Kabuğunda PFO Aktivitesi.....	47
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	55
ÖZGEÇMİŞ	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 2.1. Bazı meyve ve sebzelerde 1-MCP’ in uygulama konsantrasyonu, sıcaklığı ve süresi	12
---	----

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 2.1. Dünya muz yetiştiriciliği yapan ülkeler	6
Şekil 2.2. Türkiye’ de muz yetiştiriciliği yapılan alanlar.....	6
Şekil 2.3. <i>Musa acuminata</i> 'Dwarf Cavendish'	7
Şekil 2.4. Modifiye atmosferde paketlenmeden bir görüntü.....	9
Şekil 2.5. Aktif MAP ve pasif MAP’ da paket içindeki O ₂ ve CO ₂ konsantrasyonun zamana göre değişimi	10
Şekil 2.6. 1-MCP tabletleri.....	11
Şekil 2.7. 1-MCP uygulamalarından bir görüntü.....	12
Şekil 2.8. PFO’ nun katalizlediği bir reaksiyon	20
Şekil 2.9. O-kinon oluşum mekanizması	20
Şekil 2.10. Melanin pigmentinin oluşum mekanizması	21
Şekil 3.1. Muzun olgunluk aşamaları.....	25
Şekil 3.2. Uygulamalardan Önceki İşlemler	26
Şekil 3.3. Çalışmada Kullanılan Modifiye Atmosfer Poşetleri.....	27
Şekil 3.4. 1-MCP (1-Methylcyclopropene).....	28
Şekil 3.5. Fruit Pressure Tester FT 327 el penetrometresi.....	28
Şekil 3.6. El refraktometresi.....	30
Şekil 3.7. Dual gas analyser cihazı	30
Şekil 3.8. ICA56 etilen ölçüm cihazı	31
Şekil 3.9. Minolta CR-300	31
Şekil 3.10. L, a, b renk uzayı	32
Şekil 4.1. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin meyve kabuğu sertliği (kg/cm ²)	36
Şekil 4.2. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin meyve eti sertliği (kg/cm ²)	37
Şekil 4.3. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin toplam asit miktarı (%)	38
Şekil 4.4. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin SÇKM miktarı (%)	40

Şekil 4.5. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin CO ₂ üretim miktarı (%)	41
Şekil 4.6. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin etilen üretim miktarı (%)	42
Şekil 4.7.a. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin L değeri	43
Şekil 4.7.b. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin a değeri	44
Şekil 4.7.c. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin b değeri	44
Şekil 4.8. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin meyve etindeki toplam fenol bileşiklerin miktarı (g/100 mL)	45
Şekil 4.9. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin meyve kabuğundaki toplam fenol bileşiklerin miktarı (g/100 mL)	46
Şekil 4.10. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin meyve etindeki PFO aktivitesi (ünite/mL)	47
Şekil 4.11. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin meyve kabuğundaki PFO aktivitesi (ünite/mL)	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

a*	: Kırmızı-yeşil
bkz	: Bakınız
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
l	: Litre
L*	: Parlaklık
M	: Molar
mg	: Miligram
g	: Gram
kg	: Kilogram
kkalori	: Kilokalori
TL	: Türk Lirası
MAP	: Modifiye atmosferde paketlenme
1-MCP	: 1-metilsiklopropan
O ₂	: Oksijen
CO ₂	: Karbondioksit
RQ	: Solunum oranı
nl	: Nanolitre
µL	: Mikrolitre
mL	: Mililitre
PFO	: Polifenol oksidaz
kPa	: Kilopaskal
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde
sn	: Saniye
PP	: Polipropilen
kcal/mol	: 1 moldeki kilokalori miktarı
µg	: Mikrogram
PVPP	: Polyvinylpolypyrrolidone
PMSF	: Phenylmethanesulfonylfluoride

mM	: Milimolar
mm	: Milimetre
N	: Normalite
NaOH	: Sodyum hidroksit
nm	: Nanometre

1.GİRİŞ

Ülkemizde muz üretimi 2000 yılında 64.000 ton iken her yıl artarak 2010 yılında 210.178 tona ulaşmıştır. Muz tüketimimiz ise 2000 yılında 118.203 ton iken 2010 yılında 399.002 ton olmuştur (Tüik, 2012).

Muz tüketim miktarının üretim miktarından fazla olması nedeniyle meydana gelen açık, ithalat ile karşılanmaktadır. Muz ithalatımız 2000 yılında 66.313 ton iken 2010 yılında 229.409 ton olarak gerçekleşmiştir (Tüik, 2012). Kabaca bir hesap yapıldığı zaman ithalatımızla beraber muz üretimimiz 440.000 ton civarında iken tüketimimiz 400.000 ton civarındadır. 40.000 ton civarında ürün tüketiciye ulaşamamaktadır.

Tüm yaş sebze ve meyvelerde olduğu gibi muzda da hasat ve hasat sonrası yapılan uygulamalardaki yetersizlik veya yanlış uygulamalardan dolayı tüketiciye ulaşmadan hem miktar olarak hem de pazar değerini kaybettirecek kalite kayıpları meydana gelmektedir. Ürünlerin yetiştirilmesi, hasat edilmesi, pazara hazırlanması ve nihayet satışı sırasında bazı dış etkilere maruz kalarak, kalite kayıpları, bozulmalar ve çürümeler meydana gelmektedir. Özellikle yetiştiricilik yaparken direkt güneş ışığının etkisiyle güneş yanıklığı, ani iklimsel değişimler ile renk bozukluğu, küllenme, paslanma, donma gibi zararlar meydana gelebilir. Bununla birlikte yetiştiricinin dikkatsiz kullanımı yüzünden atılan ilaçların etkisiyle, çeşitli zararlar baş gösterebilmektedir. Ürün hasadındaki hatalı hareketler, üründe çizilme, zedelenme, yırtılma, kopma, parçalanma, ezilme meydana getirebilir. Yine bazı zararlar ürünlerin pazara hazırlanması sırasında görülebilir. Bütün bu hatalardan dolayı ortaya çıkan zararlar gerekli önlemlerle giderilmezse, ürünlerin büyük bir bölümü, satış özelliğini kaybedebilir (Anon., 2012a).

Tüik (2012), verilerine göre ülkemizde muz meyvesinde üretim sırasında meydana gelen kayıplar % 2.8 olarak hesaplanırken, hasat sonrasında meydana gelen kayıplar % 16.5 olarak hesaplanmıştır. Hasat sonrası meydana gelen kayıplar 2000 yılında 10.279 ton iken 2010 yılında 34.696 ton olarak gerçekleşmiştir. Resmi olarak verilen % 16.5 meyve kaybı gerçekte bu rakamdan çok yüksek olmakla birlikte biraz incelendiğinde bu rakamın bile ne kadar önemli olduğunu görmek mümkündür. Tü-

ketici fiyatları açısından bakılırsa muz meyvesi ortalama 2.5 TL/kg olarak kabul edildiğinde bu kayıplar 2010 yılı için yaklaşık olarak 87 milyon TL. olarak gerçekleşmiştir.

Meyve ve sebzelerde çarpma, kesme, kabuk soyma ve dilimleme gibi mekanik zedelenme ve işlemlerle bazı renk değişimleri ortaya çıkmaktadır. Pembeden, mavimsi-siyaha kadar olan farklı tondaki bu renk değişimlerine "esmerleşme" denir. Enzimatik esmerleşmeden sorumlu olan enzim grubunun genel adı polifenol oksidaz (PFO) enzimidir (Barthet, 1997). PFO ilk olarak 1856 yılında Schoenbein tarafından mantardan elde edilmiştir, oksidoredüktazlar grubundandır ve bakır içermektedir (Janovitz-Klapp ve ark., 1990; Kermasha ve ark., 1993).

Enzimatik esmerleşme ekzotik meyve ve sebzelerde, özellikle tropik ve subtropik çeşitlerde en fazla zarar verici reaksiyonlardan birisidir. Meyve ve sebzelerde enzimatik reaksiyonlar nedeniyle % 50' ye yakın kayıpların olduğu tahmin edilmektedir. Bu tür kayıplar gıdalarda PFO enziminin daha iyi anlaşılması ve kontrol edilmesi ile ilgili çalışmaları teşvik etmiştir. Marul ve diğer yeşil yapraklı sebzeler, patates, elma, avokado, muz, üzüm ve şeftali gibi ürünler esmerleşmeye hassastır ve üreticiler için ekonomik kayıplara yol açar. Hasattan tüketiciye olan tüm aşamalarda esmerleşmenin kontrol edilmesi bu kayıpların en aza indirilmesi çiftçiler ve gıda üreticileri için ekonomik değerin korunması bakımından önemlidir. Esmerleşme gıdanın lezzet ve besin değerini de olumsuz etkilemektedir (Marshall ve ark., 2000).

Meyve ve sebzelerde hasat sonrasında; kayıpların azaltılması, muhafaza süresinin uzatılması ve kalitenin korunması amacıyla çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalardan en önemlilerinden ikisi Modifiye atmosferde paketlenme (MAP) ve 1-metilsiklopropan (1-MCP)' dir.

Modifiye atmosferde paketlenme, ürünlerin belirli gaz geçirgenliğine sahip polimerik filmler ile paketlenmesi, kapalı şartlarda ürünlerin solunum sonucu ortamdaki O₂' i tüketerek CO₂' i artırmaları ve istenen denge atmosferine ulaşılmasıyla ürünleri çevreleyen atmosfer bileşiminin değiştirilmesi esasına dayanmaktadır (Çandır ve Özdemir, 2007).

Özellikle gelişmiş ülkelerde taze ve az işlenmiş meyve ve sebzelerin modifiye atmosferde paketlenmesi ile ilgili yapılan çalışmalar ticari bakımdan başarılı olmuş-

tur. Meyve ve sebzeler diğer gıdalardan farklı olarak hasattan sonra fizyolojik olarak yaşamlarına devam ederler yani solunumu sürdürürler. Bu tür ürünlerin düşük O₂ ve yüksek CO₂ konsantrasyonunun etkin olduğu atmosfer koşullarında saklanmasıyla solunum hızları ve etilen üretimi yavaşlar. Buna bağlı olarak olgunlaşma gecikir, bileşimindeki şeker ve asitlerin tüketilmesi sınırlanır, solunuma bağlı olarak gelişen nem ve ısı oluşumu azalır, klorofil yıkımı ve enzimatik esmerleşmeler önlenir veya sona erer (Zagory ve Kader, 1988; Üçüncü, 2000; Farber ve ark., 2003.).

Sisler ve Blankenship tarafından etilen aktivitesini engelleyicisi olarak patentlenen 1-metilsiklopropan (1-MCP), standart sıcaklık ve basınçta 54 moleküler ağırlığa sahip C₄H₆ formüllü bir gazdır (Blankenship ve Dole, 2003). Uygulanan çeşide bağlı olarak 1-MCP solunum, etilen üretimi, uçucu bileşikler, klorofil parçalanması ve diğer renk değişimleri, protein ve hücre zarı değişimleri, yumuşama, bozulma ve hastalıklar, asitlik ve şekerler üzerine çeşitli etkilere sahiptir. Bu yararlı etkilerin bir sonucu olarak 1-MCP' nin özellikle klimakterik özellik gösteren meyve ve sebzelerde raf ömrünü uzatmada ve kalitenin korunmasında önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bu özelliğinin yanında fizyolojik bozukluklar ve patolojik hastalıklar üzerine de etkili olduğu bildirilmiştir. 1-MCP' nin elma, kaysı, avokado, muz brokoli, kivi, armut, mango, kavun, şeftali, nektarin, erik ve domates gibi birçok üründe kullanımı tescil edilmiştir. Ticari olarak birçok üründe başarı ile kullanılan 1- MCP' nin uygulanma süresi ve dozunun uygun seçilmesi durumunda olgunlaşma geciktirilmekte, ancak engellenmemektedir. Hasat öncesi faktörler, çeşit, olgunluk ve hasat sonrası uygulamalar 1-MCP' nin ticari olarak kullanımını önemli ölçüde etkilemektedir (Bower ve Mitcham, 2001; Blankenship ve Dole, 2003; Blankenship, 2003; Watkins, 2006; Watkins, 2008).

Bu çalışmanın amacı, MAP ve 1-MCP uygulamalarının üç numaralı olgunluk aşamasına kadar olgunlaştırılmış muz meyvelerinde (bkz. Şekil 3.1) raf ömrü süresince esmerleşme ve pomolojik özellikler üzerine etkisini araştırmaktır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

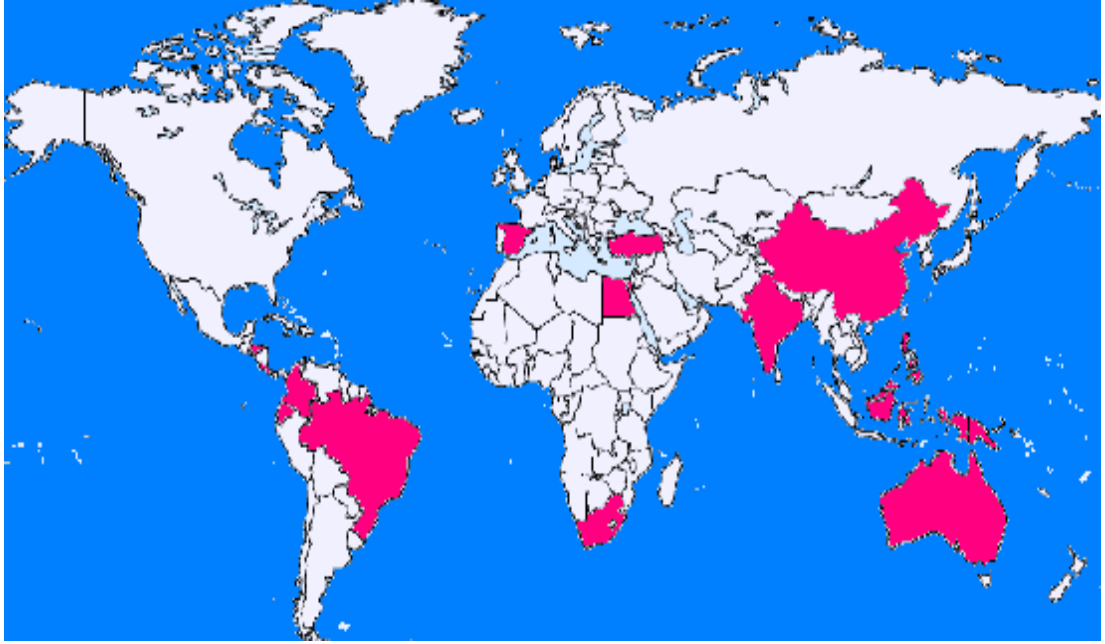
2.1. Muz Meyvesi

Muz, gerek sofralık gerekse sanayiye yönelik (pasta, kurutulmuş, dondurma vb.) çok fazla kullanım olanakları olan, küçük-büyük herkes tarafından sevilerek tüketilen ve son yıllarda milyonlarca insanın diyetine girmiş önemli bir meyve türüdür. Üretiminin yapıldığı ülkelerde karbonhidrat içeriğinin yüksek olması nedeniyle pişirilerek tüketilmekte ve insan beslenmesine önemli katkı sağlamaktadır (Anon., 2006).

Muz besin değeri yüksek olan bir meyvedir. Soyulup dilimlenmiş taze meyvesinin 100 gramında, 92 kkalori enerji, 1.03 g protein, 23.43 g karbonhidrat; 0.315 g yağ, 6 mg. Kalsiyum, 0.31 mg. demir, 1 mg. sodyum, 396 mg. potasyum, 81 IU A vitamini, 0.045 mg. B1 vitamini (tiamin), 0.1 mg B2 vitamini (riboflavin), 0.540 mg. B3 vitamini (niacin), 9.1 mg. C vitamini bulunmaktadır (Nal, 2007).

Muz, tropik ve subtropik iklim kuşağına sahip ülkelerde ekonomik olarak yetiştirilen, ihracat ve ithalat hacmi yüksek olan ürünlerin başında gelmektedir. Muz yetiştiriciliği Hindistan, Çin, Brezilya, Filipinler, Ekvator, Endonezya, Honduras, Kolombiya ve Kostarika gibi ülkelerde tropik iklim koşullarında; Mısır, İspanya (Kanarya Adaları), Avustralya, Güney Afrika, İsrail, Lübnan, Ürdün ve Türkiye gibi ülkelerde ise subtropik iklim koşullarında yapılmaktadır (Şekil 2.1) (Pekmezci ve ark., 2000). Anavatani, Güney Çin, Hindistan ve Hindistan ile Avustralya arasında kalan adalardır (Mendilcioğlu ve Karaçalı, 1980).

Ülkemizde muzun üretim yerleri, Toros Dağlarının koruduğu mikro klima alanlara sahip Anamur, Bozyazı, Alanya, Gazipaşa ve çevresidir. Bununla birlikte kontrollü yetiştirme ortamlarında Çukurova, İskenderun, Dört Yol, Erdemli, Serik, Manavgat ve Antalya’ m değişik bölgelerinde de yetiştirilmeye başlanmıştır. Son yıllarda hızlı bir şekilde örtüaltı yetiştiriciliğine geçiş yapılmış, üretim ve kalitede önemli oranda artış sağlanmıştır (Şekil 2.2) (Pınar ve ark., 2011).



Şekil 2.1 Dünyada muz yetiştiriciliği yapan ülkeler (Pekmezci ve ark., 2000)



Şekil 2.2 Türkiye’ de muz yetiştiriciliği yapılan alanlar (Pınar ve ark., 2011)

Dwarf Cavendish muzı boyları 1.5-2.0 m arasında değişen bodur bir çeşittir (Anon., 2012d). Yaprakları yuvarlak, sarkık ve yukarı doğru fazla dik duruşlu değildir. Hevengi aşağıya doğru daralmaktadır. Topuzu diğer çeşitlerden daha

yuvarlaktır. Tarak sayısı 11-13 arasında, taraktaki parmak sayısı 25-30 adet arasında değişir. Parmak uzunlukları 10-25 cm. arasında olup, sera koşullarında ortalama verimi 38-40 kg arasındadır. Meyve kabuğu kalındır. 3 metre sıra arası 1.70 cm veya 2 metre sıra üzeri olmak üzere dekara 166-196 arasında dikilebilir. Meyve oldukça lezzetli ve kokuludur. Soğuk hava ve düzensiz gelişme koşullarına karşı dayanıklıdır. Kenar veya oluk yüksekliği en az 3.5 metre olan seralar için önerilir. Tek ürün için uygundur. Dwarf Cavendish sık dikime uygun olması ve soğuklara dayanımı gibi olumlu özellikleri yanında meyvelerinin derim sonrası ömrünün kısa olması beneklenmeye, çatlamaya hassasiyeti, meyvelerinin standartlardan küçük boylu olması gibi olumsuz özellikleri mevcuttur. Dwarf Cavendish ülkemizde üretim alanları üzerinde yetiştiriciliği yapılan en yaygın muz çeşididir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3 *Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish'

Yapılan araştırmalarda ülkemizde üretilen ürünlerden hububatta % 28, baklagillerde % 15, yağlı tohumları için üretilen bitkilerde % 22, endüstri bitkilerinde % 14, yumrulu bitkilerde % 21, yem bitkilerinde % 33, sebzelerde % 26, yaş meyvelerde % 25 ve sert kabuklu meyvelerde % 28 oranında zararlanma meydana geldiği tespit edilmiştir. Hasat ve hasat sonrası kayıpları; erken ve geç hasat yapma, uygun olmayan hasat yöntemlerini kullanma, hasat sırasında dikkatsiz davranma, iyi ve yeterli olmayan taşıma kasalarını kullanma, ürünlerin toplama sonrası güneşte uzun süre bırakma, hastalıklı ve bozuk ürünleri iyi temizlememe, ayıklamama, ön soğutma yapmama, ambalaj kaplarında ürünleri iyi havalandırmama, soğutma yapmama, nakliye sırasında mekanik zarara sebep olma, taşımayı geciktirme, yükleme ve boşalt-

mayı iyi yapmama, ürünleri uygun olmayan yerlerde bekletme şeklinde verebiliriz (Anon., 2012a). Hasat sonrası kayıplara neden olan faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz (Anon., 2012b);

- Metabolizma – solunum hızı,
- Sıcaklık,
- Su kaybı,
- Fiziksel zedelenmeler,
- Fizyolojik bozulmalar,
- Patolojik hastalıklar,
- Uçucu gazlardan ileri gelen zararlanmalar (Etilen v.s).

Hasat sonrası optimum sıcaklık ve nem ile soğuk zincirin muhafazası tüm meyve ve sebzelerde en önemli muhafaza kriterleri olduğu gibi muz muhafazasında da durum böyledir. Sıcaklık ve oransal nemi optimum düzeyde tuttuktan sonra muhafaza süresinin uzaması ve kalitenin korunması için ilave uygulamalar devreye girmektedir. Bu işlemlerde temel hedef raf ömrünü kalite ve miktar kayıpları olmaksızın uzatmaktır (Kader, 2003). Meyve ve sebzeler klimakterik ve non klimakterik olmak üzere ikiye ayrılırlar. Klimakterik meyve ve sebze, etilen ve dokusal solunumla birlikte olgunlaşan ürünlerdir. Non-klimakterik (klimakterik olmayan) meyve ve sebze ise etilenden bağımsız ve dokusal solunumu yükselmeyerek olgunlaşan ürünlerdir. Şeftali, kayısı, armut, elma, erik, domates, ayva, tropik meyveler, avokado, muz, incir, kivi, mango, kavun, nektarin klimakterik ürünler, kabak, bezelye, ıspanak, brokoli, marul, salatalık, karpuz, bakla, kesme çiçekler ve yeşillikler, biber, ayşe fasulye, patlıcan, olgunlaşmamış kivi, brüksel lahanası, karnabahar, havuç, lahana non-klimakterik (klimakterik olmayan) ürünlerdir(Anon., 2012g). Muz meyvesi klimakterik bir meyvedir. Dolayısıyla diğer klimakterik meyvelerde olduğu gibi derim sonrasında solunum yapmakta ve etilen üretmektedir. Hasattan sonra meyve ve sebzenin kalitesinin korunmasında önemli bir faktör olan etilen, bitkide sentezlenen doğal bir bitki hormonudur. Büyüme ve gelişme olaylarında etkili olan etilen olgunlaşmada önemli rol oynamaktadır. Bu

nedenle ‘ olgunlaşma hormonu’ olarak da bilinir ve muz gibi bazı ürünlerin olgunlaştırılması için kullanılır. Bitkisel veya çevresel kaynaklardan çıkarak, ortamda çok düşük miktarlarda bulunan etilen örneğin marulda koyu kırmızı beneklerin oluşmasına, brokoli ve ıspanakta yeşil rengin kaybına, sararmaya, havuç ve kerevizde acılığa, biber, kabak ve karpuzda yumuşamaya, yeşil domateste hızlı olgunlaşma ve yumuşamaya neden olmaktadır (Anon., 2012b).

Etilen çıkışı meyve veya sebzede solunum hızını tetiklemekte bunun sonucunda hızlı bir şekilde olgunlaşma, hücresel düzeyde aşırı su kaybı, hücre zarının erimesi ve ölüm gerçekleşmektedir. Bu olayların başında eğer solunum ve su kaybı baskılanabilirse, etilen çıkışı azaltılabilir. Etilen reseptörleri bloke edilirse veya ortamdaki etilen absorbe edilirse teorik olarak tüm bu fizyolojik olaylar geciktirilebilecektir.

2.2. MAP ve 1-MCP Uygulamaları

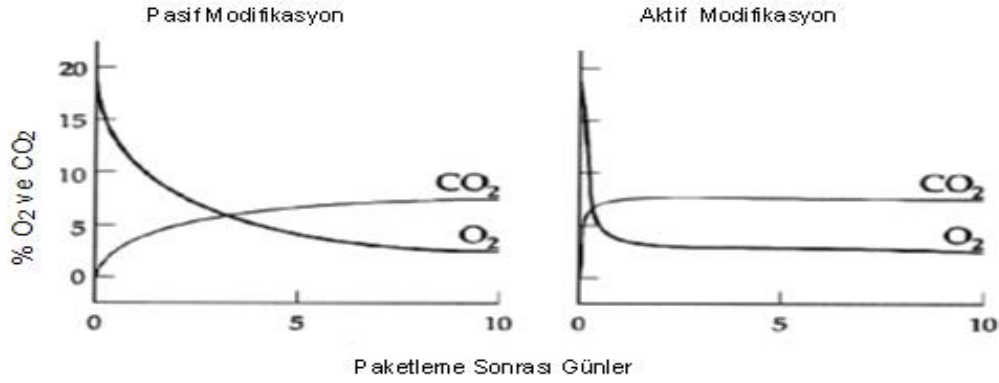
Modifiye atmosferde paketleme, ürünleri çevreleyen atmosfer bileşiminin değiştirilmesi esasına dayanmaktadır (Çandır ve Özdemir, 2007). Şekil 2.4’ te Modifiye atmosferde paketlemeden bir görüntü yer almaktadır.



Şekil 2.4 Modifiye atmosferde paketlemeden bir görüntü

MAP pasif veya aktif yapılabilir. Pasif MAP, modifiye atmosfer paket içerisindeki ürünlerin solunum ile ortamdaki O_2 ’ i tüketip CQ ’ i artırmaları ile sağlanır. Aktif MAP ise paketleme sırasında paket içerisindeki atmosferin azot gazı ile uzak-

laştırılması, yerine uygun gaz bileşiminin doldurulması ve paketin kapatılması ile sağlanır (Şekil 2.5) (Üstün, 2010).



Şekil 2.5 Aktif MAP ve pasif MAP’ da paket içindeki O₂ ve CO₂ konsantrasyonunun zamana göre değişimi (Üstün, 2010)

Yapılan MAP çalışmaları göstermiştir ki, gıda ürünleri farklı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklere sahip oldukları için bir üründe alınan başarıyı diğer ürünler için aynen geçerli kabul etmek imkansızdır. Her bir ürün için uygulanacak gaz karışımı, konsantrasyonu, ambalaj materyali, depolama sıcaklığı ve süresi gibi parametrelerin optimizasyonu gerekmektedir. Modifiye atmosferde paketlenen bir ürün için bu parametrelerin doğru kullanımı dayanma süresini arttırmakla kalmayıp koruyucu bir etki de yapmaktadır (Lioutas, 1988; Day, 1989).

MAP kısaca, taze meyve ve sebzelerin bulunduğu ortamdaki belirli gaz konsantrasyonlarının kontrol altına alınması olarak tanımlanmaktadır (Bishop, 1990). Bu gaz karışımı depo içinde bulunan ve solunum yapan meyve ve sebzelerin metabolik aktivitelerinin düzgün doğrusal olarak devam etmelerini sağlamaktadır. MAP ile ortamda bulunan O₂’ nin konsantrasyonunun % 21’ den % 1-3’ e ve CO₂’ nin ise % 0.03’ ten % 0.5-5 düzeylerine kadar gelmesi sağlanır (Anon., 2012c).

MAP materyallerinin seçimi ve tasarımı paketlenen ürünün solunumu ile film gaz geçirgenliği arasında bir denge oluşturmak ve paket içinde kabul edilebilir bir denge atmosferini oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu amaca ulaşılmasında ürün ve paketleme filmi ile ilgili faktörler etkilidir (Schlimme ve Rooney, 1994). Ürün ile ilgili faktörler; ürünün seçilen depo sıcaklığındaki solunum hızı, ürünün seçilen depo

sıcaklığındaki solunum oranı (RQ), paket içindeki ürün miktarı, paket içinde ürünün aerobik solunumunu azaltacak uygun O₂ ve CO₂ konsantrasyonudur. Paketleme filmi ile ilgili faktörler; seçilen depolama sıcaklığında filmin O₂, CO₂ ve su buharı geçirgenlik oranı, oransal nemin filmin O₂ ve CO₂ geçirgenliğine etkisi, paketin yüzey alanı, paketin kapatılma sağlamlığı, film yüzeyinin mekanik etkilere dayanımı, paket içindeki serbest hacim ve paket etrafındaki hava akımı hızı ve havanın oransal nemidir (Çandır ve Özdemir, 2007).

1-MCP' nin etilenin gerçek hareketini ve bğlanmasını engellemek için meyvenin reseptörlerine tutunduğu düşünülmektedir. Reseptör için 1-MCP' nin uygunluğu etilenden yaklaşık on kat daha büyüktür. Etilen ile karşılaştırıldığında, 1-MCP çok daha düşük konsantrasyonlarda aktiftir. Etkili konsantrasyonu çok düşüktür ve 2.5 nl l⁻¹ ile 1 µl l⁻¹ arasında değişmektedir. Uygulanan konsantrasyon ile uygulama süresi, ters orantılı olarak birbirini etkilemekte olup; düşük konsantrasyonlarda uzun süreli 1-MCP uygulaması, yüksek konsantrasyonlu kadar etkili olabilmektedir. 1-MCP çoğunlukla 20-25 °C sıcaklıkta uygulanmaktadır. Tam bir başarı elde etmek için genellikle uygulama süresi 12-24 saattir (Bower ve Mitcham, 2001; Blankenship ve Dole, 2003; Blankenship, 2003; Watkins, 2006; Watkins, 2008). Şekil 2.6' da 1-MCP tabletlerinden bir görüntü yer almaktadır (Canan, 2012).



Şekil 2.6. 1-MCP tabletleri (Canan, 2012).

1-MCP genel olarak olgunlaşma ve yaşlanmayı, etilen üretimini, solunumu, renk değişimini ve yumuşamayı geciktirmektedir (Watkins ve Miller 2005). Şekil 2.7' de 1-MCP uygulanan bazı ürünlerden görüntüler yer almaktadır.



Şekil 2.7. 1-MCP uygulamalarından bir görüntü.

1-MCP' nin etkili olduğu konsantrasyon, sıcaklık ve süre uygulanan ürüne bağlı olarak değişmektedir (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1 Bazı meyve ve sebzelerde 1-MCP' in uygulama konsantrasyonu, sıcaklığı ve süresi (Blankeship ve Dole, 2003)

ürün	Konsantrasyon	Sıcaklık (°C)	Süre (Saat)
Brokoli	1 - 12 $\mu\text{l l}^{-1}$	5-20	6-16
Muz	5.50 nl l^{-1} ; 0.1 $\mu\text{l l}^{-1}$	20-24	6-24
Elma	0.6-2 $\mu\text{l l}^{-1}$	0-25	7-20
Domates	5-7;10-20; 150 nl l^{-1} 1; 20 $\mu\text{l l}^{-1}$	20	2-24
Marul	0.1-1 $\mu\text{l l}^{-1}$	6	4
Karpuz	5 $\mu\text{l l}^{-1}$	20	18
Trabzon Hurması	300 nl l^{-1}	30	3
Kayısı	1 $\mu\text{l l}^{-1}$	20	4-20
Şeftali-Nektarin	20 nl l^{-1} ; 0.1 $\mu\text{l l}^{-1}$; 0.5 mL l^{-1}	20	4-24
Portakal	100 nl l^{-1}	25	6-12

1-MCP ' nin etkinliğini etkileyen faktörleri şöyle sıralayabiliriz (Baltaer, 2010);

- Meyvenin Olgunluğu,
- Uygulama şartları,
- Depoda karışık çeşit / farklı olgunluk durumları,
- Meyve çeşidi ve tipi.

2.3. MAP İle İlgili Çalışmalar

Basel ve ark. (2002), muz meyvesinin raf ömrü üzerine modifiye atmosferde muhafazanın etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar MAP uygulamasının kontrole göre, solunumu azalttığını, olgulaştırmayı geciktirdiğini ve meyve raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir.

Soliva-Fortuny ve ark. (2003), tarafından yapılan bir çalışmada Golden Delicious çeşidi elma dilimlerinin bazı MAP koşullarındaki mikro yapısı incelenmiştir. Buna göre 0. günde hücre yüzeyi oldukça düzgün görünürken, 45 gün depolama ve 0 kPa O₂, 100 kPa N₂ MAP koşullarında hücre yüzeyinde bazı damlacıklar görülmeye başlanmıştır. 45 gün ve 2 kPa O₂, 7 kPa CO₂, 91 kPa N₂ MAP koşullarında hücre yüzeyinde daha çok miktarda damlacık oluşumu görülmüştür. Oluşan bu damlacıkların, tekstürel yapının bozulmasına bağlı olarak arttığı iddia edilmiştir.

Nguyen ve ark. (2004), muz kabuğunda üşüme zararıyla meydana gelen esmerleşme üzerine modifiye atmosferde paketlenmenin etkisi konulu çalışmalarında Sucrier çeşidi muzları üşüme zararına uğrayabildikleri 10 °C de modifiye atmosfer paketlenmede bekletmek sureti ile depolamışlardır. MAP içerisinde oksijen seviyesi yaklaşık % 12, karbondioksit seviyesi yaklaşık % 4 olarak ayarlamışlardır. Araştırmacılar kontrol meyvesinin kabuğundaki toplam fenolik bileşiklerin miktarının MAP ile paketlenen muz meyvesinin kabuğundaki toplam fenolik bileşiklerin miktarına göre daha fazla arttığını, kontrol meyvesi kabuğundaki fenialanin amonyak liyaz ve polifenoloksidaz enzimlerinin aktivitesinin MAP ile paketlenen muz meyvesinin kabuğundaki fenialanin amonyak liyaz ve polifenoloksidaz enzimlerinin aktivitesinden oldukça yüksek seviyede olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte MAP ile

paketlemeyle üşüme zararı belirtilerinin azaltılabileceğini ve fenilalanin amonyak liyaz ve polifenoloksidaz enzimleri ile üşüme zararıyla ortaya çıkan esmerleşme arasında nedensel bir ilişkinin olabileceğini vurgulamışlardır.

Choehoma ve ark. (2004), muz kabuğunda erken yaşlanmadan kaynaklanan beneklenmenin modifiye atmosferde paketlemeyle önlenmesi konulu çalışmalarında Sucrier çeşidi muz meyvelerinin “ sun wrap” polivinil klorid film içerisinde 29-30 °C sıcaklıkta bekletildiğinde bu çeşit için tipik bir özellik olan erken yaşlılık kabuk beneklenmesinin önlendiğini belirlemişlerdir. Araştırmacılar bu uygulamada poşet içerisindeki karbondioksit ve etilen konsantrasyonlarının yükseldiğini, oksijen konsantrasyonunun ise düştüğünü tespit etmişlerdir. Sürekli düşük oksijen konsantrasyonlarında deneyler yapılmış ve modifiye atmosferde paketlemenin etkisi en çok düşük oksijen konsantrasyonunda olduğu tespit edilmiştir. Modifiye atmosfer paketlerinin içerisinde bağıl nemin yüksek olmasına rağmen beneklenme üzerine etki etmediğini belirlemişlerdir. Modifiye atmosferde paketlemenin etkisi kabuktaki fenilalanin amonyak liyaz aktivitesinin düşmesi ve polifenoloksidaz aktivitesinin artması üzerine olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda kabuk beneklenmesinin gerçekleşmesi için ortamdaki oksijen konsantrasyonunun yüksek olması gerektiği ve düşük oksijen seviyelerinde beneklenmenin sınırlı olmasının mekanizmasının ise bilinmediğini vurgulamışlardır.

Bahar (2006), bazı önemli geçici nektarin çeşitlerinin soğukta muhafazaları süresince görülen fizyolojik bozulmalar üzerine değişik derim sonrası uygulamaların etkisi konulu çalışmada iki nektarin çeşidinde MAP uygulamalarında 30. Günde meyve eti sertliği ve renk korunurken, ağırlık kaybı, SÇKM, pH, fizyolojik bozulmalar ve mantarsal hastalıklar tanık meyvelerine göre daha az yükseldiğini belirlemiştir. MAP uygulamalarında 20. günden sonra etanol artışından dolayı duyu test değerinde azalma tespit edilmiş ve muhafaza süresi 20 gün ile sınırlı tutulmuştur. Aralıklı ısıtma ve ön soğutma uygulamalarının fizyolojik bozuklukları önlemede ve meyve eti sertliğinin korunmasında olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Maria Aurelia ve Orion nektarin meyvelerinin MAP ambalajları içerisinde muhafazasında mantarsal hastalıklar ve fizyolojik bozukluklara 20 gün sonunda rastlanmamıştır. Fakat bu kriterler tanık uygulamalarında sırasıyla % 12 ve % 7.50 olarak belirlenmiştir.

Yetiş ve ark. (2006), aktif ve pasif modifiye atmosfer paketleme uygulamalarının tüketime hazır-az islenmiş havuçlarda renk ve tekstür özelliklerine etkisi konulu çalışmalarında, Hatay'ın Kırıkhan ilçesinde yetiştirilen havuçları bir dizi seri işlemlerden geçirerek (sınıflandırma, yıkama, kabuk soyma, dilimleme, % 0.1' lik sitrik asit çözeltisine daldırma) işlemişler ve modifiye atmosferde paketleme yapmışlardır. Çalışmada düşük (% 5 O₂ + % 10 CO₂ + % 85 N₂) ve yüksek (% 80 O₂ + % 10 CO₂ + %10 N₂) oksijen konsantrasyonu içeren iki farklı gaz kompozisyonunda (aktif modifikasyon) ve hava atmosferinde (pasif modifikasyon) Polipropilen (PP) tabak ve PP bazlı üst film kullanarak ambalajlama yapmışlardır. Ambalajlanan dilimlenmiş havuçları 4 °C' de 21 gün süre ile depolanmışlar ve 0, 2, 7, 14, 21. günlerde iki önemli fiziksel kalite kriteri olan renk (beyazlık indeksi) ve tekstür açısından değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda havuç için önemli bir kalite kriteri olan beyazlık indeksinde her üç uygulamada da depolama suresince önemli bir değişim gözlenmemiştir, havucun parlak turuncu rengini muhafaza ettiği tespit edilmiştir. Tekstürde ise özellikle 14. günden sonra aktif ve pasif MAP uygulamalarında önemli bir yumuşama tespit edilmiştir ($p \leq 0.05$). Pasif ve düşük oksijen uygulanan aktif MAP uygulamalarında hızlı solunuma bağlı olarak ortamdaki oksijenin kısa surede tüketilmesi ve anaerobik solunuma geçilmesi nedeniyle, yüksek oksijenli MAP uygulamasının havuç dilimlerinde daha etkili olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

Sabır ve ark. (2010), sıcak su uygulaması ve modifiye atmosferde paketlemenin mirella f1 domates çeşidinin muhafaza süresi ve kalitesi üzerine etkileri konulu çalışmalarında, pembe olum aşamasında derimi yapılan mirella f1 domateslerinde sıcak su, modifiye atmosfer paketleme ve bunların kombinasyonlarının muhafaza süresine meyve kalitesi ve muhafaza üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemeye alınan domatesler 10 °C ve % 90 oransal nem içeren soğuk depolarda 20 gün süreyle muhafaza edilmiştir. 20 günlük muhafaza sonucunda ağırlık kaybının az olmasında, sertlik ve meyve renginin korunmasında modifiye atmosfer torbalar sıcak su ile birlikte kullanıldığında oldukça etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Modifiye atmosfer poşetlerde muhafaza edilen domateslerde solunum hızının diğer uygulamalara göre daha düşük olduğu ve bu domateslerin depolama

süresince kalitesinin daha iyi korunduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda genel olarak değerlendirildiğinde, sıcak su uygulaması ve modifiye atmosfer paketlerde depolama, domateslerde kalitenin korunması ve muhafaza süresinin uzatılması için önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Canan (2012), anamur yöresinde yetişen muzların muhafazasında değişik derim sonrası uygulamaların, raf ömrü, meyve kalitesi ve fizyolojisi üzerine etkileri konulu çalışmasında 3 no' lu olgunluk şamasındaki muzlarda MAP'ı tek başına veya bir başka uygulama ile birlikte kullanmanın ağırlık kayıplarını yaklaşık olarak yarı yarıya azalttığını belirlemiştir. MAP tek başına kullanıldığında derim sonrası kayıpları üzerine de etkili olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacı aynı çalışmasında yeşil muzlarda MAP uygulamasının tek başına ve kombinasyonlarda kullanıldığında ağırlık kayıplarını önemli ölçüde azalttığını belirlemiştir.

2.4. 1-MCP İle İlgili Çalışmalar

Basel ve ark. (2002), muz meyvesinin raf ömrü üzerine 1-metilsiklopropenin etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar 1-MCP uygulamasının kontrole göre, solunumu azalttığını olgulaştırmayı geciktirdiğini ve meyve raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir.

Pelayo ve ark. (2003), muzlara ticari olarak etilen uyguladıktan 36-48 saat sonra olgunlaşmanın ortasında 1-MCP uygulamasının etkisini araştırdıkları çalışmalarında 1-MCP' nin değişik konsantrasyonlarını (100, 300, 1000 µg/l), farklı sıcaklıklarda (14 ve 20°C) ve farklı sürelerde (6, 12, 24 saat) uygulanmasını araştırmışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada 1-MCP' nin muzun olgunlaşmasını geciktirme üzerine etkisinin ticari uygulamalar için değişken olduğunu bildirmişlerdir.

Crouch (2003), elma ve armutlarda modifiye ve kontrollü atmosfere bir alternatif olarak 1-methylcyclopropene' in kullanımını araştırmıştır. Bu amaçla ticari olgunluk döneminin başında ve sonunda derimi yapılan elma ve armutlara 20 °C' de 12 saat süreyle 3 farklı dozda (312, 500 ve 1000 nl.L⁻¹) 1-MCP uygulanmıştır. Muhafaza süresi sonunda 1-MCP uygulanmış elmalar kontrol ile karşılaştırıldığında; sertliğin korunması, titre edilebilir malik asit miktarı ve çözünebilir kuru madde miktarı

bakımından yüksek değerler tespit edilmiştir. Armutlarda ise 1-MCP uygulanmış meyveler, depolamadan sonra yeşil rengini korumuşlar ve 15 °C’ de 3 hafta sonra olgunlaşmışlardır. Araştırmacı, elma ve armutlarda modifiye ve kontrollü atmosferde depolamaya bir alternatif olarak 1-MCP’ in potansiyel olarak kullanılabileceğini bildirmiştir.

Jiang ve ark. (2004), 1-MCP uygulamasının olgun muzlarda solunum hızı ve etilen üretim miktarını çok belirgin bir şekilde azalttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar olgun muz meyvelerine 20 °C de 24 saat süre ile 1-MCP uygulamışlar daha sonra bu meyvelere dışarıdan 50 mg/l etilen vererek dışarıdan ilave edilen etilenin etkisini araştırmışlardır. 1-MCP ile muamele edilen muz meyvelerinde meyve eti sertliğinin, titre edilebilir asitliğinin ve nişasta içeriğinin azalması çok önemli bir oranda geciktirildiğini bunun dışında toplam çözünür şekerler ve çözünür pektin içeriklerinin artmasının önlenmediği belirlenmiştir. 1-MCP uygulanmış meyvelerin SÇKM içeriği 20 °C de ilk 10 gün boyunca değişmeden kaldığını tespit etmişlerdir. 1-MCP uygulamasından sonra etilen uygulanan meyveler ile sadece 1-MCP uygulanan meyveler arasında titre edilebilir asitlik, SÇKM, toplam çözünür şeker ve çözünür pektin içeriği açısından belirgin bir fark görülmediği belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, hasat edilen Trabzon Hurması (*Diospyros Kaki*) meyvelerine depolanmadan önce 20 °C de 6 saat 3 µl l⁻¹ 1-MCP uygulanmıştır. Deneme süresince sertlik, solunum hızı, etilen üretimi gibi bazı parametreler değerlendirilmiş ve 1-MCP uygulanan meyvelerde olgunlaşmanın geciktiği görülmüştür. ‘ Qiandaowuhe’ Trabzon hurma çeşidinde solunum hızı ve etilen üretimi arasında tipik bir ilişkiye rastlanmıştır. CO₂ ve etilen üretiminin birlikte dördüncü günde en uç noktada olduğu belirlenmiştir. Meyve yumuşaması önlenmiştir. Pektinmetilesteraz ve poligalakturanaz dördüncü ve altıncı günde hızlı bir şekilde maksimuma ulaşmış daha sonra yavaş bir şekilde azalmıştır. Buna bağlı olarak 1-MCP uygulaması meyvelerde klimakterik etilen üretimini ve meyvedeki solunum hızındaki artışı engellemiştir. Sonuç olarak 1-MCP uygulaması özellikle ‘ Qiandaowuhe’ Trabzon hurma çeşidinde hasat sonrası ömrü oldukça fazla uzatmıştır (Luo 2005).

Türk (2008), valencia portakalında 1-MCP uygulamalarının depolama sonrası kalite özellikleri üzerine etkileri konulu çalışmasında, değişik konsantrasyonlarda 1-

MCP uygulamasının farklı sıcaklıklarda depolanan Valencia portakallarının (*Citrus cinensis*) kalitesine ve dayanıklılığına etkisini araştırmıştır. Çalışmada, 2006 yılında Muğla ilinin Ortaca ilçesinden getirilen meyvelere, depolama öncesi 12 saat süreyle 20 °C’ de 0, 250, 500, 1000 ve 2000 nL konsantrasyonlarında 1-MCP uygulanmıştır. Uygulama sonrası meyveler 5±0.5 °C ve 2±0.5 °C sıcaklıkta ve % 90 oransal nemdeki prefabrik soğuk odalarda 150 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 50., 100. ve 150. gününde çıkarılan örneklerde çeşitli analiz, gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Bu amaçla ağırlık kaybı, kabuk rengi, meyve suyu bileşiminin incelenmesi, kabuğun elektrolitik sızıntı değeri, üşüme zararı, çürüklük gelişimi ve solunum hızı belirlenmiştir. Çalışma sonucunda 1-MCP uygulamasının depolama sürecinde etilenin olumsuz etkisini ortadan kaldırmadığı tespit edilmiştir. Buna ilaveten 1-MCP uygulamasının 2 °C’ de depolanan meyvelerde üşüme zararını artırıcı yönde etkisinin olduğu belirlenmiştir. Valencia portakallarının uzun süreli depolanmasında 2 °C’ de üşüme zararı görüldüğü için 5 °C’ de depolanması önerilmiştir.

Canan ve ark. (2009), anamur muzuna 20 °C de 24 saat 1000 mg/l etilen uyguladıktan hemen sonra MAP, 1-MCP, KMNO₄ , 1-MCP+MAP uygulamaları yapmışlardır. Çalışma sonucunda 1-MCP’ nin özellikle meyve eti sertliğinin muhafazasını sağlamada önemli rol oynadığı belirlenmiştir.

Sabır (2008), bütün ve taze doğranmış domateslerde farklı derim sonrası uygulamaların muhafaza süresi ve kalite üzerine etkileri konulu çalışmasında, farklı olgunlukta derimi yapılan bütün ve taze doğranmış Zorro domates çeşidinde farklı uygulamaların muhafaza süresi ve kalite üzerine etkilerini araştırmıştır. Bu amaçla bütün olarak muhafaza edilen domatesler olgun, yeşil ve pembe olum aşamasında hasadı yapılarak kontrol, 125, 250, 500 ve 1000 nL⁻¹ dozlarında 1-MCP uygulaması yapmıştır. Çalışma sonucunda bütün olarak muhafaza edilen domateslerde 500 ve 1000 nL⁻¹ dozlardaki 1-MCP uygulamalarının olgunlaşmayı geciktirdiğini ve kalite özelliklerini koruyarak meyvelerin muhafaza ömrünü uzattığı belirlenmiştir.

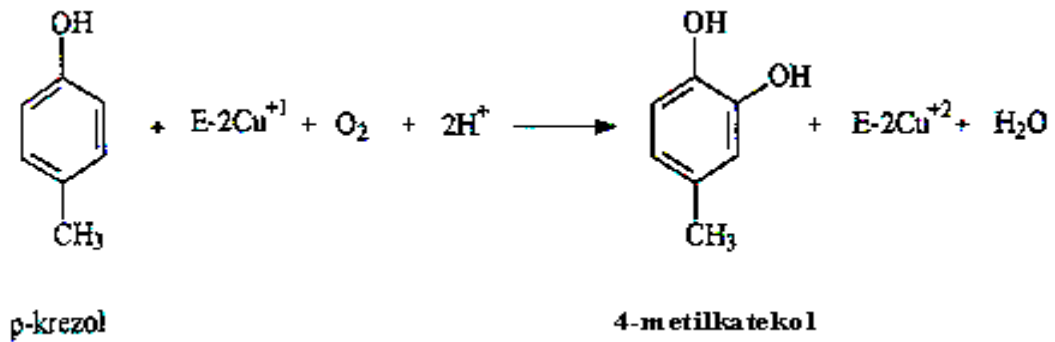
Moradinezhad ve ark. (2010), bildirdiklerine göre muzlar için 1-MCP’ nin ticari olarak pratik şekilde kullanılması için farklı sıcaklıklarda olgunlaşmayı nasıl etkilediğinin bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada 2 gün 100 µL L⁻¹ etilen uygulandıktan sonra 24 saat 22°C’ de 0 ve 300 nL L⁻¹ 1-MCP uygulanmıştır. Bu uygulama-

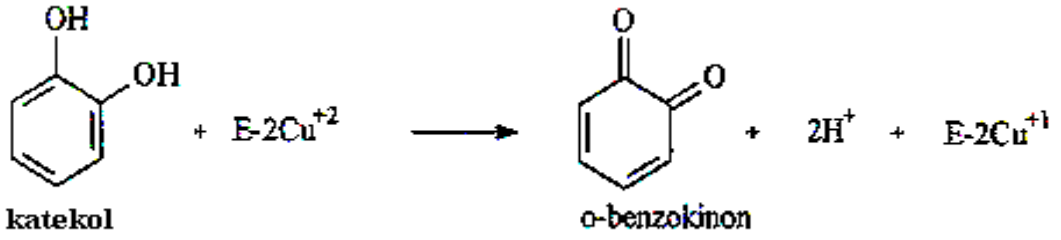
madan sonra 16, 19, 22 ve 25 °C’ de yaklaşık %90 neme ayarlı, sıcaklığı kontrol edilebilen odalara alınmıştır. 16 °C’ de olgunlaşmaya bırakılan muzlarda 1-MCP en uzun raf ömrü ve sertliği sağlayarak en fazla etkili olduğu tespit edilmiştir.

Canan (2012), Anamur yöresinde yetişen muzların muhafazasında değişik derim sonrası uygulamaların, raf ömrü, meyve kalitesi ve fizyolojisi üzerine etkileri konulu çalışmasında, 1-MCP’ nin halihazırda 3 no’ lu olgunluk şamasındaki muzlarda kullanımının ekonomik olmadığını, yeşil muzlarda tek olarak uygulandığında sarı ve yeşil kontrastını normal dışı artırarak renklenme bozuklukları oluşturduğunu tespit etmiştir.

2.5 PFO Enzimi İle İlgili Çalışmalar

PFO, Uluslararası Biyokimya Birliğinin sınıflandırmasında monofenol monooksijenaz (EC 1.14.18.1) ve kateşol oksidaz (EC 1.10.3.1) olarak yer almıştır. Monofenol oksidaza tirozinaz, fenolaz, monofenol oksidaz ve kresolaz gibi geleneksel isimler verilmiştir. Kateşol oksidaz ise difenol oksidaz, *o*-difenolaz, fenolaz, polifenoloksidaz ve tirozinaz olarak adlandırılmıştır. PFO pek çok reaksiyon katalizleyebilir. Bir monofenol olan *p*-kresolü, difenol 4-metil kateşol okside ederlerken, bir *o*-difenol olan kateşölü ise *o*-benzokinone parçalarlar (Şekil 2.8) (Hammer, 1993).



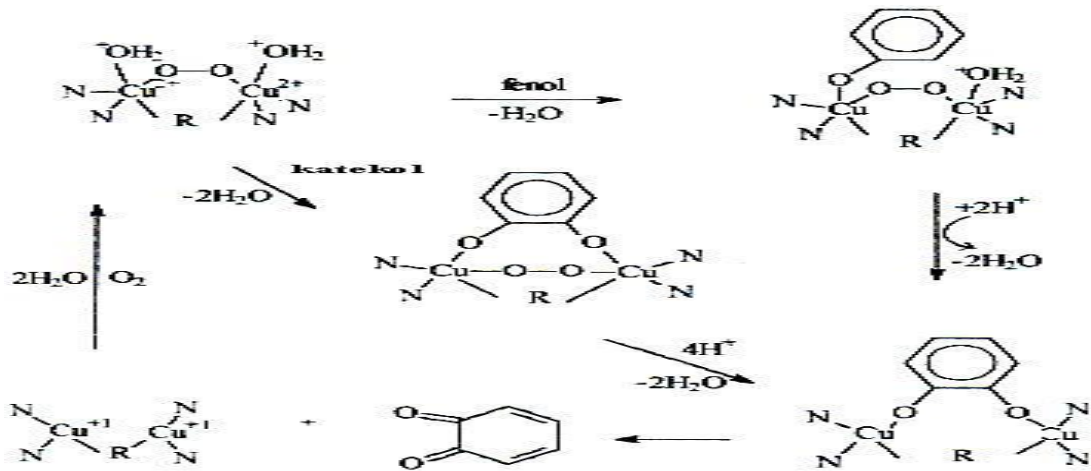


Şekil 2.8. PFO' nun katalizlediği bir reaksiyon (Hammer, 1993)

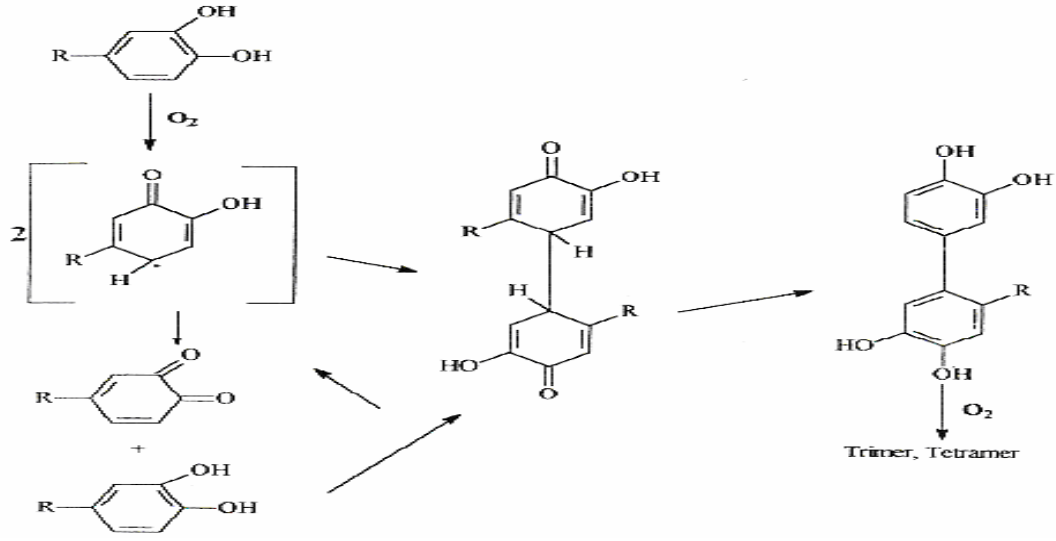
Bakır içeren bir enzim olan PFO iki farklı reaksiyon katalizler (Zawistowski ve ark., 1991):

- monofenollerin *o*-difenollere hidroksilasyonu (Şekil 2.9)
- *o*-difenollerin *o*-kinonlara dehidrogenasyonu (Şekil 2.10)

Bu aktivitelerden ilki monofenolaz (hidroksilaz veya kresolaz) ve ikincisi ise difenolaz (kateşolaz veya oksidaz) aktivitesi olarak adlandırılır. Her iki reaksiyonda da oksijen yardımcı substrat olarak kullanılır. Oluşan *o*-kinonlar daha sonra enzimatik olmayan reaksiyonlar sonucu kahverengi-siyah renkteki melanin pigmentlerine dönüşür (Şekil 1.14-1.15). Bitki ve funguslardan elde edilen PFO' lar hem monofenolleri (*p*-kresol, tirozin gibi) hem de difenolleri (kateşol ve *o*-dihidroksifenilalanin gibi) okside ederler. Ancak, bu etki PFO'nun elde edildiği kaynağa göre değişkenlik gösterir (Ramirez ve ark., 2003).



Şekil 2.9. O-kinon Oluşum Mekanizması (Zawistowski ve ark., 1991)



Şekil 2.10. Melanin pigmentinin oluşum mekanizması (Zawistowski ve ark., 1991)

Meyve ve sebze ürünlerinde renk değişimleri bir dereceye kadar istenir, ancak çoğu kez istenilen seviyede durdurulamaz. PFO enziminin neden olduğu esmerleşmeler, ürünün sadece renginde bozulmaya neden olmamakta, aynı zamanda lezzetini ve kalitesini de düşürmektedir. Bu nedenle olayın önlenmesi ve sınırlandırılması amacı ile PFO enziminin nitelikleri üzerinde çok çeşitli araştırmalar yürütülmektedir (Önez, 2006).

Sağlıklı meyve ve sebze dokularında, PFO enziminin substratları olan fenolik bileşiklerle teması, yok denecek kadar azdır. Bunun başlıca nedeni, enzim ve substratlarının bitki hücresinin farklı kısımlarında yer almasındandır. Nitekim PFO enziminin bir kısmı sitoplazmada serbest halde bulunurken, büyük bir kısmı hücrenin tilakoid ve kloroplast gibi unsurlarında, membrana bağlı olarak bulunmaktadır. Buna karşın, fenolik bileşiklerin neredeyse tamamı vakuollerde yoğunlaşmış halde bulunmaktadır. Ancak doku olgunlaşmasının ileri aşamalarında hücredeki pektinazların faaliyetiyle, doku kontrollü ve sınırlı bir şekilde doğal olarak değişimlere uğrar. Ayrıca, hasat, taşıma ve işleme sırasındaki etkiler veya uygulanan çeşitli işlemlerle hücre ve buna bağlı olarak doku bütünlüğü bozulmaktadır. Böylece, PFO enzimi kendi substratları olan fenolik bileşiklerle ve havadaki oksijen ile bir araya gelerek esmerleşmeye neden olmaktadır (Muchuweti ve ark., 2006).

Yemenicioğlu ve ark. (1997), elmadan elde ettikleri PFO' nun ısı inaktivasyon parametrelerinin belirlenmesi ile ilgili yaptıkları çalışmada 6 çeşit elma

ve 68 °C, 73 °C ve 78 °C olmak üzere 3 farklı sıcaklık kullanmışlardır. 78 °C sıcaklıkta Amasya elmasının PFO' suşuya karşı en dirençsiz, Starking Delicious çeşidi elmanın PFO' suşuya karşı en dirençli çeşit olarak belirlenmiştir. Isıl inaktivasyonun hız sabitleri 78 °C' de 15.99-28.27 10²/ min, aktivasyon enerjisi 54.7-77.2 kcal/mol, Z değeri 7.1-10.0 °C arasında bulunmuştur. Elmadan elde edilen PFO' nun diğer meyvelerden elde edilene göre ısıya karşı daha dirençli olduğu bildirilmiştir.

Ünal ve Şener (2006), Türkiye' de yetiştirilen Emir üzümünden PFO enzimini ekstrakte etmiş ve pH, optimum sıcaklık, termal inaktivasyon, kinetik parametreler ve bazı potansiyel PFO inhibitörlerin karakteristik özelliklerini belirlemişlerdir. Substrat olarak kateşol kullanıldığında üzüm kökenli PFO' nun optimum pH ve sıcaklığı sırasıyla 4.2 ve 25 °C olarak bulunmuştur. Km ve Vmax değerleri sırasıyla 25.1±2.72 mmol L⁻¹ ve 0.925±0.04 OD₄₁₀dk⁻¹ bulunmuştur. Değişik inhibitörlerin etkileri incelenmiş ve en etkin inhibitörün sodyum metabisülfite olduğu ve bunu askorbik asitin takip ettiği bildirilmiştir. Enzimin Ea ve Z değeri sırasıyla 251.4 kJmol⁻¹ (r²= 0.996) ve 8.92 °C (r²= 0.993) olarak hesaplanmıştır.

Ünal ve ark. (2007), sultaniye üzümünden PFO' nun ekstraksiyonu ve karakterizasyonu ile ilgili yaptıkları çalışmada enzimin optimum pH ve sıcaklığının 3.4 ve 30 °C, Km ve Vm değerinin 44.5 mM ve 0.695 abs/dak. olduğunu, en etkili inhibitörlerin sodyum metabisülfite olduğunu ve bunu askorbik asitin izlediğini, termal inaktivasyon çalışmalarında 65-80 °C sıcaklık aralığında enzimin yarılanma ömrünün 2.6-49.5 dak. arasında değiştiğini ve enzimin Z ve Ea değerlerinin sırası ile 10.95 °C ve 208.5 kJ/mol olduğunu bildirmişlerdir.

Ünal ve ark. (2010), iki farklı ayva çeşidinden amonyum sülfat çöktürmesi ile kısmi saflaştırdıkları PFO enzimini karakterize etmişlerdir. Eşme ayva çeşidinin PFO' sunun optimum pH ve sıcaklık değeri 4.5 ve 25 °C, Kalecik ayva çeşidinin PFO' sunun optimum pH ve sıcaklık değeri 4.0 ve 30 °C olarak bulunmuştur. Vm/Km değerlerinden Eşme ayva çeşidinin PFO' sunun substrat spesifikliğinin 4-metil kateşol > kateşol > progallol şeklinde, Kalecik ayva çeşidinin PFO' sunun substrat spesifikliğinin ise kateşol > 4-metil kateşol > progallol şeklinde olduğu ve

enzimlerin sıcaklık stabilitelerinin ve inhibitörlere duyarlılıklarının farklılık gösterdiği saptanmıştır.

Şener ve Ünal (2011), akko XIII yeni dünyasından PFO enzimini amonyum sülfat çöktürmesi ve iyon değişim kromatografisi ile saflaştırmışlar ve A ve B harfler ile isimlendirdikleri iki adet PFO izoenzimi elde etmişlerdir. Bunlardan izoenzim A' nin optimum pH değerinin 7.4, izoenzim B' nin optimum pH değerinin ise 4.98 olduğu, enzimlerin Km değerlerinin sırası ile 152.3 mM ve 5.4 mM olduğu, her iki izoenziminde 30 °C sıcaklıkta maksimum aktivite gösterdiği, izoenzimlerin ısıya dirençlerinin ve inhibitörlere hassasiyetlerinin farklılık gösterdiği bildirilmiştir.

Şener ve ark. (2011), goldnugget yeni dünyasından PFO' nun saflaştırılması ve karakterizasyonu ile ilgili yaptıkları çalışmada enzimi amonyum sülfat çöktürmesi ve iyon değişim kromatografisi yöntemleri ile saflaştırmışlardır. Araştırmacılar A ve B harfleri ile isimlendirdikleri iki aktivite piki elde etmişler ve izoenzim A' nin 5.7 kat ve izoenzim B' nin 61.1 kat saflaştırıldığı bildirilmiştir. Karakterizasyon çalışmalarında izoenzim A' nin optimum pH değerinin 4.5, izoenzim B' nin optimum pH değerinin ise 6.8 olduğu, her iki izoenziminde optimum sıcaklık değerinin 30 °C olarak belirlendiği, izoenzim A' nin izoenzim B' denisiya daha fazla direnç gösterdiği ve inhibitörlerin izoenzimlere etkilerinin önemli düzeyde değişiklik gösterdiği bildirilmiştir.

Nguyen ve ark. (2003), düşük sıcaklıkta depolama sırasında Kluai Khai (Musa Aa Group) ve Kluai Hom Thong (Musa Aaa Group) muz çeşitlerinin kabuğundaki polifenoloksidaz ve fenilalanin amonyak liyaz faaliyetleri ile esmerleşme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Araştırmacılar muz meyvelerini 6 °C ve 10 °C depolamışlardır. Muz kabuğunda meydana gelen üşüme zararından kaynaklanan esmerleşmenin her iki sıcaklıkta da meydana geldiğini ancak 6 °C' de daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Hasat zamanındaki Kluai Khai muz çeşidindeki toplam fenolik bileşikler Kluai Hom Thong muz çeşidinden 3 kat daha az olarak belirlemişlerdir. Üşüme zararının gelişmesiyle fenilalanin amonyak liyaz ve polifenoloksidaz aktivitelerinin arttığını toplam fenolik bileşiklerin azaldığını belirlemişlerdir. Her iki çeşitte de 6 °C de 10 °C' ye göre toplam fenolik bileşiklerin daha çok azaldığını fenilalanin amonyak liyaz ve polifenoloksidaz aktivitelerinin ise daha çok arttığını belirlemişlerdir. Üşü-

me zararı ile toplam fenolik bileşikler ve fenilalanin amonyak liyaz ve polifenoloksidaz arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak düşük sıcaklık stresi ile fenilalanin amonyak liyaz ve polifenoloksidaz enzimlerini arttığını ve bu artış neticesinde esmerleşmenin meydana geldiğini vurgulamışlardır.

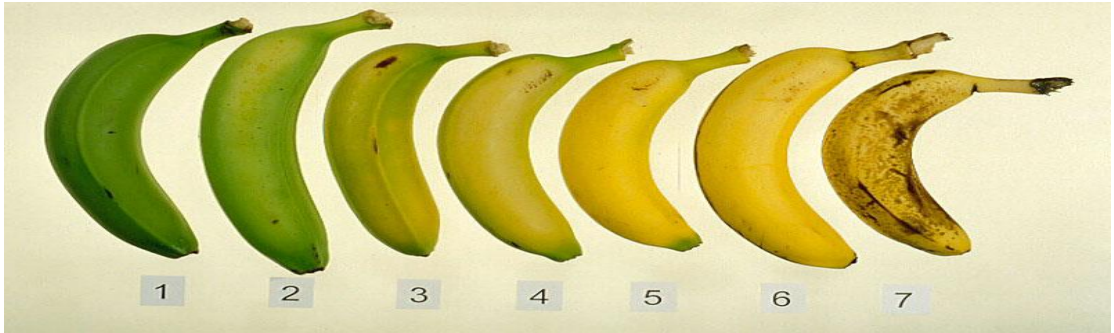
Min-Kyung Lee (2007), muzun olgunlaşması sırasında soğan özü ve maillard reaksiyonu ürünlerinin muz polifenol oksidaz enzim aktivitesi üzerine inhibitör etkisini araştırdığı çalışmada, 10 dakika boyunca 100 °C'de ısıtılan soğan özünün muz polifenol oksidaz enzim aktivitesi üzerine inhibitör etkisinin taze soğan özünden daha yüksek bir etki gösterdiğini belirlemiştir.

Ünal (2007), anamur muzundan polifenoloksidaz enzimini saflaştırıp, enzimin özelliklerinin belirlenmesi konulu çalışmada, Anamur Muzunun polifenoloksidazının optimum sıcaklığını 30 °C ve optimum pH' ını 7.0 olarak belirlemiştir. Araştırmacı 60-75 °C arasındaki termal inaktivasyon çalışmalarından, enzimin yarı ömür değerlerini 7.3 ve 85.6 dakika arasında, E_a ve Z değerlerini sırasıyla, 155 kJ.mol⁻¹ ve 14.2°C olarak, K_m ve V_{max} değerlerini ise sırasıyla 8.5 mM ve 0.754 OD₄₁₀ dk⁻¹ olarak tespit etmiştir. Bunun dışında inhibitör testlerinde ise askorbik asit ve sodyum metasülfatın en etkili inhibitörler olduğunu saptamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Materyal olarak, Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyon Müdürlüğü örtü altında yetiştirilen Dwarf Cavendish (*Musa acuminata Colla* (AAA Group) c.v) çeşidi muz meyveleri kullanılmıştır. Dwarf Cavendish muz klonları Anamur Muzu olarak bilinen meşhur olan klonlardır. Muzlar yeşil olum döneminde, meyvelerde köşelilik tam kaybolmadan hasadı yapılmıştır. Hasadı yapılan meyveler üç numaralı olgunluk aşamasına kadar olgunlaştırılmıştır (Şekil 3.1)



Şekil 3.1. Muzun olgunluk aşamaları (Anon., 2012f)

3.2. Yöntem

3.2.1. Uygulamaların Yapılması ve Denemenin Yerleşimi

Hevenklerden kesilen yeşil olum dönemindeki muzlar kaba temizliği yapıldıktan sonra, fungusit (% 0.2' lik imazalil etkili maddeli) uygulaması yapılarak Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyon Müdürlüğü soğuk hava depolarına (13°C) alınmıştır. Deneme ebatlarına küçültülmüş ve her tekerrürde 10' ar adet olacak şekilde hazırlanmış muz meyveleri dikdörtgen şeklindeki plastik kaplar içine yerleştirilmiştir (Şekil 3.2). Bu aşamadan sonra olgunlaştırma odasına alınan muzlar 20 °C' de 1000 mg/l etilene tabi tutularak olgunlaştırma işlemi başlatılmıştır. Bu şartlar altında 4. günün sonunda üçüncü olgunluk aşamasına ulaşan muz meyvelerinden, 1-MCP uygulanacak muz meyveleri 1-MCP odasına alınmıştır. 1-

MCP uygulaması 300 µg/l konsantrasyonunda 24 saat ve 20 °C şartlarında uygulanmıştır. 1-MCP uygulamasından çıkan muzlarla birlikte MAP uygulaması yapılan meyveler ve kontrol meyveleri ortam sıcaklığı 20 °C olan odalarda bulunan raflara yerleştirilmiştir. Muhafaza edilecekleri raflara yerleştirilen meyve örneklerine 0., 2., 4., 6 ve 8. günlerde öngörülen analizler yapılmıştır. Çalışmada modifiye atmosferde paketlenme olarak ticari Xtend marka modifiye atmosfer poşetleri kullanılmıştır. Çalışma üç uygulama (MAP, 1-MCP ve kontrol) , beş zaman (0., 2., 4., 6. ve 8. gün) ve üç tekerrür ile yürütülmüştür.



Şekil 3.2. Uygulamalardan önceki işlemler

3.2.2. Uygulamalar

3.2.2.1. MAP Uygulaması

Çalışmada modifiye atmosfer poşeti olarak Xtend kullanılmıştır (Şekil 3.3). Muzlar için özel olarak geliştirilmiş modifiye atmosfer poşetleri normal polietilen poşetlerden farklı olarak oransal nemi dengeleyerek aşırı nem birikmesini önler, ürünün nem kaybetmesine karşı etkilidir. Ürün ortamdaki O₂ ve CO₂ seviyesini belirli bir süre sonra dengeler ve muhafaza edilen muzun etrafında kısmi bir kontrollü atmosfer oluşturur. Bu sayede solunumu yavaşlatır ve raf ömrünü uzatır. Kullanılan modifiye atmosfer poşeti makro ve mikro deliklere sahiptir. Xtend, muzlar da dahil

bir çok üründe modifiye atmosfer poşetleri konusunda ARGE yapan önemli bir MAP markasıdır (Anon., 2012e).



Şekil 3.3. Çalışmada kullanılan modifiye atmosfer poşetleri

3.2.2.2. 1-MCP Uygulaması

1-MCP' nin hücrede etilen reseptörlerine bağlanarak etilenin bağlanmasını engellediği ve etkisinin bu şekilde ortaya çıktığı düşünülmektedir. 1-MCP' nin reseptör ile uyuşması etileninkinden yaklaşık on kat daha fazladır ve daha düşük konsantrasyonlarda aktiftir. 1-MCP ayrıca bazı ürünlerde geri beslemeli inhibisyonla da etilen biyosentezini etkilemektedir. Bitkisel ürünlerde difüzyonu hızlı olan 1-MCP, plastik torbalar ve fiber kutulardan geçebilmektedir (Blankenship ve Dole, 2003).

Amerika Çevre Koruma Ajansı (EPA) 2002 yılında 1-MCP' nin insanlara, hayvanlara ve çevreye herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir (EPA, 2002).

Çalışmada 1-MCP' nin hapseklindeki ticari formülasyonu bir aktivatörle birlikte kullanılmıştır. Her bir hap 5 m³ lük bir hacim içinde 300 µg/l konsantrasyon sağlamaktadır (Şekil 3.4). 1-MCP uygulanacak meyveler gaz geçirimsiz bir odada toplanmış ve 20 °C' de 24 saat 1-MCP uygulanmıştır.



Şekil 3.4 1-MCP (1-Methylcyclopropene) tabletleri

3.2.3. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.2.3.1. Meyve Kabuğu Sertliği

Meyve kabuğu sertlik ölçümleri 0., 2., 4., 6. ve 8. günlerde 6 mm konik uçlu el penetrometresi ile (Fruit Pressure Tester, Model FT 327, İtalya, Şekil 3.5) meyvenin orta kısmının üç farklı yerinden ölçülmüş ve sonuçlar kg/cm² olarak ifade edilmiştir (Uslu, 2005).



Şekil 3.5 Fruit Pressure Tester FT 327 el penetrometresi

3.2.3.2. Meyve Eti Sertliği

Meyve eti sertlik ölçümleri 0., 2., 4., 6. ve 8. günlerde 6 mm konik uçlu el penetrometresi ile (Fruit Pressure Tester, Model FT 327, İtalya, Şekil 3.5) meyvenin kabuğu soyulduktan sonra orta kısmının üç farklı yanından yapılmış ve sonuçlar kg/cm^2 olarak ifade edilmiştir (Uslu, 2005).

3.2.3.3. Toplam Asit Miktarı

0., 2., 4., 6. ve 8. günlerde meyvelerden 50 g alınarak 250 mL su ile blenderdan geçirilmiş ve filtre edilen örnekten 10 mL alınarak 0.1 N NaOH çözeltisi ile dijital büret yardımıyla titre edilmiştir. Bir örnekteki titre edilebilir % asit miktarı malik asit cinsinden g malik asit/100 g olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$(V) (f) (E) (100)$$

$$\text{Titrasyon Asitliği \%} = \frac{\text{-----}}{M}$$

V : Harcanan NaOH miktarı, mL

f : 0.1 N Baz Çözeltisinin Faktörü

E : 1 mL 0.1 N NaOH' in Edeğeri Asit Miktarı, g

M : Titre Edilen Örneğin Gerçek Miktarı, mL veya g

3.2.3.4. Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde (SÇKM) Miktarı

Meyve usaresindeki SÇKM 0., 2., 4., 6. ve 8. günlerde el refraktometresi (Atago N-20 Brix 0-20 %, Japonya,) ile ölçülmüştür (Şekil 3.6). Meyve örneklerinden 50 g alınarak 250 mL su ile blenderdan geçirilmiş ve filtre edilen örnekten bu aletin haznesine damlatılarak seyreltilmiş örneğin briks derecesi ölçülmüştür. Aşağıdaki formül yardımıyla örneğin suda çözünmüş kuru madde miktarı % olarak belirlenmiştir (Cemeroğlu, 2010).

$$(B_x) (V)$$

Örnekte Suda Çözünmüş Kuru Madde % = -----

$$M$$

B_x : Seyreltilmiş Örnekte Saptanmış Briks Derecesi

V : Örneğin Seyreltildiği Hacim, mL

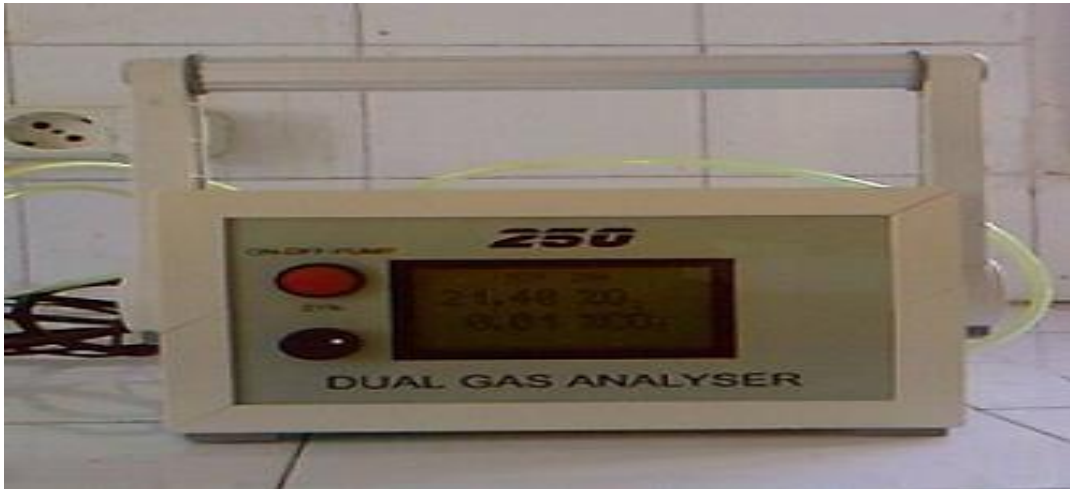
M : Örnek Ağırlığı, g



Şekil 3.6 El refraktometresi

3.2.3.5. CO₂ üretim miktarı (%)

CO₂ üretim miktarı ölçümleri 0., 2., 4., 6. ve 8. günlerde, 2.5 litrelik gaz geçirimsiz kavanozlara tekerrür meyveleri konulmuş bir saat sonra ölçüm yapılmıştır. Muz meyveleri etrafındaki karbondioksit miktarı ölçümleri portatif CO₂ ve O₂ analyser cihazı (Dual Gas Analyser, United Kindom,) kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.7). Sonuçlar % CO₂ üretimi olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.7 Dual gas analyser cihazı

3.2.3.6. Etilen Üretim Miktarı (mg/l)

Etilen üretimi ölçümleri 0., 2., 4., 6. ve 8. günlerde, 2.5 litrelik gaz geçirimsiz kavanozlara tekerrür meyveleri konulmuş bir saat sonra ölçüm yapılmıştır. Etilen ölçümleri ICA56 cihazı (ICA56, United Kindom,) cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.8). Sonuçlar mg/l olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.8 ICA56 etilen ölçüm cihazı

3.2.3.7. Meyve Kabuk Rengi

Meyve kabuk renginde meydana gelen değişimler 0., 2., 4., 6. ve 8. günlerde renk ölçüm cihazı (Minolta CR-300 model, Minolta Ramsey, NJ,) ile L^* , a^* ve b^* cinsinden ölçülmüştür (Şekil 3.9). Renk ölçümlerinin değerlendirilmesinde L^* değeri parlaklığı, $+a^*$ değeri kırmızı, $-a^*$ değeri yeşil, $+b^*$ değeri sarı, $-b^*$ değeri mavi rengi temsil etmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.9 Minolta CR-300



Şekil 3.10 L, a, b renk uzayı

3.2.3.8. Meyve Eti ve Kabuğunda Toplam Fenol Bileşiklerin Tayini

Meyve eti ve kabuğunda toplam fenolik bileşiklerin tayini Ough ve Amerine, 1988' e göre modifiye edilerek belirlenmiştir. Meyve etindeki toplam fenol bileşiklerini belirlemek için 50 g muz meyvesi 50 mL % 80 lik metanol ile Waring Blendor' da homojenize edilmiştir ve oksidasyonu önlemek amacıyla 0.5 g askorbik asit kullanılmıştır. Elde edilen homojenat bir tülbentten geçirilerek süzildükten sonra toplam fenol bileşikleri analizleri yapılmıştır. Bu amaçla 100 mL' lik balona 1mL örnek konularak üzerine 60 mL saf su ilave edilmiştir. Balon içeriği karıştırıldıktan sonra 5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenerek iyice karıştırılmış ve 30 saniye içerisinde % 20' lik karbonat çözeltisinden 15 mL ilave edilmiş ve karıştırılarak ve hacmine tamamlanmıştır. Çözelti 20°C' de 2 saat bekletildikten sonra 765 nm' de 1 mL' lik küvetlerde köre karşı absorbans ölçümü yapılmıştır. Fenol bileşikleri miktarı daha önce hazırlanmış standart grafikten yararlanılarak g/100 mL olarak gallik asit cinsinden hesaplanmıştır (Ough ve Amerine, 1988).

Meyve kabuğundaki toplam fenol bileşiklerini belirlemek için 25 g muz kabuğu Waring Blendor' da homojenize edilmiştir ve oksidasyonu önlemek amacıyla 0.25 g askorbik asit kullanılmıştır. Elde edilen homojenat bir tülbentten geçirilerek

süzüldükten sonra toplam fenol bileşikleri analizleri yapılmıştır. Bu amaçla 100 mL' lik balona 1mL örnek konularak üzerine 60 mL saf su ilave edilmiştir. Balon içeriği karıştırıldıktan sonra 5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi eklenerek iyice karıştırılmış ve 30 saniye içerisinde % 20' lik karbonat çözeltisinden 15 mL ilave edilmiş ve karıştırılarak ve hacmine tamamlanmıştır. Çözelti 20 °C' de 2 saat bekletildikten sonra 765 nm' de 1 mL' lik küvetlerde köre kar absorbands ölçümü yapılmıştır. Fenol bileşikleri miktarı daha önce hazırlanmış standart grafikten yararlanılarak g/100 mL olarak galik asit cinsinden hesaplanmıştır (Ough ve Amerine, 1988).

3.2.3.9. Polifenol Oksidaz (PFO) Aktivitesi Tayini

3.2.3.9.1. Meyve Eti ve Kabuğundaki PFO Aktivitesi İçin Enzim Ekstraksiyonu

PFO ekstraksiyonu Gawlik-Dziki ve ark., (2007)' ye göre yapılmıştır. 20 g muz meyvesi veya kabuğu 0.176 g askorbik asit, 0.5 g PVPP, 0.5 mL triton, 0.0174 g PMSF içeren 100 mL pH 6.8 fosfat tamponu ile 4 °C' de homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat 4 °C' de 1 saat manyetik karıştırıcı ile karıştırıldıktan sonra 4 °C' de 45 dakika 10.000 g' de santrifüj edilmiştir. Elde edilen berrak kısım enzim aktivitesini ölçmek için kullanılmıştır.

3.2.3.9.2. PFO Enzim Aktivitesinin Ölçümü

Enzim aktivitesi 30 °C' de 410 nm' de 40 sn. boyunca absorbanstaki artıştan belirlenmiştir. Absorbans-zaman grafiğinin lineer kısmının eğiminden enzim aktivitesi hesaplanmıştır. Ölçümler üç paralelli olarak yapılmış ve sonuçlar ortalama değerler şeklinde ifade edilmiştir. Uygun pH' lardaki fosfat tamponunda hazırlanmış ve 30 °C' ye ısıtılmış 0.9 mL substrat çözeltisi 0.1 mL enzim çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra absorbanstaki artış otomatik olarak kaydedilmiştir. Kontrol olarak fosfat tamponunda hazırlanmış substrat kullanılmıştır. 1 ünite PFO aktivitesi 30 °C' de dakikada 0.0001 birimlik absorbans artışına neden olan enzim miktarı olarak tanımlanmıştır (Ünal ve Şener, 2006).

3.2.4. İstatiksel Analizler

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Her uygulama için 3 tekerrür kullanılmış, her tekerrür için 10 meyve alınmıştır ve araştırmadan elde edilen sonuçlar % 5 önem seviyesinde JUMP bilgisayar programında değerlendirilmiştir. Ortalama değerlerin karşılaştırılmasında TUKEY testi kullanılmıştır (Canan, 2012).

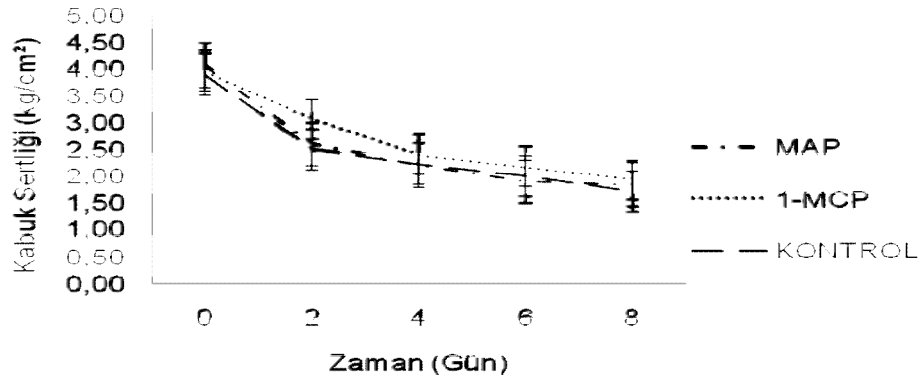
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Meyve Kabuğu Sertliği

Şekil 4.1' de MAP ve 1-MCP uygulamalarının meyve kabuğu sertliği üzerindeki etkisi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, kontrol örneği de dahil, tüm uygulamalarda zamanla meyve kabuğu sertliği azalmıştır. Meyve kabuğu sertliği uygulama süresince 1.71 (kg/cm²) ile 4.07 (kg/cm²) arasında gerçekleşmiştir. Uygulama süresi boyunca meyve kabuğu sertliğinde en fazla kayıp kontrol meyve örneklerinde, en az kayıp 1-MCP uygulamasında görülmüştür. Kontrol meyve örneklerinin meyve kabuk sertliğinde % 58' lik bir azalma meydana gelirken, bu oran MAP uygulanan meyve örneklerinde % 55, 1-MCP uygulanan meyvelerde % 51 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde meyve kabuğu sertliğinin korunmasında 1-MCP uygulamasının en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Uygulamaların meyve kabuk sertliği üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p<0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmazken, zamanın meyve kabuk sertliği üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p<0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Meyve örneklerinde sekiz günlük rafta bekleme süresi boyunca solunumla birlikte meyve kabuğu bünyesinde bulunan ve kabuğu oluşturan besin maddelerinin kullanılmasıyla kabukta yumuşama gerçekleşmiştir.

Prabha ve Bhagyalakshmi (1998), olgunlaştırılmış muzlarda karbonhidrat metabolizmasını inceledikleri çalışmada, herhangi bir uygulama yapılmamış muz meyvesinde olgunlaşmayla birlikte meyve kabuk sertliğinin zamanla azaldığını (133 N/mm²' den 27 N/mm²' ye) belirlemişlerdir. Canan (2012), anamur yöresinde yetişen muzların muhafazasında değişik derim sonrası uygulamaların raf ömrü, meyve kalitesi ve fizyolojisi üzerine etkileri konulu çalışmada, MAP uygulanmış muz meyvelerinin meyve kabuğu sertliği 4. günde 2.70 Lb-K, 8. gününde ise 1.73 Lb-K olarak tespit etmiştir. 1-MCP uygulanmış muz meyvelerinin meyve kabuğu sertliğini ise 4. günde 2.47 Lb-K, 8. gününde ise 1.80 Lb-K olarak tespit etmiştir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile çalışmada kullandığım muz örneklerinin sonuçları uyum içindedir.

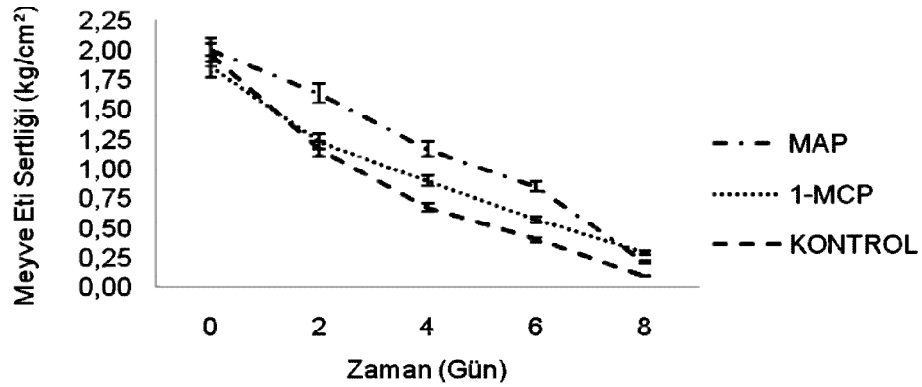


Şekil 4.1 MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin meyve kabuğu sertliği (kg/cm^2)

4.2. Meyve Eti Sertliği

Şekil 4.2' de MAP ve 1-MCP uygulamalarının meyve eti sertliği üzerindeki etkisi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, kontrol örneği de dahil, tüm uygulamalarda zamanla meyve eti sertliği azalmıştır. Meyve eti sertliği uygulama süresince 0.10 (kg/cm^2) ile 2.00 (kg/cm^2) arasında değişmiştir. Uygulama süresi boyunca meyve eti sertliğinde en fazla kayıp kontrol meyve örneklerinde, en az kayıp 1-MCP uygulanan meyve örneklerinde görülmüştür. Kontrol meyve örneklerinin meyve eti sertliğinde % 95' lik bir azalma meydana gelirken, bu oran MAP uygulanan meyve örneklerinde % 89, 1-MCP uygulanan meyve örneklerinde % 84 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde meyve eti sertliğinin korunmasında 1-MCP uygulamasının en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Uygulamaların ve zamanın kabuk sertliği üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Meyve örneklerinde sekiz günlük rafta bekleme süresi boyunca solunumla birlikte meyve etinde bulunan besin maddelerinin kullanılmasıyla meyve etinde yumuşama gerçekleşmiştir.



Şekil 4.2 MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyvelerinin meyve eti sertliği (kg/cm²)

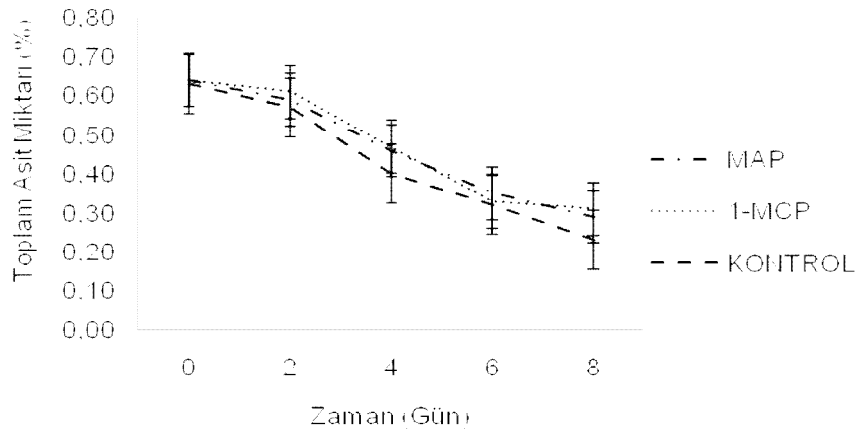
Cano ve ark. (1997), İspanyol ve Latin Amerika muz çeşitlerinin morfolojik, kimyasal ve aroma özelliklerini belirledikleri çalışmalarında, herhangi bir uygulama yapılmamış olgun muz çeşitleri arasında doku sertliğinin 5.53-6.68 N/mm değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Prabha ve Bhagyalakshmi (1998), yapmış olduğu çalışmada, herhangi bir uygulama yapılmamış muz meyvesinde olgunlaşmayla birlikte meyve kabuk sertliğinin zamanla azaldığını (314 N/mm²’ den 15 N/mm²’ ye) belirlemişlerdir. Sönmezdağ (2009), doğal yöntemle ve etilen uygulamasıyla olgunlaştırılan “ grand naine” muzlarının aroma bileşimlerinin belirlenmesi konulu çalışmasında, etilenle olgunlaştırılmış muz meyvesinde doku sertliğinin 4.62 - 3.62 N/mm arasında, doğal yolla olgunlaştırılmış muz meyvesinde 4.52 - 3.46 N/mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırmacının çalışmasında olduğu gibi çalışmamda kullandığım muz örneklerinin meyve eti sertliği olgunlaşmayla birlikte azalmıştır. Canan ve ark. (2009), anamur muzuna uyguladıkları MAP, 1-MCP, KMNO₄ ve bunların kombinasyonunun raf ömrü ve yeme kalitesi üzerine etkileri konulu çalışmalarında meyve eti sertliğinin kombinasyon uygulamasında (1-MCP+MAP) 3 kat daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Meyve eti sertliğinin kontrol meyvelerinde muhafaza süresi sonunda 1.33 iken, 1-MCP ve MAP kombinasyonunda 7 olarak gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Canan (2012), yapmış olduğu çalışmada toplam muhafaza süresi boyunca 1-MCP, MAP uygulamalarının meyve eti sertliğini muhafaza eden uygulamalar olduğunu belirlemiştir. Araştırmacıların çalışmalarında elde ettiği sonuçlara para-

lel olarak çalışmamda kullandığım muz örneklerinin meyve eti setliği kontrol meyve örneklerine göre daha iyi muhafaza edilmiştir.

4.3. Toplam Asit Miktarı

Şekil 4.3' te MAP ve 1-MCP uygulamalarının toplam asit miktarı üzerine etkisi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, kontrol örneği de dahil, tüm uygulamalarda zamanla toplam asit miktarı azalmıştır. Toplam asit miktarı uygulama süresince % 0.64 ile % 0.23 arasında gerçekleşmiştir. Uygulamanın 8. gününde en yüksek asitlik 1-MCP uygulaması yapılan meyve örneklerinde bulunmuştur.

Uygulamaların toplam asit miktarı üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmazken, zamanın toplam asit miktarı üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.3 MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin toplam asit miktarı (%)

Sönmezdağ (2009), yapmış olduğu çalışmasında etilenle olgunlaştırılmış muz örneklerinin pH' ının 4.85-4.95 arasında, doğal yolla olgunlaştırılmış muz örneklerinin pH' ının ise 4.87-4.99 arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırmacının çalışmasında olduğu gibi çalışmamda kullandığım muz örneklerinin asitliği olgunlaşmayla birlikte azalmıştır. Canan (2012), yapmış olduğu çalışmasında toplam muhafaza süresi boyunca kontrol meyvelerinin titre edilebilir asit miktarını % 1.06 olarak tespit

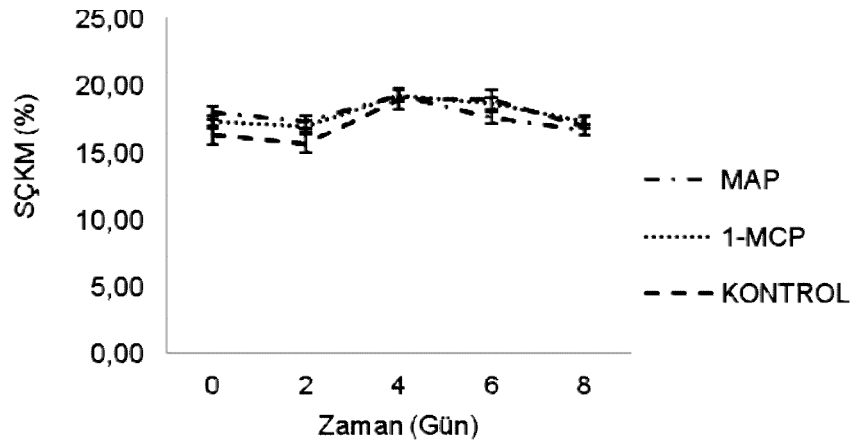
etmiş, 1-MCP ve 1-MCP' nin yer aldığı uygulamaların tümünde % 1.20' nin üzerinde belirlemiştir. MAP + 1-MCP uygulamasının titre edilebilir asit miktarını (% 1.24) muhafaza eden uygulama olduğunu belirlemiştir. Araştırmacının çalışmasında 1-MCP ve MAP uygulamalarının bulunduğu muz örnekleri titre edilebilir asit miktarını daha iyi muhafaza etmiştir. Araştırmacının çalışmasında elde ettiği sonuçlara paralel olarak çalışmamda kullandığım 1-MCP ve MAP uygulaması yapılan meyve örnekleri titre edilebilir asit miktarını, kontrol meyve örneklerine göre daha iyi muhafaza etmiştir.

4.4. SÇKM Miktarı

Şekil 4.4' de MAP ve 1-MCP uygulamalarının SÇKM miktarı üzerine etkisi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, kontrol örneği de dahil, tüm uygulamalarda SÇKM miktarı dalgalanma göstermiştir. SÇKM miktarı uygulama süresince % 15.67 ile % 19.33 arasında gerçekleşmiştir.

Uygulamaların SÇKM miktarı üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmazken, zamanın kabuk sertliği üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Jiang ve ark. (2004), yapmış oldukları çalışmalarında, olgun muz meyvelerini 20 °C' de 24 saat süre ile 1-MCP uygulamama ve daha sonra dışarıdan ilave edilen etilenin etkisini analiz etmek için 50 mg/l etilene tabi tutmuşlardır 1-MCP uygulandıktan sonra etilen uygulanan meyveler ile sadece 1-MCP uygulanan meyvelerde SÇKM miktarları arasında fark tespit edilememiştir. Sönmezdağ (2009), yapmış olduğu çalışmada, etilenle olgunlaştırılmış muz örneklerinde suda çözünür kuru madde miktarını 21.3 – 19.3 arasında, doğal yolla olgunlaştırılmış muz meyvesinde 21.5 – 19.4 arasında değiştiğini bildirmiştir. Canan (2012), yapmış olduğu çalışmasında, SÇKM miktarını denemesinin 2. gününde % 15.31 olarak, 6. günde ise % 18.63 olarak belirlemiştir. Araştırmacıların elde ettiği sonuçlar ile çalışmada kullandığım muz örneklerinin sonuçları uyum içerisindedir.



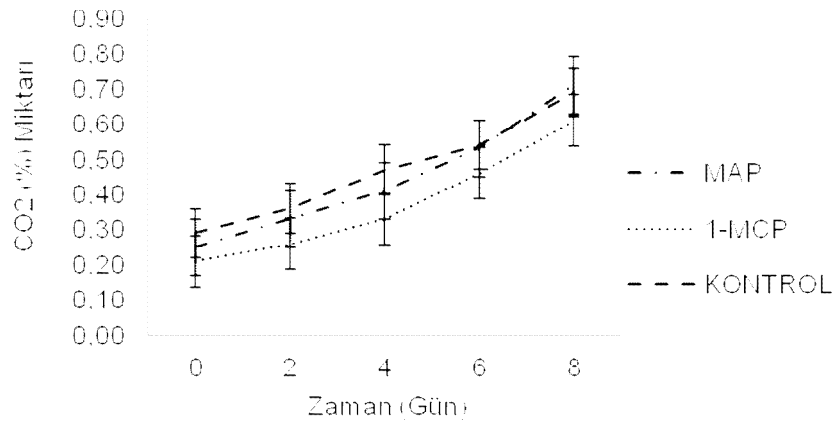
Şekil 4.4 MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin SÇKM miktarı (%)

4.5. CO₂ üretim miktarı (%)

Şekil 4.5' te MAP ve 1-MCP uygulamalarının CO₂ üretim miktarı üzerine etkisi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, kontrol örneği de dahil, tüm uygulamalarda CO₂ üretim miktarı zamanla artmıştır. CO₂ üretim miktarı uygulama süresince % 0.21 ile % 0.71 arasında gerçekleşmiştir. Kontrol ve MAP uygulaması örneklerinin CO₂ üretim miktarı 1-MCP uygulamasından daha yüksek olmuştur. Bir başka ifadeyle, 1-MCP uygulaması solunumu yavaşlatmıştır.

Bilindiği üzere meyve ve sebzelerin hasattan sonra yaşamlarına devam etmesi, yani solunum yapmaları sonucunda dışarıdan alınan oksijen, hücrenin yapısında bulunan nişasta, şeker ve organik asit gibi kompleks bileşiklerin yavaş bir hızla oksidasyonu için kullanılırken, çevreye CO₂, su buharı gibi bazı uçucu metabolizma ürünleri bırakırlar (Barmore, 1987; Taş ve Ayhan, 2005).

Uygulamaların ve zamanın CO₂ üretim miktarı (%) üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



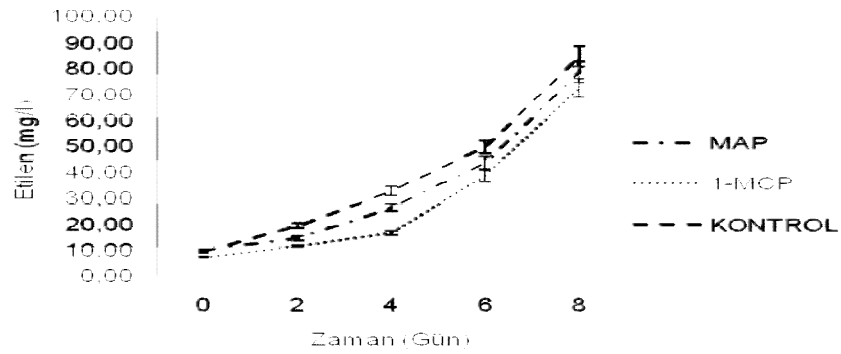
Şekil 4.5 MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin CO₂ üretim miktarı (%)

Purgatto ve ark. (2002), yapmış oldukları çalışmada, muz meyvelerinin solunum hızı 25-200 mL CO₂/kg.sa arasında değişmiştir. Canan (2012), yapmış olduğu çalışmasında, MAP ve 1-MCP uygulanmış muz meyvelerinde 8. günde, 4. güne göre daha fazla solunum hızı gerçekleşmiştir. Yapmış olduğum çalışmada CO₂ üretim miktarı literatürdeki çalışmalara paralel olarak zamanla artmıştır.

4.6. Etilen Üretim Miktarı (mg/l)

Şekil 4.6' da MAP ve 1-MCP uygulamalarının etilen üretim miktarı üzerine etkisi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, kontrol örneği de dahil, tüm uygulamalarda etilen üretim miktarı zamanla artmıştır. Etilen miktarı uygulama süresince 7.47 mg/l ile 84.51 mg/l arasında gerçekleşmiştir. Etilen miktarında 4. günden sonra çok fazla artış kaydedilmiştir. En fazla etilen üretimi kontrol meyve örneklerinde, en düşük ise MAP uygulaması yapılan meyve örneklerinde gözlenmiştir.

Uygulamaların ve zamanın etilen üretim miktarı üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.6 MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin etilen üretim miktarı (mg/l)

Nguyen ve ark. (2004), MAP uygulanan muzlarda etilen konsantrasyonunun uygulamanın ilk haftasında arttığını daha sonra sabit kaldığını bildirmiştir. Yapmış olduğum çalışmada MAP uygulanan örneklerde etilen üretimi 8 gün boyunca artış göstermiştir. Jiang ve ark. (2004), 20 günlük depolama süresince 1-MCP uygulanan muzlarda etilen üretiminin 12. güne kadar değişmediğini 12. günden sonra artarak 20. günde en yüksek seviyeye ulaştığını, 1-MCP uygulanmayan muzlarda ise etilen üretiminin 12. güne kadar hızla arttığını 12. günden sonra keskin bir düşüş yaptığını bildirmişlerdir. Yapmış olduğum çalışmada 1-MCP uygulanan örneklerde etilen üretimi 8 boyunca artış göstermiştir. Elde ettiğim sonuçlar Jiang ve ark. (2004)' m sonuçları ile uyum göstermemektedir.

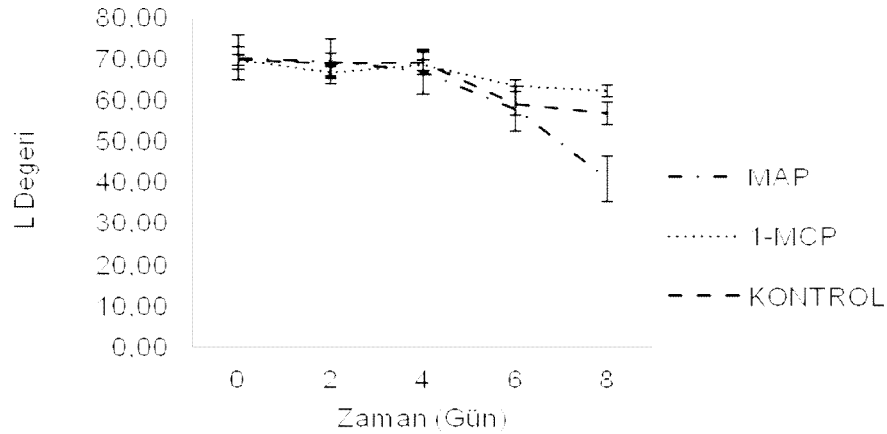
Moradinezhad ve ark. (2010), muz meyvelerinin çeşitli ön olgunlaştırma depolama sıcaklıklarında etilen üretimlerinin zamanla arttığını bildirmiştir. Canan (2012), yapmış olduğu çalışmasında etilen üretimini MAP uygulanmış muz meyvelerinde, 1-MCP uygulanmış muz meyvelerine göre daha az belirlemiştir. Yapmış olduğum çalışmayla uyum göstermektedir.

4.7. Meyve Kabuk Rengi (L,a,b Değeri)

Şekil 4.7.a' da MAP ve 1-MCP uygulamalarının L değeri üzerine etkisi verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi, kontrol örneği de dahil, tüm uygulamalarda L değerinde zamanla azalma meydana gelmiştir. L değeri uygulama süresince 40.94

ile 70.32 arasında gerçekleşmiş olup meyve örneklerinin parlaklığı en iyi 1-MCP uygulamasında korunmuştur.

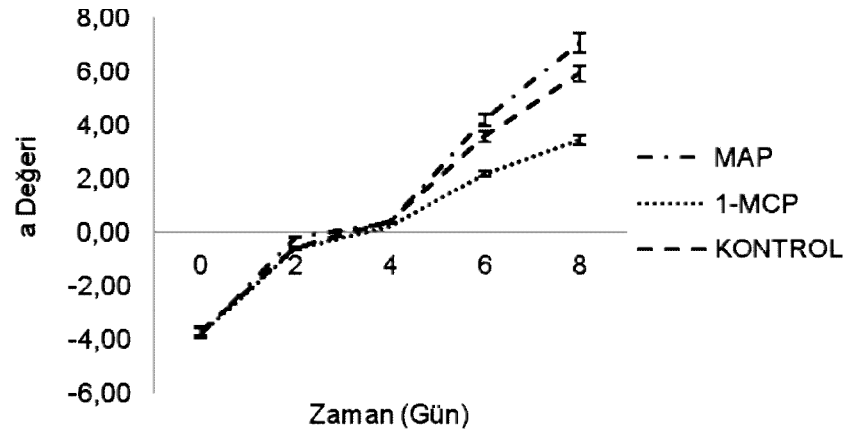
Uygulamaların ve zamanın L değeri üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p<0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.7.a. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin L değeri

Şekil 4.7.b' de MAP ve 1-MCP uygulamalarının a değeri üzerine etkisi verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi, kontrol örneği de dahil, tüm a değerinde artış görülmüştür. Meyve örneklerinin yeşil (-a), kırmızı (+a) arasındaki renk değerlerindeki değişimi belirlemek amacıyla yapılan renk ölçümlerinden a değeri -3.78 ile 7.04 değerleri arasında gerçekleşmiş olup uygulamaların başlangıcında yeşil renkli olan meyve örnekleri uygulamanın 4.gününden itibaren kırmızı rengi almaya başlamıştır.

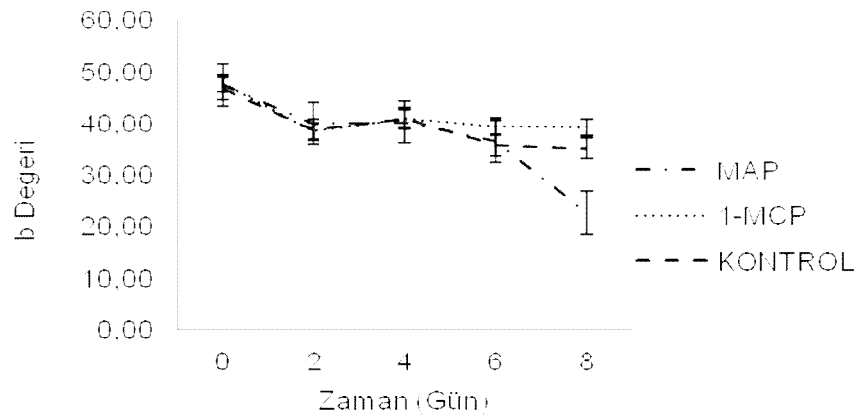
Uygulamaların a değeri üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p<0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmazken, zamanın a değeri üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p<0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.7.b. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin a değeri

Şekil 4.7.c' de MAP ve 1-MCP uygulamalarının b değeri üzerine etkisi verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi, kontrol örneği de dahil, tüm uygulamalarda b değerinde zamanla azalma meydana geldiği görülmüştür. Sarı rengi ifade eden b değeri, 22.51 ile 47.68 arasında gerçekleşmiştir.

Uygulamaların ve zamanın b değeri üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

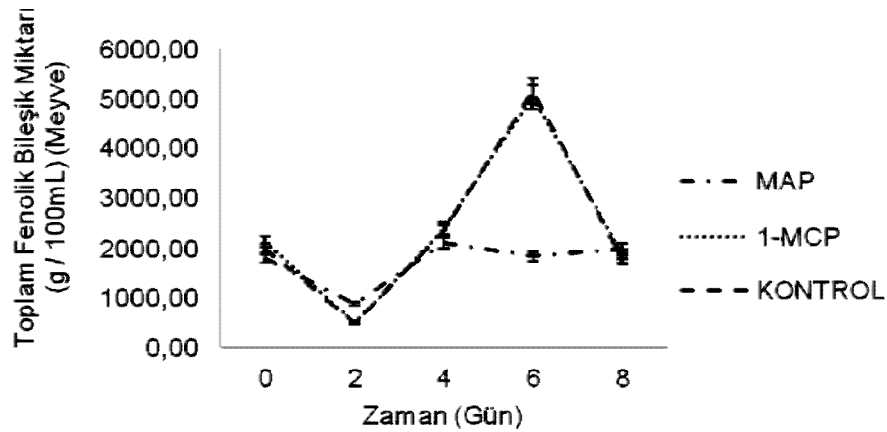


Şekil 4.7.c. MAP, 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin b değeri

4.8. Meyve Eti ve Kabuğunda Toplam Fenol Bileşiklerin Miktarı

Şekil 4.8’ de MAP ve 1-MCP uygulamalarının meyve etindeki toplam fenol bileşiklerin miktarı üzerine etkisi verilmiştir. Kontrol ve 1-MCP örneklerinin toplam fenol bileşikleri miktarı uygulama süresince dalgalanma göstermiştir. 4. güne kadar kontrol meyve örnekleri ile MAP ve 1-MCP uygulaması yapılan meyve örneklerinin toplam fenol bileşikleri miktarı önce azalmış daha sonra artış göstermiştir. 4. günden sonra MAP uygulaması yapılan meyve örneklerinin toplam fenol bileşikleri miktarı uygulama süresi sonuna kadar değişmezken, kontrol meyve örneklerinin ve 1-MCP uygulaması yapılan meyve örneklerinin toplam fenol bileşikleri 6. Güne kadar artmış daha sonra uygulama süresi sonuna kadar azalmıştır. Meyve etindeki toplam fenol bileşiklerin miktarı, uygulama süresince 486.91 g/100 mL ile 5170.19 g/100 mL arasında gerçekleşmiştir.

Uygulamaların ve zamanın meyve etindeki toplam fenol bileşiklerin miktarı üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



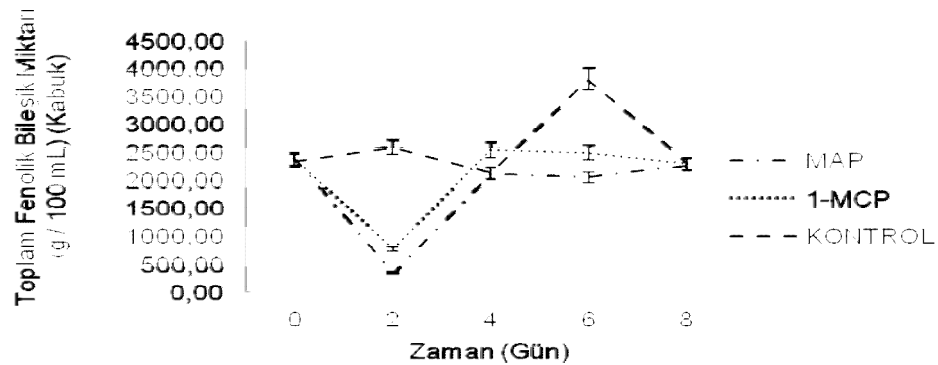
Şekil 4.8 MAP ve 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin meyve etindeki toplam fenol bileşikleri miktarı (g/100 mL)

Sönmezdağ (2009), yapmış olduğu çalışmada herhangi bir uygulama yapılmamış etilenle olgunlaştırılmış muz örneklerinin toplam fenol bileşikleri miktarı 24.2-25.1 g/kg arasında, doğal yolla olgunlaştırılmış muz örneklerinin toplam fenol bileşikleri

miktarı 24.1-24.9 g/kg arasında değiştiğini belirlemiştir. Nguyen ve ark. (2003), herhangi bir uygulama (MAP veya 1-MCP) yapmadığı 6 °C ve 10 °C’ de depoladığı Kluai Khai (Musa Aa Group) ve Kluai Hom Thong (Musa Aaa Group) muz çeşitlerinde toplam fenolik bileşiklerin miktarının depolama süresinde azaldığını bildirmiştir. Yapmış olduğum çalışmada toplam fenolik bileşiklerin miktarında sürekli bir artış ya da sürekli bir azalış olmamış, uygulama süresince artış ve azalışlar olmuştur.

Şekil 4.9’ da MAP ve 1-MCP uygulamalarının meyve kabuğundaki toplam fenol bileşiklerin miktarı üzerine etkisi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, MAP ve 1-MCP uygulaması yapılmış meyve örneklerinin toplam fenol bileşiklerin miktarı uygulama süresince benzer şekilde değişim göstermiştir. Kontrol meyve örneklerinin toplam fenol bileşiklerin miktarı ise 4. güne kadar az miktarda artmış azalmış, 4. günden 6. güne kadar hızla artmış ve 6. günden uygulama süresi sonuna kadar azalış göstermiştir. Meyve kabuğundaki toplam fenol bileşiklerin miktarı, uygulama süresince 345.22 g/100 mL ile 3817.44 g/100 mL arasında gerçekleşmiştir.

Uygulamaların ve zamanın meyve kabuğundaki toplam fenol bileşiklerin miktarı üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.9 MAP ve 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin meyve kabuğundaki toplam fenol bileşikleri miktarı (g/100 mL)

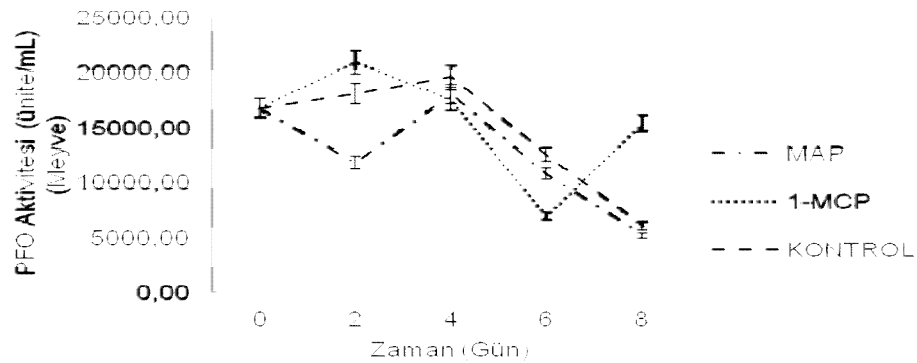
Nguyen ve ark. (2004), MAP uygulaması yapılmış ve 10 °C’ de depolanmış Sucrier çeşidi muz örneklerinde depolama süresince kontrol grubundaki muz meyvelerinin kabuğundaki toplam fenolik bileşiklerin miktarının MAP uygulanan meyvelerin toplam fenolik bileşiklerin miktarından oldukça düşük seviyede bulunduğunu,

depolama süresi boyunca kontrol meyvelerinin kabuğundaki toplam fenolik bileşiklerin miktarının MAP uygulanan meyvelerin toplam fenolik bileşiklerin miktarına göre daha hızlı azaldığını belirlemişlerdir. Yapmış olduğum çalışmada MAP ve 1-MCP uygulamalarının toplam fenolik bileşiklerin miktarı paralellik göstermiş ve kontrol meyve örneklerinin toplam fenolik bileşiklerin miktarından daha az seviyede kalmıştır.

4.9. Meyve Etinde ve Kabuğunda PFO Aktivitesi

Şekil 4.10' da MAP ve 1-MCP uygulamalarının meyve etindeki PFO aktivitesi üzerine etkisi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, 2. güne kadar MAP uygulamasının PFO aktivitesi azalırken, kontrol örnekleri ve 1-MCP uygulamasının PFO aktivitesi artmıştır. 4. günde MAP ve 1-MCP uygulamaları ile kontrol meyvelerinin PFO aktivitesi aynı seviyelerde gerçekleşmiştir. 4. günden sonra MAP ve 1-MCP uygulamaları ile kontrol meyvelerinin PFO aktivitesi benzer şekilde azalmıştır. Uygulamanın son günlerinde MAP uygulaması ve kontrol meyvelerinin PFO aktivitesi benzer şekilde düşmeye devam ederken, 1-MCP uygulamasının PFO aktivitesi bunlardan farklı olarak artış göstermiştir. Meyve etindeki PFO aktivitesi, uygulama süresince 6879.67 ünite/mL ile 20935.45 ünite/mL arasında gerçekleşmiştir.

Uygulamaların ve zamanın meyve etindeki PFO aktivitesi üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

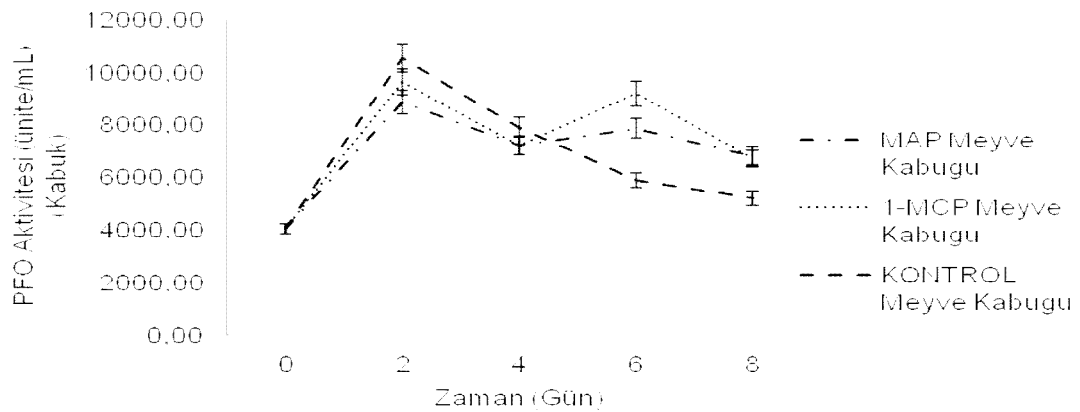


Şekil 4.10 MAP ve 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin meyve etindeki PFO aktivitesi (ünite/mL)

Trakulnaleumsai ve ark. (2006)' m bildirdiğine göre herhangi bir uygulama (MAP veya 1-MCP) yapılmamış Sucrier çeşidi muzlarda beneklenme oluşmamış durumdaki meyveler 12 °C' de tutulursa beneklenme önlenmekte ve PFO aktivitesi etkilenmemektedir. Yapmış olduğum çalışmada PFO aktivitesi değişkenlik göstermiştir.

Şekil 4.11' de MAP ve 1-MCP uygulamalarının meyve kabuğundaki PFO aktivitesi üzerine etkisi verilmiştir. Grafikten de görüldüğü gibi, 1-MCP ve MAP uygulamaları ve kontrol örneklerinin PFO aktivitesi benzer şekilde 2. güne kadar artmış, 2. günden 4. güne kadar azalmıştır. 4. günden sonra kontrol örneklerinin PFO aktivitesi uygulama süresi sonuna kadar azalmış, 1-MCP ve MAP uygulamalarının PFO aktivitesi ise uygulama süresi sonuna kadar benzerlik göstermiş olup, önce bir miktar artmış sonra azalmıştır. Meyve kabuğundaki PFO aktivitesi, uygulama süresince 4056.11 ünite/mL ile 10709.11 ünite/mL arasında gerçekleşmiştir.

Uygulamaların ve zamanın meyve kabuğundaki PFO aktivitesi üzerine etkisi % 5 önem seviyesinde ($p < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.



Şekil 4.11 MAP ve 1-MCP uygulamaları ve kontrol meyve örneklerinin meyve kabuğundaki PFO aktivitesi (ünite/mL)

Nguyen ve ark. (2003), hasat zamanında herhangi bir uygulama (MAP veya 1-MCP) yapmadığı çalışmasında kullandığı Kluai Khai çeşidi muzların kabuğundaki PFO aktivitesinin Kluai Hom Thong çeşidi muzların kabuğundaki PFO

aktivitesinden daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Her iki çeşitte de depolama süresi boyunca PFO aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir. Yapmış olduğum çalışmada PFO aktivitesi sürekli bir artış olmamış uygulama süresi boyunca artış ve azalış göstermiştir.

Nguyen ve ark. (2004), MAP uygulaması yapılmış ve 10 °C’ de depolanmış Sucrier çeşidi muz örneklerinde depolamanın başlangıcında kontrol meyvelerinin kabuğundaki PFO aktivitesinin MAP uygulanan meyvelerden daha yüksek olduğunu belirlemiştir. MAP uygulanan meyvelerin kabuğundaki PFO aktivitesinin daha sonra arttığını tespit etmiştir. Yapmış olduğum çalışmada uygulama başlangıcında kontrol meyvelerinin kabuğundaki PFO aktivitesinin MAP ve 1-MCP uygulanan meyvelerin kabuğundaki PFO aktivitesinden daha düşük bulunmasına rağmen MAP ve 1-MCP uygulanan meyvelerin kabuğundaki PFO aktivitesine göre daha hızlı bir artış ve azalış göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırma Anamur muzuna (*Dwarf cavendish*) uygulanan bazı hasat sonrası uygulamaların, raf ömrü süresince esmerleşme ve pomolojik özellikler üzerine etkisini belirlemek amacıyla ele alınmıştır. Materyal olarak Alata Bahçe Kültürleri Araştırma İstasyon Müdürlüğü örtü altında yetiştirilen Dwarf Cavendish çeşidi muzlar kullanılmıştır. Ticari muz renk skalasının 3. sınıf olgunluk aşamasına kadar olgunlaştırılan muz meyvelerine MAP ve 1-MCP uygulamaları yapılmıştır.

Uygulama süresince muz meyve örneklerinin meyve kabuğu sertliği 1.71 - 4.07 kg/cm² arasında gerçekleşmiş olup, meyve kabuğu sertliği 1-MCP uygulanan meyve örneklerinde, MAP uygulanan meyve örnekleri ve kontrol meyve örneklerine göre daha iyi korunmuştur. Meyve eti sertliği 0.10 – 2.0 kg/cm² arasında gerçekleşmiş olup, meyve eti sertliğinin en iyi korunduğu uygulama meyve kabuğu sertliğinde olduğu gibi 1-MCP uygulanmış meyve örneklerinde olmuştur. Toplam asit miktarı % 0.23 - % 0.64 arasında gerçekleşmiş olup, 1-MCP uygulanmış meyve örneklerinin toplam asit miktarı kontrol meyve örnekleri ve MAP uygulanmış meyve örneklerine göre daha iyi muhafaza edildiği görülmüştür. Suda çözünür kuru madde miktarı % 15.67 - % 19.33 arasında olmuştur ve SÇKM değerleri bakımından 1-MCP ve MAP uygulanmış meyve örnekleri ve kontrol meyve örnekleri arasında belirgin bir fark görülmemiştir. CO₂ üretim miktarı % 0.21 - % 0.71 gerçekleşmiştir. CO₂ üretim miktarı 1-MCP uygulanmış meyve örneklerinde, MAP uygulanmış meyve örnekleri ve kontrol meyve örneklerine göre daha az gerçekleşmiştir. 1-MCP uygulaması solunumu yavaşlatmıştır. Etilen üretimi 7.47 – 84.51 mg/l arasında tespit edilmiş olup, etilen üretimi kontrol meyve örneklerinde, MAP uygulanmış meyve örnekleri ve 1-MCP uygulanmış meyve örneklerine göre daha fazla olmuştur. Muz meyvelerinin olgunlaşması kontrol meyve örneklerinde daha hızlı olmuştur. L Değeri 40.94 – 70.32, a değeri -3.78 – 7.04, b değeri 22.51 – 47.68 arasında meydana gelmiştir. Meyve örneklerinin parlaklığı en iyi 1-MCP uygulanmış meyve örneklerinde korunmuştur. MAP uygulanmış meyve örnekleri, 1-MCP uygulanmış meyve örnekleri ve kontrol meyve örneklerinin sararması zamanla birlikte artmıştır. Meyve etinde toplam fenol bileşiklerin miktarı 486.91 – 5170.19 g/100 mL arasında

meydana gelmiştir. MAP uygulanmış meyve örneklerinin meyve etindeki toplam fenol bileşiklerin miktarı 1-MCP uygulanmış meyve örneklerinin ve kontrol meyve örneklerinin toplam fenol bileşiklerin miktarına göre daha stabil kalmıştır. Meyve kabuğunda toplam fenol bileşiklerin miktarı 345.22 – 3817.44 g/100 mL arasında gerçekleşmiş olup, kontrol meyve örneklerinde MAP ve 1-MCP uygulanmış meyve örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Meyve etinde PFO aktivite miktarı 5209.56 – 20935.45 ünite/mL arasında meydana gelmiş olup, aktivite MAP uygulanmış meyve örneklerinde, 1-MCP uygulanmış meyve örnekleri ve kontrol meyve örneklerine göre daha düşük belirlenmiştir. Meyve kabuğunda PFO aktivite miktarı 5206.00 – 10709.11 ünite/mL arasında gerçekleşmiştir. Aktivite MAP uygulanmış meyve örneklerinde, 1-MCP uygulanmış meyve örnekleri ve kontrol meyve örneklerine göre daha düşük seviyede belirlenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre meyve etinde uygulamanın ilk günlerinde 1-MCP uygulamasının PFO aktivitesi MAP uygulaması ve kontrol meyve örneklerinin PFO aktivitesine göre daha yüksek seviyede olmuştur. Meyve kabuğunda ise MAP uygulanmış meyve örnekleri, 1-MCP uygulanmış meyve örnekleri ve kontrol meyve örneklerinde PFO aktivitesi uygulama süresinin 4. gününe kadar benzerlik göstermiştir 4. günden sonra, MAP uygulanmış meyve örnekleri ve 1-MCP uygulanmış meyve örneklerinin PFO aktivitesi bir miktar artmış ve daha sonra azalmıştır. Kontrol meyve örneklerinin PFO aktivitesinde ise 4. günden sonra sürekli azalma meydana gelmiştir. meyve etinden farklı olarak ilk günlerde 1-MCP uygulamasının PFO aktivitesi düşerken kontrol meyve örneklerinin PFO aktivitesi hızlı bir artış göstermiştir.

Sonuç olarak, Anamur muzuna uygulanan MAP ve 1-MCP uygulamalarının raf ömrü süresince pomolojik özellikler üzerine etkisine bakıldığında, 1-MCP uygulamasının en iyi sonuçları verdiği söylenebilir. Meyve eti polifenol oksidaz (PFO) aktivitesi kontrol ve MAP grubu örneklerinde 1-MCP’ den, meyve kabuğunda ise kontrol grubu örnekleri diğer iki uygulamadan daha düşük saptanmıştır.

Araştırmadan elde edilen bulgular ışığında uygulamaya yönelik olarak aşağıdaki öneriyi yapmak mümkündür;

Üç numaralı olgunluk aşamasına kadar olgunlaştırılmış Anamur muzuna 1-MCP uygulamasının yapılması raf ömrünün uzatılmasında etkili olabilir. MAP uygu-

lamasıyla ortamdaki O₂ ve CO₂ gazlarının farklı konsantrasyonlarına yönelik uygulamalar yapılması esmerleşmeyi önlemede etkili olabilir. PFO enziminin O₂ ile birlikte substratlarını koyu kahverengiye dönüştürdüğü göz önüne alındığında özellikle O₂ konsantrasyonu kontrol edilebilir.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 2006. FAO Statistical Database (<http://www.faostat.fao.org>).
- ANONYMOUS, 2012a. <http://www.turkiyesel.com/genel-ve-ozel-sebzecilik-profdra-tilagunay/17095-ürünlerde-hasat-sonrasi-gorulen-kayiplar-ve-onleme-yollari-pazarlama-sebzecilik.html>.
- ANONYMOUS, 2012b. <http://forum.saraytarim.gov.tr/?part=forum&gorev=oku&id=3573&cat=20>.
- ANONYMOUS, 2012c. <http://sulusozluk.org/modifiye-atmosfer-paketleme-prensibi-171.html>.
- ANONYMOUS, 2012d. <http://www.muz.gen.tr/icerik.asp?mod=35>.
- ANONYMOUS, 2012e. www.bananacongress.com/downloads/presentations/ward.pdf.
- ANONYMOUS, 2012f. <http://www.kolaytarim.com/node/1635>.
- ANONYMOUS, 2012g. <http://www.kantosticaret.com.tr/faydalib.asp?KatID=7>
- BAHAR, A., 2006. Bazı Önemli Geççi Nektarin Çeşitlerinin Soğukta Muhafazaları Süresince Görülen Fizyolojik Bozulmalar Üzerine Değişik Derim Sonrası Uygulamaların Etkisi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- BALTAER, Ö., 2010. Bahçe Ürünlerinde Derim Sonrası 1-Mcp (Metilsiklopropen) Uygulamaları. Yayınlanmamış seminer notları, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- BARMORE, C.R., 1987. Packing Technology for Fresh and Minimally Processed Fruits and Vegetables. Journal of Food Quality,10: 207- 217.
- BARTHET, V.J., 1997. Polyphenol Oxidases From Cassava (Lman1ihot Esculenta C.) Root: Extraction, Purification and Characterization. A Thesis Submitted to The Faculty of Graduate Studia and Research in Partial Fulfillment of The Rquirements for the Degree of Doctor of Bilosophy.

- BASEL, R.M., RACICOT, K. SENEAL, A. G. 2002. <http://ift.confex.com/ift/13343.htm>.
- BISHOP, D., 1990. Controlled Atmosphere Storage, In Cold and Chilled Storage Technology, (C.V.J. Dellino (Ed)), pp: 66-98, Blackie And Son Ltd.
- BLANKENSHIP, S.M., 2003. Discovery and Commercialization of 1- Methylcyclopropene as an Ethylene Inhibitor. XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Postharvest Horticulture (Editor: R.K. Prange), Acta Horticulturae, 628, 189-191.
- BLANKENSHIP, S.M., DOLE, J.M., 2003. 1- Methylcyclopropene: A Review. Post. Biol.Technol. 28:1-25.
- BOWER, J., MITCHAM, B., 2001. Application of 1-MCP to Vegetable Crops. Perishables Handling Quarterly, 108: 26-27.
- CANAN, İ., PINAR, H., GULSEN, O., YILMAZ, C., AGAR, T., 2009. Effect of 1-MCP,MAP,KMNO₄ and combinations on Shelf Life and Eating Quality of Anamur Banana (*Musa sp. Dwarf cavendish*). 6.International Postharvest Symposium, Abstract Books, p 222.
- CANAN, İ., 2012. Anamur Yöresinde Yetişen Muzların Muhafazasında Değişik Depo Sonrası Uygulamaların Raf Ömrü, Meyve Kalitesi Ve Fizyolojisi Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- CANO, M. P., BEGONA, A., CRUZ, M. M., MONTARIA, C., GUILLERMO, R., JAVIER, T., 1997. Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. Food Chemistry, 59(21): 411-419.
- CEMEROĞLU, B., 2010. Gıda Analizleri, Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları, No: 34, s 13-41-102-225.
- CHOEHOMA,İ.R., KETSA, S., G. VAN DOORN, W., 2004. Senescent Spotting of Banana Peel is Inhibited by Modified Atmosphere Packaging. Postharvest Biology and Technology, 31 167– 175.
- CROUCH, I., 2003. 1-Methylcyclopropene (SmartFresh™) as an Alternative to Modified Atmosphere and Controlled Atmosphere Storage of Apples and

- Pears. Proc. 8th International Controlled Atmosphere Research Conference, (Eds. J. Oosterhaven & H.W. Peppelenbos), Acta Hort, 600, 433-440.
- ÇANDIR E., ÖZDEMİR A.E., 2007. Taze-Doğranmış Meyve ve Sebzelerin Kalitesini Etkileyen Faktörler. MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 12 (1-2):79-94.
- DAY, B.P.F., 1989. Extension of Shelf Life of Chilled Foods, European Food and Drink Review, Autumn : 47-56.
- EPA. 2002. Federal Register, V. 67, Number 144, 48796-48800.
- FARBER, J.M., HARRIS, L.J., PARISH M.E., BEUCHAT, L.R., SUSLOW, T.V., GORNEY, J.R., GARRETT, E.H. AND BUSTA, F.F., 2003. Microbiological of Controlled Atmosphere and Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Fresh – Cut Produce. Comp. Rev. Food Sci. and Food Safety, 2 : 142-160.
- GAWLIK-DZIKI, U., SZYMANOWSKA, U., BARANIAK, B., 2007. Characterization of Polyphenol Oxidase From Broccoli (Brassica Oleracea Var. Botrytis Italica) Florets. Department of Biochemistry and Food Chemistry, Agricultural University, ul. Skromna 8, 20-704 Lublin, Poland.
- HAMMER, F. E., 1993. Oxidoreductases. In Enzymes in Food Processing. (Nagoda withana T. ve Reed G. Editör) Academic Pres, San Diego, 221-277.
- JANOVITZ-KLAPP, A.H., RICHARD, F.C., GOUPY, P.M., NICOLAS, J.J., 1990. Kinetic Studies on Apple Polyphenol Oxidase. Journal of Agricultural and Food Chemistry, (38) 7.
- JIANG, W., ZHANG, M., HE, J. AND ZHOU, L., 2004. Regulation of 1-MCP Treated Banana Fruit Quality By Exogenous Ethylene and Temperature. Food Sci. Tech. Int. 2004;10(1):0015-6. Sage Pub. ISSN:1082-0132.
- KADER, A.A., SOMMER, N.F., ARPAIA, M.L., 2002a. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California Agricultural and Natural Resources, Publication 3311, Oakland, California p385-399.
- KADER, A.A., 2003. A Perspective on Postharvest Horticulture (1978-2003). Hort Science, Vol.38(5), August, 2003.
- KERMASHA, S., GOETGHEBEUR, M., MONFETTE, A., 1993. Studies on Inhibition of Mushroom Polyphenol Oxidase Using Chlorogenic Acid as Substrate. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 526-531.

- LİOUTAS, T.S., 1988. Challenges of Controlled and Modified Atmosphere Packaging: A Food Company's Perspective. *Food Technology*, 49:78-86.
- LUO, Z. 2005. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of postharvest persimmon (*Diospyros kaki* L.) fruit. *Food Science and Technology*, 25 pp. 293– 300.
- MARSHALL, M. R., JEONGMOK, K., WEI, C.I., 2000. Enzymatic Browning in Fruits, Vegetables and Seafoods, FAO, [www.fao.org/ag/ags/agsi /Enzyme Final/Enzymatic Browning.html](http://www.fao.org/ag/ags/agsi/Final/Enzymatic%20Browning.html).
- MENDİLCİOĞLU, K. VE KARAÇALI, D. 1980. Muz. Yardımcı Ders Kitabı. E.U.Z.F. Yayınları, No 377, 74 s.İzmir.
- MİN-KYUNG LEE, 2007. Inhibitory effect of banana polyphenol oxidase during ripening of banana by onion extract and Maillard reaction products. *Food Chemistry*, 102, 146– 149.
- MORADINEZHAD, A., SEDGLEY, M., ABLE, A.J., 2010. Effect of pre-ripening chilling temperatures on ripening, shelf life and quality of bananas treated with 1-methylcyclopropene. *International Journal of Food Science and Technology*, 2010, 45, 312– 318.
- MUCHUWETİ, M., MUPURE, C.H., NDHLALA, A.R., KASIYAMHURU, A., 2006. Characterization of Polyphenoloxidase From *Uapaca kirkiana* Fruit. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 86: 328-332.
- NAL (NATIONAL AGRICULTURAL LIBRARY), 2007. United States Department of Agriculture. <http://www.nal.usda.gov/>.
- NGUYEN, T.B.T., KETSA, S., DOORN, W.G.V., 2003. Relationship Between Browning and The Activities of Polyphenol Oxidase and Phenylalanine Ammonia Lyase in Banana Peel During Low Temperature Storage. *Postharvest Biology And Technology* Volume 30, Issue 8, May 2003, Pages 187-193.

- NGUYEN, T.B.T., KETSA, S., DOORN, W.G.V, 2004. Effect of Modified Atmosphere Packaging on Chilling-Induced Peel Browning in Banana. Postharvest Biology and Technology. Volume 31, Issue 3, March 2004, Pages 313-317.
- OUGH, C.S., AMERINE, M.A., 1988. Methods for Analysis of Musts and Wines, John Wiley and Sons, New York, 377 s.
- ÖNEZ, Z., 2006. Üzümden (*Vitis Vinifera L.*) İzole Edilen Polifenol Oksidaz Enziminin Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- PEKMEZCİ, M., GÜBBÜK, H. VE ERKAN, M., 2000. Soğuklara dayanıklı bazı önemli muz klonları nın doku kültürü yöntemi ile çoğaltılması ve bu Klonların değişik muz üretim yörelerine adaptasyonu üzerinde araştırmalar. Araştırma Projesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri.
- PELAYO, C., VILAS-BOAS, V.B.E., MUHAMMED, B. AND KADER, A.A., 2003. Variability in Responses of Partially Ripe Bananas to 1-methylcyclopropene. Postharvest Biology and Technology. Volume: 28, Issue 1, April 2003, Pages 75-85.
- PINAR, H., TÜRKAY, C., DENLİ, N., ÜNLÜ, M. VE BİRCAN, M., 2011. GAP VI. Tarım Kongresi, 09– 12 Mays 2011.
- PURGATTO, E., OLIVIERA DO N., R., J., LAJOLO, F.M., CORDENUNSI, B.R., 2002. The onset of starch degradation during banana ripening is concomitant to changes in the content of free and conjugated forms of indole-3-acetic acid. J. Plant Physiol. Volume 159, p 1105-1111.
- PRABHA, T.N., BHAGYALAKSHMI, N., 1998. Carbohydrate Metabolism In Ripening Banana Fruit. Phytochemistry, Vol.48, No.6, p 915-919.
- RAMIREZ, E. C., WHITAKER, J. R., VIRADOR, V. M., 2003. Polyphenol Oxidase In Handbook of Food Enzymology, (Whitaker J. R., Voragen A. G. J., Wong D. W. S., editörler). Marcel Dekker, New York, 509-523.
- SABIR, F.K., 2008. Bütün Ve Taze Doğranmış Domateslerde Farklı Derim Sonrası Uygulamaların Muhafaza Süresi Ve Kalite Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- SABIR, F.K., ŞENEL, B. S., AĞAR İ. T., 2010. Sıcak Su Uygulaması ve Modifiye Atmosferde Paketlemenin Mirella F1 Domates Çeşidinin Muhafaza Süresi Ve Kalitesi Üzerine Etkileri, Alatarım 9 (2): 22-29.
- SCHLİMME, D.V., M.L. ROONEY, 1994. Packaging of Minimally Processed Fruits And Vegetables, In: Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables (ed. R.C.Wiley). Chapman and Hall, New York, USA, 135-182.
- ŞENER, A., ÜNAL, M. Ü., 2011. Purification and Characterization of Polyphenol Oxidase from Akko XIII Loquat (*Eriobotrya japonica* cv Akko XIII). Food Biotechnology, 25: 30-42.
- ŞENER, A., ÜNAL, M. Ü., AKSAY, S., 2011. Purification And Characterization Of Polyphenol Oxidase from Goldnugget Loquat (*Eriobotrya Japonica* Cv. Goldnugget). Journal of Food Biochemistry, 35: 1568– 1575.568.
- SOLİVA-FORTUNY, R.C., LLUCH, M.A., QUİLES, A., GRİGELMO-MİGUEL, N. AND MARTİN BELLOSO, O., 2003. Evaluation of Textural Properties and Microstructure During Storage of Minimally Processed Apples. Journal of Food Science, 68: 312-317.
- SÖNMEZDAĞ, A.S.,2009. Doğal Yöntemle ve Etilen Uygulamasıyla Olgunlaştırılan “ Grand Naine” Muzlarının Aroma Bileşimlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- TAŞ, E. VE AYHAN, Z., 2005. Taze Meyve ve Sebzelerin Modifiye Atmosferde Paketlenmesi. Hasad Gıda Dergisi, 21:244.
- TRAKULNALEUMSAI, C., KETSA, S., G. VAN DOORN, W., 2006. Temperature effects on peel spotting in ‘ Sucrier’ banana fruit. Postharvest Biology and Technology, 39: 285– 290.
- TÜİK, 2012. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/tarimdenge.zul>.
- TÜRK, E.F., 2008. Valencia Portakalında 1-Methylcyclopropene (1-Mcp) Uygulamalarının Depolama Sonrası Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- USLU, H., ERKAN, M., 2005. Sıcak Hava Uygulamalarının ‘ Granny Smith’ Elmalarında Yüzeysel Kabuk Yanıklığı (Superficial Scald) Gelişimi Ve

- Derim Sonrası Fizyolojisi Üzerine Etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1), 41-50.
- ÜÇÜNCÜ, M. 2000. Gıdaların Modifiye Atmosferde Ambalajlanması. Gıdaların Ambalajlanması, Ege Üniversitesi Basımevi, 612-649 Bornova , İzmir.
- ÜNAL, M. Ü. ve ŞENER, A., 2006. Determination of Some Biochemical Properties of Polyphenol Oxidase from Emir Grape (*Vitis vinifera* L. cv. Emir). Journal of the Science of Food and Agriculture, 86: 2374-2379.
- ÜNAL, M. Ü., 2007. Properties of Polyphenol Oxidase from Anamur Banana (*Musa cavendishii*). Food Chemistry, 100(3):909-913.
- ÜNAL, M. Ü., ŞENER, A., ŞEN, K., 2007. Characterization of Sultaniye Grape (*Vitis vinifera* L. cv. Sultana) Polyphenol Oxidase. International Journal of Food Science and Technology, 42: 1123– 1127.
- ÜNAL, M. Ü., ŞENER, A., BOZDOĞAN, A., 2010. A Comparative Study of Polyphenol Oxidase From Two Varieties of Quince (*Cydonia Oblonga*). Journal of Food Biochemistry, 34: 356– 367.
- ÜSTÜN, D., 2010. Modifiye Atmosferde Paketlemede Yeni Gelişmeler. Yayınlanmamış seminer notları, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay
- WATKINS, C.B., MILLER, W.B., 2005. 1-Methylcyclopropene (1-MCP) Based Technologies for Storage and Shelf Life Extension. Acta Hort. 687:217-224.
- WATKINS, C.B., 2006. The Use of 1-Methylcyclopropene (1-MCP) on Fruits and Vegetables. Biotechnology Advances, 24: 389-409.
- WATKINS, C.B., 2008. Overview of 1-Methylcyclopropene Trials and Uses for Edible Horticultural Crops, HortScience, 43(1), 86-94.
- YEMENICIOĞLU, A., ÖZKAN, M. ve CEMEROĞLU, B., 1997. Heat Inactivation Kinetics of Apple Polyphenoloxidase and Activation of its Latent Form, Journal of Food Science, No. 3, 62: 508-510.
- YETİŞ, G., ŞENYURT, H., TAŞ, E., AYHAN, Z., 2006. Aktif ve pasif modifiye atmosfer paketlenme uygulamalarının tüketime hazır-az islenmiş havuçlarda

renk ve tekstür özelliklerine etkisi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, (3) 19-25.

ZAGORY, D. AND KADER, A.A., 1988. Modified Atmosphere Packaging of Fresh Produce. Food Technology, 42 (9) , 70 -77.

ZAWISTOWSKI, J., BILIADERIS, C. G., ESKIN, N. A. M., 1991. Polyphenol Oxidase. In Oxidative Enzymes in Foods, (D. S. Robinson ve Eskin N. A. M. Editör), Elsevier, 217-273.

ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında Mersin’ in Erdemli ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Erdemli’ de tamamladı 1994 yılında Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümünü kazandı ve 1998 yılında bu bölümden mezun oldu. 2011 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı ve hala devam etmekte. Mersin ili Erdemli ilçesinde bulunan Alata Bahçe Kùltürleri Araştırma İstasyonu Müdürlüğünde mühendis olarak görev yapmaktadır.