

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**DERİM SONRASI METİL JASMONAT UYGULAMALARININ AYVA'DA
(*Cydonia vulgaris*) MEYVE KALİTESİ VE ÜŞÜME ZARARI ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Hamed AHADI

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSAN TEZİ

TEMMUZ 2022

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DERİM SONRASI METİL JASMONAT UYGULAMALARININ AYVA'DA
(*Cydonia vulgaris*) MEYVE KALİTESİ VE ÜŞÜME ZARARI ÜZERİNE
ETKİLERİ**

**Hamed AHADI
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi
tarafından FYL-2020-5072 nolu proje ile desteklenmiştir.**

TEMMUZ 2022

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DERİM SONRASI METİL JASMONAT UYGULAMALARININ AYVA'DA
(*Cydonia vulgaris*) MEYVE KALİTESİ VE ÜŞÜME ZARARI ÜZERİNE
ETKİLERİ

Hamed AHADI
BAHÇE BİTKİLERİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 22/07/2022 tarihinde jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ERKAN (Danışman)

Prof. Dr. Nurdan Tuna GÜNEŞ

Prof. Dr. Sadiye GÖZLEKÇİ

ÖZET

DERİM SONRASI METİL JASMONAT UYGULAMALARININ AYVA'DA (*Cydonia vulgaris*) MEYVE KALİTESİ VE ÜŞÜME ZARARI ÜZERİNE ETKİLERİ

Hamed AHADI

Yüksek Lisans Tezi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Temmuz 2022; 42 sayfa

Ayva, ülkemizde yaygın olarak üretilen ve ihracat potansiyeli yüksek olan bir meyve türüdür. Türkiye, ayva ihracatında lider ülke konumunda olup dünya ihracatında %41.4'lük bir paya sahip olmakla birlikte üretiminin sadece %11'ini ihraç etmektedir. Düşük ihracat düzeyinde rol oynayan önemli faktörler derim sonrası dönemde kalite standartlarının tam olarak sağlanamaması, yıl boyu arz sorunları ve depolama sırasında karşılaşılan fizyolojik bozulmalardır. Meyve eti kararması, ayvada tüketici beğenisi ve talebini önemli ölçüde etkileyen en önemli fizyolojik bozukluktur. Bu çalışmada, metil jasmonat (MeJA) uygulamasının 'Ege 22' ayva çeşidi meyvelerinin depolama kalitesi ve meyve eti kararması üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla optimum derim zamanında derilen meyvelere 1.0, 2.5 ve 5.0 mM dozda MeJA uygulamaları 20 °C sıcaklıkta hazırlanan solüsyona 1 dk süreyle daldırma şeklinde yapılmıştır. Kontrol grubu ise 20 °C sıcaklıkta saf suya 1 dk süreyle daldırılmıştır. Uygulamalardan sonra meyveler 0 °C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde 5 ay süre ile depolanmıştır. Ayrıca meyvelerin manav koşullarındaki dayanma durumları, soğuk hava deposundan belirli aralıklarla alınıp 20 °C sıcaklık ve %60±5 oransal nemde 7 gün tutulan meyvelerde incelenmiştir. Çalışma sonunda, en yüksek ağırlık kaybı kontrol grubunda, en düşük ağırlık kaybı ise 1 mM MeJA uygulamasında tespit edilmiştir. Meyve kabuk renginin korunmasında MeJA uygulamaları etkili bulunmuş ve en yüksek L* değeri 1 mM MeJA, kroma (C*) ve aç (h°) değerleri ise 1.0 ve 2.5 mM MeJA uygulamalarında belirlenmiştir.

MeJA uygulamaları meyvelerin TEA ve SÇKM miktarını istatistiksel olarak etkilememiş ancak MeJA uygulanan meyveler depolama sonunda daha yüksek meyve eti sertliği göstermiştir. Manav koşullarında meyve eti sertliğinin korunumunda 1.0 ve 2.5 mM MeJA daha başarılı bulunmuştur. Soğukta depolama sırasında 1.0 ve 2.5 mM, manav koşullarında ise sadece 1.0 mM MeJA uygulaması meyve eti kararmasının engellenmesinde daha etkili olmuştur. Sonuç olarak, ayvaların soğukta depolaması sırasında oluşan ve önemli ürün kayıplarına yol açan meyve eti kararmasının önlenmesinde 1.0 mM MeJA uygulamasının başarıyla kullanılabileceği tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Depolama, meyve eti kararması, kalite, solunum.

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Prof. Dr. Nurdan TUNA GÜNEŞ

Prof. Dr. Sadiye GÖZLEKÇİ

ABSTRACT

THE EFFECTS OF METHYL JASMONATE APPLICATIONS ON FRUIT QUALITY AND CHILLING INJURY OF QUINCE (*Cydonia vulgaris*)

Hamed AHADI

MSc Thesis in Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

July 2022; 42 pages

Quince is a type of fruit that is widely produced in our country and has high export potential. Turkey is the leading country in quince exports and has a share of 41.4% of world exports, but exports only 11% of its production. The important factors that play a role in the low export level are the inability to fully meet the quality standards in the post-harvest period, supply problems throughout the year, and physiological deterioration during storage. Browning of fruit flesh is the most important physiological disorder that significantly affects consumer taste and demand for quince. In this study, the effects of methyl jasmonate (MeJA) application on the storage quality of 'Ege 22' quince variety fruits and fruit browning were investigated. For this purpose, 1.0, 2.5 and 5.0 mM doses of MeJA were applied to the fruits harvested at the optimum harvest time by dipping into the solution prepared at 20 °C for 1 minute. The control group was immersed in distilled water at 20 °C for 1 minute. After the applications, the fruits were stored at 0 °C and 90-95% relative humidity for 5 months. In addition, the endurance of the fruits in the shelflife conditions were examined in the fruits that were taken from the cold storage at certain intervals and kept at 20 °C temperature and 60±5% relative humidity for 7 days. At the end of the study, the highest weight loss was found in the control group, and the lowest weight loss was determined in the 1 mM MeJA application. MeJA applications were found to be effective in the preservation of fruit skin color and the highest L* value was determined in 1 mM MeJA, chroma (C*) and angle (h°) values were determined in 1.0 and 2.5 mM MeJA applications.

MeJA applications did not affect the amount of TEA and SSC of the fruits statistically, but the fruits treated with MeJA showed higher flesh firmness at the end of storage. 1.0 and 2.5 mM MeJA were found to be more successful in preserving fruit flesh firmness in shelflife conditions. 1.0 and 2.5 mM MeJA applications were made during cold storage and only 1.0 mM MeJA application in shelflife conditions was more effective in preventing fruit flesh browning. As a result, it has been determined that 1.0 mM MeJA application can be used successfully to prevent fruit flesh browning, which occurs during the cold storage of quinces and causes significant product losses.

KEYWORDS: Flesh browning, quality, respiration, storage.

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa ERKAN

Prof. Dr. Nurdan TUNA GUNES

Prof. Dr. Sadiye GÖZLEKÇİ

ÖNSÖZ

Ayva, yumuşak çekirdekli meyve türleri arasında yer alan ve son yıllarda üretimi giderek artan bir meyvedir Dünya ayva üretiminde ilk sırada bulunan ülkemizde bu meyve türünün depolanması konusunda yapılan çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu konuda Yüksek Lisans ve Doktora tez çalışmaları yürütülmüş olmasına rağmen özellikle ayvada depolama sırasında sıklıkla karşımıza çıkan ve fizyolojik bir bozulma olan meyve eti kararmasının kontrolüne yönelik henüz kesin bir çözüm yöntemi bulunamamıştır. Bahçe ürünlerinin derimden sonra kaliteli bir şekilde tüketiciye ulaştırılmaları, o ürüne ait derim sonrası fizyolojisinin iyi bir şekilde bilinmesi ile sağlanabilmektedir. Aksi takdirde üründe, tüketiciye ulaştırılınca kadar geçen sürede önemli kalite kayıpları görülebilmektedir. Derimden sonra meydana gelen bu kalite ve ürün kayıplarının en az düzeyde oluşması, ancak ürün metabolizmasının yavaşlatılması ile mümkündür.

Ayvada derimden sonra muhafaza sırasında ortaya çıkan sorunlardan birisi de fizyolojik nedenli bir bozulma olan meyve eti kararmasıdır. Bu bozulmanın en önemli nedeni ayvanın genellikle düşük sıcaklık derecelerinde depolanmasıdır. Bu kararma şekli bir üşüme zararı olup genellikle 2 °C'nin altındaki depolama sıcaklıklarında ortaya çıkar. Ayrıca, meyve eti kararması henüz meyve dalındayken de sonbahar erken donları sebebiyle oluşmaktadır.

Bu çalışmada, ayvanın depolanması sırasında ortaya çıkan meyve eti kararması üzerine derim sonrası metil jasmonat (MeJA) uygulamasının etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmamın her aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen, ayva depolaması konusunda bana çalışma fırsatı veren danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa ERKAN'a sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Eğitim ve tez çalışmamın farklı kısımlarında desteklerinden dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi Adem DOĞAN'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca lisansüstü eğitim ve proje çalışmamın farklı aşamalarında bana destekleri olan değerli çalışma arkadaşlarım sayın Dr. Mehmet Seçkin KURUBAŞ, Ziraat Yüksek Mühendisi Hayri ÜSTÜN, Ziraat Yüksek Mühendisi Qasid ALİ, Ziraat Mühendisi Abdul Wahed NAZARI ve Araş. Gör. Bünyamin PEKER'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca, çalışmam sırasında maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan sevgili annem Jahan Ara AHADI, babam Müh. Abdul Rahim AHADI ve kardeşlerime de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, projemi maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve bana sağlamış oldukları burs nedeniyle Türkiye Cumhuriyeti Yurtdışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK TARAMASI	6
3. MATERYAL VE METOT	11
3.1. Materyal	11
3.2. Metil Jasmonat (MeJA) Uygulamaları.....	12
3.3. Meyvelerin Depolanması	12
3.4. Fiziksel ve Kimyasal Analizler	13
3.4.1. Ağırlık kaybı	13
3.4.2. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı	13
3.4.3. Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı.....	14
3.4.4. Meyve eti sertliği.....	14
3.4.5. Meyve kabuk rengi (L^* , C^* , h°)	15
3.4.6. Solunum hızı ve etilen üretimi	16
3.4.7. Meyve eti kararması.....	17
3.4.8. Meyvelerin raf ömürlerinin belirlenmesi	18
3.4.9. İstatistiksel değerlendirme	18
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	19
4.1 Ağırlık Kaybı.....	19
4.2. Suda Çözünebilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarı.....	20
4.3. Titre Edilebilir Asitlik (TEA) Miktarı	22
4.4. Meyve Eti Sertliği	24
4.5. Meyve Kabuk Rengi.....	25
4.5.1. Parlaklık (L^*).....	25
4.5.2. C^* değeri.....	27
4.5.3. Hue (h°) değeri	28

4.6. Meyve Eti Kararması.....	30
4.7. Solunum Hızı ve Etilen Üretimi	32
5. SONUÇLAR	36
6. KAYNAKLAR	38
ÖZGEÇMİŞ	



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Derim Sonrası Metil Jasmonat Uygulamalarının Ayva’da (*Cydonia vulgaris*) Meyve Kalitesi ve Üşüme Zararı Üzerine Etkileri” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

22/ 07/ 2022
HAMED AHADI



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	: Yüzde
°C	: Derece santigrat
C*	: Chroma
dk	: Dakika
g	: Gram
h°	: Hue açısı
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
L	: Litre
L*	: Renk Parlaklık
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mM	: Millimol
N	: Newton
Sa	: Saat
V	: Hacim

Kısaltmalar

FAO : Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)

Muh. Sür.: Muhafaza Süresi

Ort. : Ortalama

SÇKM : Suda Çözünebilir Kuru Madde

TEA : Titre Edilebilir Asitlik

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

Uyg. : Uygulama

MeJA : Metil jasmonat

MeSA : Metil salisilat

MDA : Malondialdehit

ATP : Adenozin trifosfat

ADP : Adenozin difosfat

ADMP : Adenozin monofosfat

GC : Gaz Kromatografisi

FID : Flame Ionization Detector (Alev iyonlaşma dedektörü)

KA : Kontrollü atmosfer

MA : Modifiye atmosfer

Ö.D : Önemli Değil

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünyada ayvanın orijini ve dağılım alanları	1
Şekil 1.2. 2016-2021 yılları arasında Türkiye ayva üretim miktarları (Ton) (Anonim 1).....	2
Şekil 3.1. Ayva hasadının yapıldığı meyve bahçesinin görünümü (a) ve meyvelerin hasadı (b).....	11
Şekil 3.2. Çalışmada kullanılan ‘Ege 22’ çeşidine ait meyveler.....	11
Şekil 3.3. Ayvalara MeJA uygulamalarından bir görünüm	12
Şekil 3.4. Farklı derim sonrası uygulamaları yapılan ayvalarının soğukta muhafazasından görünümeler	12
Şekil 3.5. Denemede kullanılan terazi ve ağırlık ölçümlerinden bir görünüm	13
Şekil 3.6. Meyve suyu örneğinde SÇKM ölçümü	13
Şekil 3.7. Meyve suyu örneğinde titrasyon asitliği ölçümü.....	14
Şekil 3.8. Meyve eti sertliği ölçümlerinden görünümeler	14
Şekil 3.9. Meyvelerin renk ölçümünden görünümeler	15
Şekil 3.10. Renk diyagramı (Precise color communication, Konica Minolta’dan uyarlanmıştır)	15
Şekil 3.11. Üç boyutlu renk değişimi (a), üç boyutlu C^* , L^* , h° skalası (Precise color communication, Konica Minolta’dan uyarlanmıştır).....	16
Şekil 3.12. GC ile solunum hızı ve etilen üretimi ölçümlerinden görünümeler	17
Şekil 3.13. Solunum hızı ve etilen ölçümleri için kullanılan Gaz kromatografi (GC) cihazı	17
Şekil 3.14. Meyve eti kararması ölçümlerinden görünümeler. En (a) ve boy (b) kararma kesitleri ölçümü.....	18

Şekil 4.1. MeJA uygulamalarından sonra depolama başlangıcında ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin solunum hızında ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ sa}^{-1}$) gözlenen değişimler.....	33
Şekil 4.2. MeJA uygulamalarından sonra soğuk koşullarda 90 gün depolanan ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin solunum hızında ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ sa}^{-1}$) gözlenen değişimler	34
Şekil 4.3. Farklı MeJA dozları ve muhafaza sürelerine göre 135 gün depolanan ‘Ege 22’ ayva çeşidinde saptanan solunum hızı ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ sa}^{-1}$) miktarları.....	34
Şekil 4.4. Farklı MeJA dozları ve muhafaza sürelerine göre derimden 12 gün sonra (a), 90 gün depolanan ve 12 gün 20 °C bekletilen (b) ve 135 gün depolama sonrasında 12 gün 20 °C bekletilen meyvelerin etilen üretim miktarları (c).	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

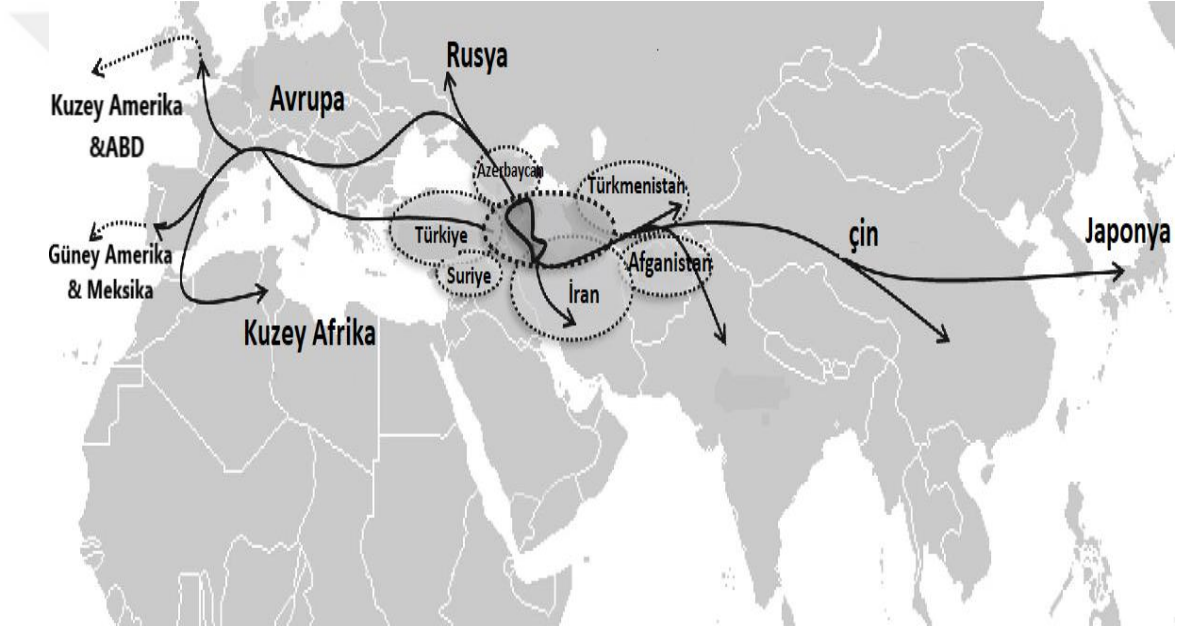
Çizelge 1.1. Ülkelere göre dünyada ayva üretimi (Anonymous 1).....	2
Çizelge 1.2. Türkiye’de illere göre ayva üretimi (Anonim 1)	3
Çizelge 1.3. Ülkere ve yıllara göre dünya ayva ihracat miktarları (Ton) (Anonymous 1)	3
Çizelge 4.1. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri	19
Çizelge 4.2. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri	20
Çizelge 4.3. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde SÇKM (%) miktarı üzerine etkisi	21
Çizelge 4.4. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde SÇKM (%) miktarı üzerine etkileri.....	22
Çizelge 4.5. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde TEA (% malik asit) miktarı üzerine etkisi	22
Çizelge 4.6. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinin TEA (% malik asit) miktarı üzerine etkileri.....	23
Çizelge 4.7. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri	24
Çizelge 4.8. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri	25
Çizelge 4.9. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde L* değerleri üzerine etkileri	26

Çizelge 4.10. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde	
L* değerleri üzerine etkileri	26
Çizelge 4.11. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde	
C* değerleri üzerine etkileri	27
Çizelge 4.12. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde	
C* değerleri üzerine etkileri	28
Çizelge 4.13. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde	
h° değerleri üzerine etkileri	29
Çizelge 4.14. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde	
h° değerleri üzerine etkileri	30
Çizelge 4.15. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde	
meyve eti kararına indeksi üzerine etkileri	31
Çizelge 4.16. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayvada	
çeşidinde meyve eti kararına indeksi üzerine etkileri	31

1. GİRİŞ

Ayva, yumuşak çekirdekli meyveler grubunda yer alan ve gülgiller (*Rosaceae*) familyasına ait bir meyve türüdür (Brunn 1963). Ayvanın latincesi *Cydonia oblonga* Mill olup, *Cydonia vulgaris* Pers. olarak da bilinmektedir (Özçağırın vd. 2004).

Ayva'nın anavatanı Kuzey – Batı İran, Kuzey Kafkasya, Hazar Denizi kıyıları ve Kuzey Anadolu'dur. Ancak ayvanın yabanileri doğu Türkistan'a kadar, batıda da Avrupa'nın güney kesminde ve Kuzey Afrika'ya kadar yayılmıştır. Ayva yetiştiriciliği çok eski çağlardan beri bilinmekte olup dünyanın birçok bölgesinde yetiştiriciliği yapılmaktadır (Şekil 1.1). Ayva, Anadolu'dan, Roma ve Yunanistan'a geçmiş ve orandan da Orta ve Doğu Avrupa'ya yayılmıştır. Bugün ise Avustralya hariç diğer ülkelerin tamamında yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ancak bu meyve türü Türkiye'nin de aralarında bulunduğu sınırlı sayıda ülke dışında diğer kültürü yapılan meyve türlerine göre sınırlı miktarlarda üretilmektedir (Özbek 1978; Özçağırın vd. 2005).



Şekil 1.1. Dünyada ayvanın orijini ve dağılım alanları

Ayva, yüksek tanen içeriği nedeniyle buruk bir tada sahiptir ve bu özellik meyvenin taze tüketimini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayvanın sofralık olarak tüketimi sadece Türkiye ve bazı ülkelerde söz konusudur. Dünyada ise genel olarak reçel, jel, marmelat, tatlı veya ayva suyu olarak değerlendirilmektedir (Şahin ve Mısırlı 2016). Ayva daha çok işlenmiş gıda ve fonksiyonel ürünlerin üretiminde kullanılmasına rağmen pektin ve tanen açısından zengin içeriğe sahip olması nedeniyle gıda sanayiinde de işlenmektedir. Ayva meyvesinin endüstriyel hammadde olarak kullanımının artırılması amacıyla son yıllarda yapılan çalışmalar artış göstermiştir. Ayvanın sofralık olarak tüketiminin yaygınlaşması bu üründe uluslararası tüketimi ve dolayısıyla Türkiye'nin ihracatını artırabilecektir.

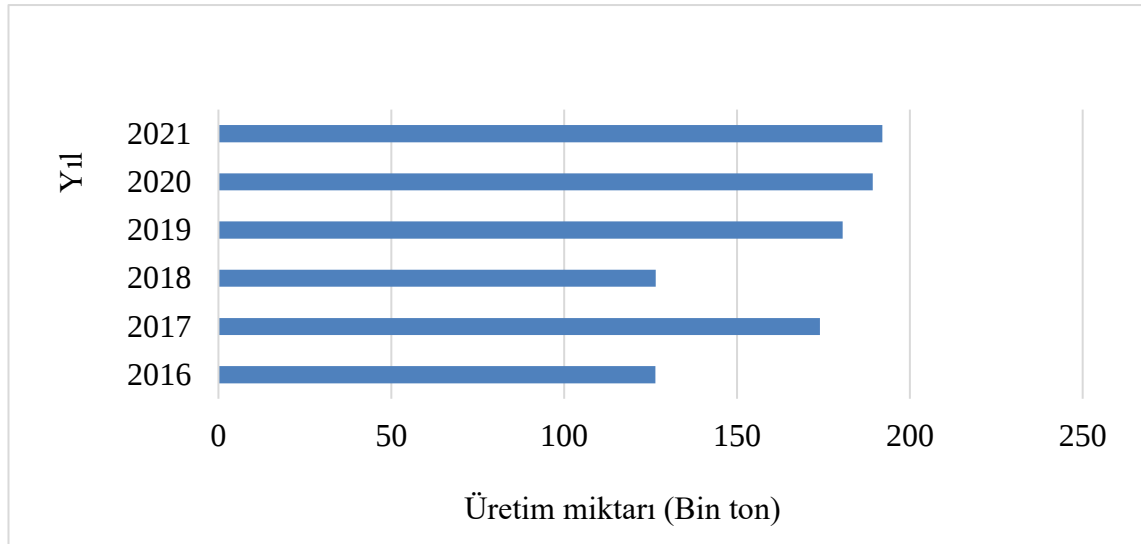
Dünyada ayva üretimi 2020 yılında 696.861 tona ulaşmıştır. Türkiye 189.251 tonluk ayva üretimi ile birinci sırada yer almakta ve bu ülkeyi Çin (111.982 ton),

Özbekistan (96.242 ton), İran (87.799 ton) ve Fas (57.700 ton) ile takip etmektedir (Anonymous 1) (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Ülkelere göre dünyada ayva üretimi (Anonymous 1)

Sıralama	Ülkeler	Miktar (Ton)
1	Türkiye	189.251
2	Çin	111.982
3	Özbekistan	96.242
4	İran	87. 799
5	Fas	57.700
6	Azerbaycan	39.365
7	Arjantin	28.672
8	Cezayir	11.748
9	Sırbistan	11.120
10	Ukrayna	7.300
TOPLAM		696.861

Son yıllarda gerek Türkiye’de gerekse dünyada bu meyveye karşı oluşan talep artışı üretimin artmasına yol açmıştır. Ayva Türkiye’nin değişik bölgelerinde yetiştirilebilmektedir. 2016-2021 yılları arasında Türkiye ayva üretimi %51.9 oranında artmıştır (Anonim 1)



Şekil 1.2. 2016-2021 yılları arasında Türkiye ayva üretim miktarları (Ton) (Anonim 1)

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2022 yılı verilerine göre, Türkiye’de en yoğun ayva yetiştiriciliği 103.394 tonluk üretimle Sakarya ilinde yapılmaktadır. Bu ili sırasıyla Bursa (15.211 ton), Denizli (7.480 ton) ve Çanakkale (7.135 ton) takip etmektedir (Çizelge 1.2). Türkiye genelinde kapama ayva bahçeleri Marmara Bölgesi yanı sıra

Akdeniz ile Ege Bölgelerinin birleştiği geçit kuşağında yer alan bölgede yoğunlaşmaktadır (Durmuş ve Yiğit 2003).

Çizelge 1.2. Türkiye’de illere göre ayva üretimi (Anonim 1)

Sıralama	İller	Miktar (Ton)
1	Sakarya	103.394
2	Bursa	15.211
3	Denizli	7.480
4	Çanakkale	7.135
5	Bilecik	6.440
6	İzmir	4.316
7	Amasya	4.163
8	Isparta	4.046
9	Kocaeli	3.984
10	Manisa	2.364
11	Diğer iller	40.614
TOPLAM		192.012

Türkiye, ayva üretiminde olduğu gibi ayva ihracatında da 17.824 tonluk ihracat rakamı ile dünyada ilk sırada yer almaktadır. Türkiye dünya ayva ihracatının %42.5’ini karşılamaktadır. Türkiye’yi %13.9 ile Hollanda ve %12.08 ile İspanya izlemektedir (Anonymous 1) (Çizelge 1.3).

Çizelge 1.3. Ülkere ve yıllara göre dünya ayva ihracat miktarları (Ton) (Anonymous 1)

Ülkeler	YIL				
	2016	2017	2018	2019	2020
Türkiye	12.507	15.139	19.014	15.698	17.824
Hollanda	11.557	9.052	12.341	9.194	5.848
İspanya	3.860	2.117	3.497	3.279	5.067
Avusturya	2.126	2.062	2.530	2.344	2.939
Yunanistan	2.155	2.187	2.467	3.287	1.105
Fransa	877	374	144	358	676
Almanya	734	559	627	509	718
Azerbaycan	476	425	762	1.095	1.565
Özbekistan	-	315	264	531	1.176
Şili	388	379	475	424	415
Diğer ülkeler	1.349	2.573	2.656	1.180	4.591
TOPLAM	36.029	35.182	44.777	37.898	41.924

Türkiye, ana üreticisi ve ihracatçısı olduğu ayvada dünyada önemli avantaja sahiptir. Bu ürünün en az kayıp ve maksimum kalitede yıl boyu sürdürülebilir şekilde piyasaya sunulması tarımsal ekonomi açısından da önemlidir. Bahçe ürünlerinin derimden sonra kaliteli bir şekilde tüketiciye ulaştırılması ancak o ürüne ait derim sonrası

işlemlerin doğru bir şekilde uygulanması ile mümkündür. Aksi takdirde derilen ürünlerde tüketiciye ulaştırılincaya kadar geçen kısa sürede bile önemli kalite ve kantite kayıpları görülebilmektedir.

Ayva, klimakterik özellik gösteren ve uzun süre depolanabilen bir meyve türüdür. Genellikle depolama döneminde çeşitlere göre değişen düzeylerde ortaya çıkan meyve eti kararması ayvada depolama sürecini sınırlandıran en önemli fizyolojik bozukluktur. Özellikle depolamanın 2. ve 3. ayından itibaren karşılaşılan meyve eti kararması ayvanın depo ömrünü sınırlandıran en önemli problemlerin başında gelmektedir (Çalhan ve Koyuncu 2015).

Türkiye’de ve dünyada yaş meyve ve sebze pazarlanmasında tüketici tercihleri son yıllarda değişim göstermektedir. Tüketici tercihlerinde sağlıklı, kaliteli ve güvenilir ürünler daha çok ön plana çıkmaktadır. Diğer yandan tüketici tercihlerinde yıl boyu ürün tüketim alışkanlığı da önemli hale gelmiştir. Bu nedenlerle sağlıklı ve kaliteli ürünlerin tüm yıl pazarlanabilmesi için soğukta depolama en önemli araçtır. Bahçe ürünlerinde derim sonrası kayıplar ülkemizde oldukça yüksek olup yaş meyve ve sebzelerde %25-40 gibi yüksek düzeylere ulaşabilmektedir. Bu kayıplar değişik bahçe ürünlerinde kalite yanında ürünlerde miktar bazında da kayıplara neden olur. Miktar bazında ürün kayıplarına neden olan bozulmalar arasında fizyolojik nedenli bozulmalar önemli bir yer tutmaktadır.

Değişik bahçe ürünlerinde olduğu gibi ayvalarda da derim sonrası kalitenin korunması için farklı yöntemler kullanılmakta ve yeni muhafaza yöntemi arayışları devam etmektedir. Ayvada özellikle soğukta depolama sırasında oluşan meyve eti kararması en önemli kalite kaybı nedenidir. Bu amaçla ayvada depolamanın 2. ve 3. aylarından sonra oluşan bu bozulmanın kontrolü meyve kalitesinin korunumu yanında ürünün daha yüksek fiyatlardan pazarlanmasına da katkı sağlayacaktır. Bu nedenle ayvada meyve eti kararmasını önleyici derim sonrası işleme yöntemlerine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu bozulmanın en önemli nedeni ayvaların +2 °C’nin altındaki sıcaklıklarda depolanmasıdır. Ancak bu bozulma özellikle derimden önce ağaç üzerinde sonbahar aylarında oluşan düşük sıcaklıklar (sonbahar erken donları) nedeniyle de oluşabilmektedir. Ağaç üzerinde düşük sıcaklığa maruz kalan meyvelerde meyve eti kararmasının şiddeti artmaktadır.

Jasmonik asitin metil esteri olan metil jasmonat (MeJA) en fazla yasemin (*Jasminum grandiflorum*) ve biberiye (*Rosemarinus officinalis*) bitkilerinin uçucu yağlarında bulunan bileşik olarak tanımlanmaktadır. MeJA, jasmonat ailesine ait bir bitki büyüme düzenleyicisidir. Antioksidan sistemler de dahil olmak üzere bitki savunma mekanizmasını modüle eden bir sinyal molekülü olarak önemli bir rol oynar. Bu bileşik depolama sırasında ikincil metabolitleri ve antioksidan aktiviteyi arttırarak, üşüme zararı ve patojen saldırılarına karşı ürünleri korumaya da yardımcı olmaktadır (Reyes-Díaz vd. 2016). MeJA bitkilere uygulandığı zaman; gelişim engellemesi, bitkinin hassasiyetini artırma ve yaprak proteinlerini teşvik etme gibi farklı etkilerde bulunmaktadır (Curtis 1984; Yamane vd. 1981; Ueda ve Kato 1980).

Son zamanlarda, tüm dünyada güvenli ve sürdürülebilir gıda ihtiyacı, birçok ülkenin meyve pazarlamasını çeşitli hedef pazarlarla sınırlamıştır. Gıda maddelerini pestisit ve diğer kimyasal kalıntılardan korumak için ticari engeller bulunmaktadır. Doğal bir madde olarak MeJA’nın ürünlerin depolama ömrünü uzatmak için derim sonrası bir

uygulama olarak kullanımında herhangi bir kısıtlama yoktur (Reyes- Díaz vd. 2016). Bu çalışmada farklı dozlarda MeJA uygulamasının ayvada uzun süreli depolama sırasında kalite korunumu ve meyve eti kararması üzerine etkileri incelenmiştir.



2. KAYNAK TARAMASI

Ayva meyvesinde derim sonrası çalışmalar 1970’li yıllardan sonra başlamış (Nuritdinov ve Ruban 1975; Nasibau 1980) ancak bu türün üretim ve tüketiminin sınırlı ülkelerde olması çalışmaların sınırlı kalmasına neden olmuştur. Ayvanın depolama sıcaklığı ve oransal nemi konusunda farklı araştırmalar yapılmıştır. Cantwell (2002), Chen (2004), Simson ve Straus (2010) ve Barman vd. (2015) ayva meyvelerinin -0.5 ile 0 °C sıcaklık ve %90 oransal nemde, SeaLand (1991) ise 0.5 °C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde, 2-3 ay süreyle depolanabileceğini bildirmişlerdir. Bu konuda yapılan diğer bir çalışmada ise meyvelerin 1.5 °C sıcaklık ve %75-80 oransal nem ortamında 2-3 ay süreyle kaliteli şekilde depolanabileceği belirtilmiştir. Ayrıca ayva meyvelerinin ortama aşırı koku yaymaları nedeniyle diğer meyvelerle bir arada depolanmaması gerektiği ifade edilmiştir (Özbek 1978). Kader (1996), ayva meyvelerinin -2 °C sıcaklıkta üşüme zararına uğradığını buna karşılık meyvelerin genelde 0 °C sıcaklık ve %90-95 oransal nem ortamında 2-3 ay kaliteli bir şekilde muhafaza edilebileceğini belirtmiştir. Ryall ve Pentzer (1982), ayvaların genellikle 0-4 °C sıcaklık ve %85-90 nem koşullarında 2-3 ay depolanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Benzer şekilde Debner vd. (1980), ayvaların depolanmasında 0 °C sıcaklık ve %90 oransal nem ortamının en uygun koşullar olduğunu ifade etmiştir.

Yapılan bir çalışmada, 1-Metilsiklopropan (1-MCP) uygulamasının ‘Eşme’ ayva çeşidinin depolaması üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, meyvelere 625 ppb dozunda 1-MCP uygulanmış ve ayvalar 0 ve 2 °C’de 6 ay süreyle depolanmıştır. Çalışmada, 625 ppb dozunun meyve eti kararması üzerine etkisiz olduğu ve daha yüksek dozların denenmesi gerektiği bildirilmiştir (Eren vd. 2008).

Sakarya bölgesinde farklı ‘Eşme’ ayva çeşidi bahçelerinde %0,6’lık kalsiyum klorür çözeltilisinin meyve kalitesi ve meyve eti kararmasına karşı etkilerini incelemek amacıyla yapılan çalışmada, 7 farklı dönemde yapraktan uygulamalar yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda uygulamaların ayvaların kalsiyum içeriğini artırdığı ancak meydana gelen bu artışın meyve kalite özellikleri (meyve eti sertliği, SÇKM ve TEA) ile meyve eti kararmasını etkilemediği belirtilmiştir (Yalçın vd. 2010).

MeJA, bitkilerin bünyelerinde mevcut olup aynı zamanda bitkinin farklı dokularında farklı miktarlarda bulunmaktadır. MeJA hem içsel hormon hem de dışsal uygulama olarak bilinmektedir. MeJA hem gaz hem de solüsyon formunda kullanılır. Üşüme zararı derim sonrası kayıpları artıran fizyolojik bir bozukluktur. MeJA uygulamalarının meyve üzerine etkisi tür, çeşit ve uygulama dozuna bağlı olarak değişebileceği, aynı zamanda derimden önce ya da derimden sonra üşüme zararını azaltıp ürünlerin düşük sıcaklıkta depolama süresinin uzatılmasında etkili olabileceği bildirilmiştir (Chen vd. 2019).

Derimden sonra iki farklı konsantrasyonda (0.01 ve 0.1 mM) MeJA veya metil salisilat (MeSA) uygulamalarının 84 gün süreyle 2 °C sıcaklıkta muhafaza edilen nar meyvelerinin depolama kalitesi üzerine etkilerini inceleyen Sayyari vd. (2011), MeJA uygulanan meyvelerde hiçbir bozulma oluşmamasına rağmen kontrol meyvelerinde üşüme zararı olarak kararma ve buruşma gözlemişlerdir. Depolama süresi uzadıkça üşüme zararı şiddeti, meyve eti yumuşaması ve elektrolit sızıntısının arttığı bildirilmiştir.

Araştırmacılar, çalışma sonucunda üşüme zararının MeJA ve MeSA uygulamaları ile doz arasında önemli farklar olmadan azaldığını bildirmişlerdir.

MeJA dozlarının ‘Cripps Pink’ elma çeşidinin depolaması üzerine olan etkilerinin incelendiği bir diğer çalışmada üç farklı lokasyonda (Donnybrook, Perth Hills ve Manjimup) üretilen meyvelere derim öncesi dönemde MeJA uygulamaları yapılmıştır. Çalışma sonunda, 1.0-5.0 mM MeJA uygulamasının derim olumundaki meyve kalitesi, kırmızı renk gelişimi, antosiyanin birikimi ve meyve kabuğundaki flavonoid içeriğini artırdığı bildirilmiştir. Çalışmada ayrıca bahçe konumunun, kırmızı renk oluşumu ve toplam flavonoid miktarı üzerine etkili olduğu da belirtilmiştir (Shafiq vd. 2016).

MeJA uygulamasının mangoda (*Mangifera indica* cv. ‘Tommy Atkins’) derim sonrası etkileri incelenmiştir. Bu amaçla mangoları 24 saat 25 °C’de MeJA buharı (10^{-4} M) uygulanıp, 21 gün 7 °C’de depolanmıştır. Çalışmada MeJA’nın mango meyvesine dışsal olarak uygulandığında meyvenin üşüme zararına karşı direncini artırdığı buna karşılık iyon sızıntısını azalttığı belirtilmiştir. Diğer yandan uygulamanın mangoların olgunlaşma sürecini etkilemediği tespit edilmiştir (González-Aguilar vd. 2000).

Ozturk vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, derim öncesi MeJA uygulamalarının ‘Fortune’ ve ‘Friar’ erik çeşitlerinde etilen üretimi, solunum hızı, biyoaktif bileşikler ve fiziko-kimyasal parametreler üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, ağaçlara derimden 2 hafta önce 1120 ve 2240 mg L⁻¹ dozunda MeJA uygulaması yapılmıştır. Daha sonra meyveler 0±0.5 °C sıcaklık ve 90±5% oransal nem koşullarında 4 hafta depolanmıştır. Araştırmacılar her iki erik çeşidinde de 1120 mg L⁻¹ MeJA uygulamalarının meyve kabuk rengi açığı (h°) değerlerini önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. Meyve ağırlığı ve geometrik çap MeJA uygulamalarında düşük iken, meyve eti sertliği, ilk derim hariç diğer derimlerde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca araştırmacılar MeJA uygulanan meyvelerde SÇKM miktarının arttığını ve titre edilebilir asitlik düzeyinin azaldığını, 2240 mg L⁻¹ MeJA uygulamasının meyvelerin klorojenik asit, kafeik asit, rutin ve ferulik asit içeriklerini artırdığını da belirlemişlerdir.

Ozturk vd. (2015) tarafından yürütülen ve MeJA uygulanan ‘Fuji’ elma çeşidinde kabuk rengi, toplam antosiyanin ve fenol kapsamı ile antioksidan kapasitesinin incelendiği bir başka çalışmada, MeJA uygulamasının renklenmeyi, meyvelerin toplam antosiyanin, toplam fenol ve toplam antioksidan kapasitelerini iyileştirdiği bildirilmiştir. MeJA dozunun artmasıyla meyvelerde içsel etilen üretimi artmıştır. Çalışmada 1120 ve 2240 mg L⁻¹ MeJA uygulamaları, nişasta parçalanmasında herhangi bir değişikliğe neden olmamış ancak 4480 mg L⁻¹ MeJA uygulaması nişasta parçalanmasını geciktirmiştir. Araştırmacılar, tüm MeJA uygulamalarının meyve ağırlığı ve çapıyla birlikte SÇKM miktarında önemli değişikliklere yol açmadığını, ancak TEA değerlerinde önemli bir artış sağladığını bildirmişlerdir.

Jin vd. (2013) MeJA uygulamasının şeftalide üşüme zararı ve depolama üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada birinci grup meyveler 20 °C’de 1 gün bekletme sonrasında 0 °C sıcaklıkta, 2. grup meyveler 1 gün boyunca 20 °C’de 1 µM L⁻¹ MeJA buharı uygulanıp 0 °C’de, 3. grup meyveler 2 gün 10 °C sıcaklıkta bekletme sonrasında 0 °C’de, 4. grup meyveler ise 2 gün boyunca 10 °C’de 1 µM L⁻¹ MeJA buharı uygulanıp 0 °C’de, 5. grup meyveler ise doğrudan 0 °C sıcaklıkta 5 hafta süreyle depolanmıştır. Kontrol grubu meyvelerde depolama sırasında üşüme zararı ve meyve eti kararması

gözlenmiştir. MeJA ile soğukta depolama kombinasyonu ise üşüme zararını ve kalite kayıplarını önemli ölçüde azaltmıştır. Çalışmanın diğer kısmında MeJA uygulamalarının depolanan şeftali meyveleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışma sonunda MeJA uygulamasının meyvelerde üşümeye dayanıklılığı, meyvede adenosin trifosfat (ATP) ve adenosin difosfat (ADP) içeriğini artırdığı, ancak adenosin monofosfat (ADMP) içeriğini azalttığı saptanmıştır. MeJA uygulamasının üşüme zararını engellemesi, enerji metabolizması ile ilgili enzim aktivitelerini teşvik ederek yüksek adenosin trifosfat ile enerji birikimine yol açmasından kaynaklandığı vurgulanmıştır.

Jin vd. (2013) MeJA uygulamasının şeftali meyvesinde üşüme stresi sırasında enerji metabolizmasına etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada sonucunda MeJA'nın enerji metabolizmasıyla ilgili enzim aktivitelerini indükleyerek daha yüksek ATP seviyesi ve enerji yükünü koruyarak şeftali meyvesinin üşüme toleransını artırabileceği belirtilmiştir.

Chen vd. (2021) nar muhafazası üzerine MeJA uygulamalarının etkisini incelemişlerdir. Çalışmada 0.1 mM MeJA uygulamasının narda yeme kalitesinin korunumuna etkin bir şekilde katkı sağladığı, polifenol oksidaz aktivitesi ve üşüme zararını azalttığı belirtilmiştir. Ayrıca, uygulamanın toplam fenol içeriğindeki düşüşü, malondialdehit (MDA) içeriğinde ve hücre zarı geçirgenliğindeki artışı engellediği tespit edilmiştir. Buna ek olarak, bu uygulamanın çözünür protein içeriğini artırarak meyvenin hastalık direncinde artışa yol açtığı ve epidermal hücre yapısı ile doku bütünlüğünü etkili bir şekilde koruduğu belirtilmiştir.

Zhang vd. (2009) tarafından ayrı ayrı ve birlikte yapılan MeJA (200 μM) ve *R. glutinis* (1×10^8 CFU mL^{-1}) uygulamalarının armutta meyve kalite korunumu üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda mavi küf kaynaklı çürümenin oranı ve doku yaraları çapını azaltmak için kombine uygulamanın daha etkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, 20 °C sıcaklıkta 15 gün depolama sonrasında uygulama yapılan meyveler kontrollere göre daha yüksek meyve sertliğine sahip olmuştur. Ancak MeJA ve *R. glutinis* uygulamaları arasında bir farklılık tespit edilememiştir. Çalışma sonucunda SÇKM ve TEA açısından kontrol ve uygulamalar arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamıştır. Çalışmanın ikinci kısmında aynı uygulamaları 4 °C sıcaklıkta 15 gün depolanan ürünlerde deneyen araştırmacılar, SÇKM ve TEA açısından kontrole göre başarılı bulunan uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık belirlememişlerdir.

Erik üzerinde yapılan bir çalışmada derim öncesi MeJA uygulamasının erik meyvelerinin (*Prunus salicina* Lindell cvs. 'Black Beauty' ve 'Black Amber') etilen üretimi, solunum hızı, biyoaktif bileşik kapsamı ve diğer fiziko-kimyasal parametreler üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada tüm ağaçlara, her çeşit için ayrı ayrı ve ticari derim zamanından iki hafta önce MeJA (0 ve 2240 mg L^{-1}) çözeltisi püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Kontrollere göre uygulama yapılan ağaçlarda verim daha yüksek olmuştur. Meyvelerin kütlesi ve ortalama çapı, kontrollerden daha düşük tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda MeJA ile etilen üretimi ve solunum hızı önemli ölçüde artmıştır. MeJA uygulanan meyvelerde, ilk derim tarihi dışında meyve eti sertliği önemli ölçüde korunmuştur. MeJA uygulaması meyvelerin L^* ve h° değerlerini önemli ölçüde azaltmış, SÇKM miktarını önemli ölçüde artırmış ancak TEA miktarında düşüşe yol açmıştır (Kucuker vd. 2014).

Meyve ve sebzelerin olgunlaşma ve yaşlanmasını geciktirmek için soğukta muhafaza yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, uzun süreli soğuk depolamadan sonra meyve aroması belirgin şekilde azalır. ‘Nanguo’ armut çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada, MeJA uygulaması yapılan meyveler soğukta depolanmış ve bu uygulamanın meyvelerin aroma kalitesini etkili bir şekilde iyileştirdiği belirtilmiştir. MeJA’nın soğukta depolanmış armutlarda ester biyosentezini doğrudan teşvik ettiği belirtilmiştir (Luo vd. 2021).

MeJA ve MeSA uygulamalarının domatestede üşüme zararına etkilerini inceleyen Ding vd. (2001), 0.01 mM MeJA buharının üşüme zararını hafiflettiği ve çürüme oranını azalttığını ancak 0.1 mM’den daha yüksek MeSA ve MeJA dozlarında olumsuz etkilerin ortaya çıkabileceğini bildirmişlerdir.

Dilimlenmiş kereviz ve biberde üşüme zararı üzerine MeJA uygulamasının etkisi araştıran Buta ve Moline (1998), bu uygulamanın her iki türde de üşüme zararını engelleyici etki yaptığını vurgulamışlardır.

Üşüme zararının en belirgin olarak görüldüğü meyve türlerinden birisi olan nar meyvelerinde özellikle 5 °C’nin altındaki depolama sıcaklığı, uzun süreli depolamalarda açık şekilde üşüme zararına yol açmaktadır (Erkan ve Dogan 2019). Babalar vd. (2018), nar meyvelerinde de üşüme zararının engellenmesi ve meyve kalitesinin korunması için derim öncesi ve sonrası dönemde 0, 0.1, 0.2 ve 0.3 mM MeJA uygulamış ve meyveleri 4 ±1 °C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında 4 ay depolamışlardır. Çalışmada 0.2 mM MeJA uygulaması, derim sonrası üşüme zararını önemli ölçüde geciktirmiş, bunun yanında elektrolit sızıntısı ve MDA birikimini sırasıyla %54.20 ve %27 oranında artırmıştır. Ayrıca MeJA uygulanan meyvelerde kontrole göre ağırlık kaybı daha düşük buna karşın daha yüksek SÇKM, TEA ve C vitamini kapsamı tespit edilmiştir.

Elbagoury vd. (2021) depolama sırasında 1 mM MeJA + %4’lük kalsiyum klorür uygulamasının ‘Grand Nain’ muz çeşidinde üşüme zararı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Meyveler 10 ± 2 °C ve 14 ± 2 °C sıcaklık ve %85-90 oransal nemde 20 gün depolanmış ve 22 ±2 °C’de olgunlaştırılmıştır. Her iki uygulamanın da depolama sırasında meyvelerdeki üşüme zararını önemli ölçüde azalttığı ve ürünün fenolik bileşik kapsamı ile antioksidan aktivitesini korunmasına yardımcı olduğu belirtilmiştir.

Ayvada meyve eti kararması tüketici tercihlerini etkilemesi ve ürün kayıplarına yol açması nedeniyle depolama sırasında ortaya çıkan en önemli kalite problemlerinden birisidir. Ayvanın kalitesini korumak ve meyve eti kararmasını azaltmak amacıyla çok sayıda derim öncesi ve sonrası uygulama denenmektedir. Özdemir (1993), %1.5 konsantrasyonda Semperfresh™ uygulamasının 0±1 °C sıcaklıkta 6 ay süreyle depolanan ‘Esme’ ayva çeşidi meyvelerinin kontrole göre daha yüksek klorofil içeriğine sahip olduğunu buna karşın daha düşük ağırlık kaybı ve solunum hızı gösterdiğini bildirmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada da derim sonrası üşüme zararına bağlı olarak yenidoğru meyvesinin hücre duvarı modifikasyonu üzerine MeJA’nın etkisi incelenmiştir. Bu amaçla meyveler, 20 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle 10 µM MeJA ile ön işleme tabi tutulmuş ve daha sonra 35 gün boyunca 1 °C sıcaklıkta depolanmıştır. Yenidoğru meyvesinde üşüme zararının meyve etinde kararmalara neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, üşüme zararı meyve eti sertliğini artırmış buna karşılık meyve suyu randımanın

düşmesine de neden olmuştur. Çalışmada MeJA uygulamasının üşüme zararını önemli ölçüde azalttığı belirtilmiştir (Cao vd. 2010).



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu araştırmada ‘Ege 22’ ayva çeşidine ait meyveler kullanılmıştır. Meyveler Antalya/Korkuteli’nde bir üretici bahçesinden sağlanmıştır (şekil 3.1). Meyveler 9 yaşlı ağaçlardan temin edilmiştir. Meyveler Ekim ayında derilmiştir. Derim sonrasında meyvelerin yetiştiricilik aşamasında üşüme zararına uğrayıp uğramadıkları kontrol edilmiştir. Derilen meyveler hızlıca Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Bahçe Bitkileri Bölümü Prof. Dr. Mustafa Pekmezci laboratuvarına getirilmiştir. Burada standart irilikte (ortalama 300 g) ve denemeye uygun olan hastalık ve zararlılardan arı, denemeye uygun olan meyveler seçildikten sonra MeJA uygulamaları yapılmıştır (şekil 3.2).



şekil 3.1. Ayva hasadının yapıldığı meyve bahçesinin görünümü (a) ve meyvelerin hasadı (b)



şekil 3.2. Çalışmada kullanılan ‘Ege 22’ çeşidine ait meyveler

3.2. Metil Jasmonat (MeJA) Uygulamaları

MeJA uygulamaları 1.0, 2.5 ve 5.0 mM olmak üzere 3 farklı dozda yapılmıştır. Bu amaçla meyveler hazırlanan MeJA çözeltilerine 20 °C sıcaklıkta 1 dk süreyle daldırılmıştır. Kontrol uygulaması amacıyla ise meyveler 20 °C sıcaklıktaki saf suya 1 dk süreyle daldırılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Ayvalara MeJA uygulamalarından bir görünüm

3.3. Meyvelerin Depolanması

MeJA uygulamalarından sonra meyveler 0 °C sıcaklık ve %90-95 oransal nemde normal atmosfer koşullarında 135 gün süre ile muhafaza edilmiştir. Ayrıca, meyvelerin manav koşullarındaki dayanma durumlarını belirlemek amacıyla meyveler 20 °C sıcaklık ve %60± 65 oransal nem koşullarında 7 gün süreyle bekletilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Farklı derim sonrası uygulamaları yapılan ayvalarının soğukta muhafazasından görüntüler

3.4. Fiziksel ve Kimyasal Analizler

3.4.1. Ağırlık kaybı

Deneme süresinin başlangıcında, her grup için 120 meyve ağırlık kaybını belirlemek amacıyla teker teker numaralanarak 0.01 g duyarlılıktaki dijital bir terazi (Denver TP-152, Denver Instruments, USA) ile tartılmıştır (Şekil 3.5). Muhafaza süresince meyveler 45'er gün aralıklarla tekrar tartılıp ağırlık kayıpları başlangıç ağırlığının yüzdesi (%) olarak saptanmıştır.



Şekil 3.5. Denemede kullanılan terazi ve ağırlık ölçümlerinden bir görünüm

3.4.2. Suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) miktarı

Denemenin başlangıcında ve muhafaza sırasında farklı uygulama gruplarından 45'er gün aralıklarla alınan meyveler katı meyve sıkacağına sıkılmış ve elde olunan meyve suyu adi filtre kağıdından süzülmüştür. SÇKM miktarı süzüntüden alınan örneğin dijital el refraktometresinde (Milwaukee MA871, Milwaukee Instruments, USA) okunması ile % olarak belirlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Meyve suyu örneğinde SÇKM ölçümü

3.4.3. Titre edilebilir asitlik (TEA) miktarı

TEA belirlemeleri için elde edilen meyve suyu süzöntüsünden alınan 2 mL örnek üzerine 38 mL saf su eklemiştir. Karışım 0.1 N NaOH çözeltisi kullanılarak dijital bir büret (Handy Step 08M53925, Germany) ve bir pH metre (Inolab pH 720, WTW, Germany) yardımıyla 8.1'e kadar titre edilmiştir (Şekil 3.7). Titrasyon işlemi her bir örnek için üç kez tekrarlanmış ve ölçümlerin ortalaması alınarak bir örneğin asitlik içeriği hesaplanmıştır. Sonuçlar % malik asit cinsinden aşağıdaki eşitlik kullanarak hesaplanmıştır (Erkan 1997).

$$\text{Titre edilebilir asitlik (\% malik asit)} = \frac{(V) (F) (E)}{M} \times 100$$

Bu eşitlikte:

V: Harcanan 0,1 N NaOH miktarı (mL)

F: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin normalitesi tam 0,1 değilse, bu F değeri çözeltinin faktörüdür. Çözeltinin normalitesi tam 0.1 ise F = 1'dir.

E: 1 mL 0,1 N NaOH'in eşdeğeri asit miktarı (g) (malik asit sabiti 0,064)

M: Örnek miktarı (mL)



Şekil 3.7. Meyve suyu örneğinde titrasyon asitliği ölçümü

3.4.4. Meyve eti sertliği

Meyve eti sertliği ölçümleri, meyvelerin ekvatorial bölgesinden üç farklı noktada meyve kabuğunun kaldırılmasından sonra el penetrometresi (Effegi Fruit Texture Analyzer, Strand, Italy) yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8). Bu amaçla 11.1 mm çapa sahip bir uç kullanılmış ve sonuçlar Newton (N) olarak ifade edilmiştir.



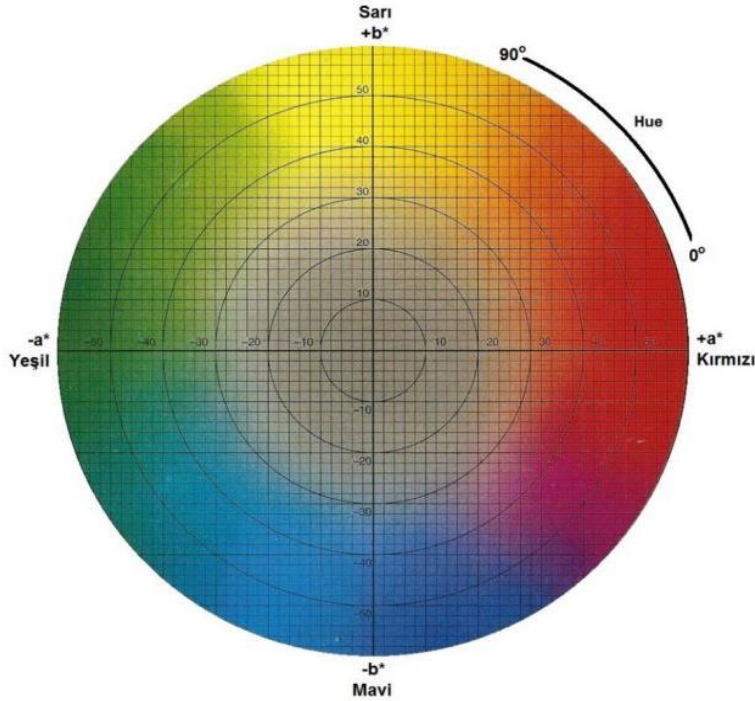
Şekil 3.8. Meyve eti sertliği ölçümlerinden görünüm

3.4.5. Meyve kabuk rengi (L^* , C^* , h°)

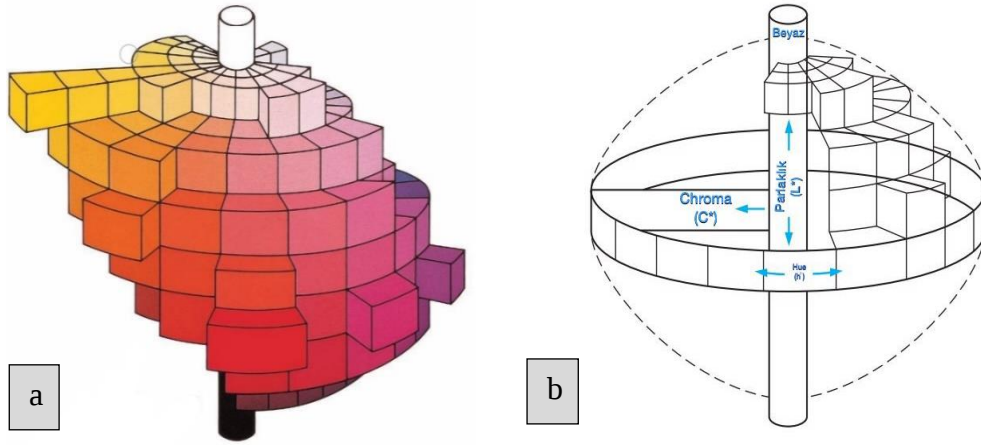
Meyve kabuk renginde meydana gelen değişimler renk ölçüm cihazı (MINOLTA CR-400, MINOLTA Camera Co, LTD Ramsey, NJ) ile belirlenmiştir (Şekil 3.9). Renk ölçümleri meyvelerin ekvatorial bölgesinden meyve örneğinin bütününe temsil edecek şekilde 3 ayrı noktadan gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, parlaklık (lightness, L^*), doygunluk (kroma, C^*) ve renk tonu (açı değeri, Hue açısı, h°) değerleri olarak sunulmuştur (Şekil 3.9-3.11).



Şekil 3.9. Meyvelerin renk ölçümünden görünüm



Şekil 3.10. Renk diyagramı (Precise color communication, Konica Minolta'dan uyarlanmıştır)



Şekil 3.11. Üç boyutlu renk değişimi (a), üç boyutlu C^* , L^* , h° skalası (Precise color communication, Konica Minolta'dan uyarlanmıştır)

3.4.6. Solunum hızı ve etilen üretimi

Muhafaza başlangıcında ve soğukta muhafaza süresince meyve örneklerinin 20 °C'deki solunum hızı ölçülmüştür. Ölçümler Gaz Kromatografisi (GC) cihazı (Thermo Electron S.p.A., Strada Rivoltana, Milan, Italya) ile yapılmıştır. Bu amaçla hacmi ve ağırlığı belirli olan meyveler gaz geçirimsiz 5 L hacme sahip kapalı kavanozlarda 1 saat bekletilmiştir (Şekil 3.10). Bu süre sonunda meyvelerin solunum hızını belirlemek için tepe boşluğundan alınan 1 mL gaz örneği GC'ye enjekte edilmiştir. (Şekil 3.12 ve 13). Etilen üretim miktarının ölçülmesi için aynı tepe boşluğundan 1 mL örnek alınarak Alev İyonizasyon dedektörüne (FID-Flame Ionization Detector) enjekte edilmiştir. Ölçümler sırasında cihazın çalışma koşulları aşağıdaki gibi düzenlenmiştir:

Solunum hızı

Fırın sıcaklığı: 65 °C

Dedektör sıcaklığı: 100 °C

Kolon: 80/100 porapak n, 182.88 cm * 0,635 cm, lot numarası: 32548656-10

Etilen üretimi miktarı:

Fırın sıcaklığı : 90 °C

Dedektör sıcaklığı : 170 °C

Kolon: 80/100 alumina f-1 column, 1 m x 4,7625 mm x 3,7 mm, lot numarası: 32083387-10



Şekil 3.10. GC ile solunum hızı ve etilen üretimi ölçümlerinden görünüm



Şekil 3.11. Solunum hızı ve etilen ölçümleri için kullanılan Gaz kromatografi (GC) cihazı

3.4.7. Meyve eti kararması

Muhafaza süresince 45'er gün aralıklarla alınan meyve örnekleri ekvatorial bölgeden ikiye bölünerek meyve etindeki kararmalar incelenmiştir. Bu amaçla meyvenin en (a) ve boy (b) kesit yüzeyleri ve kararan kesimleri kumpas (Quantus E02. Zhejiang, China) yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.14). Bu veriler oranlanarak kararma oranı % olarak hesaplanmış ve Ding vd. (2001) tarafından belirtilen 0-5 skalası kullanarak aşağıdaki skala değerlerine dönüştürülmüştür. Skalada 0= kararma yok, 1= %1-20 kararma, 2= %21-40 kararma, 3= %41-60 kararma, 4= %61-80 kararma, 5= %81-100 kararma, olacak şekilde ifade edilmiş ve aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Garcia-Pastor vd. 2020).

$$\text{Kararma İndeksi} = \frac{\sum(\text{Toplam kararma puanı}) \times (\text{Toplam kararan meyve sayısı})}{\text{Her tekerrürdeki meyve sayısı}}$$



Şekil 3.12. Meyve eti kararması ölçümlerinden görünüm. En (a) ve boy (b) kararma kesitleri ölçümü

3.4.8. Meyvelerin raf ömürlerinin belirlenmesi

Farklı depolama ortamlarından 45 gün aralıklarla alınan meyvelerin manav koşullarındaki dayanma durumlarının belirlenebilmesi için meyveler 20 °C sıcaklık ve %60-65 oransal nem koşullarında 7 gün süreyle bekletilmiştir. Bu meyvelerde de soğukta depolama sırasında yapılan fiziksel ve kimyasal analizler 7. gün sonunda tekrarlanmıştır.

3.4.9. İstatistiksel değerlendirme

Deneme “Tesadüf Parselleri” deneme desenine göre planlanmıştır. Çalışmalar 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 meyve kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Elde olunan verilere uygulanan tüm istatistiksel analizler, SAS (sürüm 9.0) istatistik paket programında $P \leq 0.05$ hata düzeyinde yapılmıştır. Varyasyon kaynaklarına ait ortalamaların karşılaştırılmasında LSD testi ($P \leq 0.05$) kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Ağırlık Kaybı

Farklı dozlarda MeJA uygulamalarının ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, en yüksek ağırlık kaybı aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan kontrol (%2.17) ve 5 mM MeJA uygulamalarında (%2.25), en düşük ağırlık kaybı ise yine aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 1.0 mM (%1.97) ve 2.5 mM MeJA (%2.00) uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Farklı muhafaza sürelerinin ortalama ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafazanın 45. gününde ortalama %1.04 olan ağırlık kaybı, 90. günde %2.14 ve 135. gün sonunda da %3.12 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Farklı MeJA dozları ve muhafaza süresi interaksiyonunun ‘Ege 22’ ayva çeşidinin ortalama ağırlık kaybı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada en düşük ağırlık kaybı aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 45 gün depolanan tüm uygulamalarda, en yüksek ağırlık kaybı ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 135 gün depolanan kontrol (%3.24) ve 5 mM MeJA (%3.34) uygulanan grupta saptanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)			Ort. (Uyg.)
	45	90	135	
Kontrol	1.06 e	2.22 c	3.24 a	2.17 A¹
1.0 mM	0.98 e	1.98 d	2.97 b	1.97 B
2.5 mM	1.01 e	2.07 cd	2.93 b	2.00 B
5.0 mM	1.12 e	2.28 c	3.34 a	2.25 A
Ort. (Muh. Sür.)	1.04 C	2.14 B	3.12 A	
LSD_{5%}	Uyg.; 0.1124 Muh. Sür.; 0.0974 Muh. Sür.*Uyg.; 0.1947			

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Farklı MeJA dozları ve depolama sürelerinin soğukta depolamaya ek olarak manav koşullarında bekletilen ‘Ege 22’ ayva çeşidinin ağırlık kaybı üzerine etkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

MeJA uygulamalarının ‘Ege 22’ ayva çeşidinin ortalama ağırlık kayıpları üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada, en yüksek ağırlık kaybı aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan kontrol (%3.52) ve 5.0 mM MeJA (%3.48), en düşük ağırlık kaybı ise 1.0 mM MeJA uygulamasında (%2.87) belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Farklı muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinin ortalama ağırlık kaybı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmamızda 45+7. günde

ortalama %1.73 olan ağırlık kaybı, 90+7. günde %3.34 ve 135+7. günde ise %4.76 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2).

Farklı MeJA dozları ve muhafaza süresi interaksyonunun meyvelerin ağırlık kaybı üzerine etkisi incelendiğinde; en düşük ağırlık kaybı aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 45+7 gün depolanan tüm uygulamalarda, en yüksek ağırlık kaybı ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 135+7 gün depolanan kontrol (%5.13) ve 5.0 mM MeJA (%5.36) grubunda kaydedilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde ağırlık kaybı (%) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)			Ort. (Uyg.)
	45+7	90+7	135+7	
Kontrol	1.76 f	3.67 cd	5.13a	3.52A¹
1.0 mM	1.68 f	3.01 e	3.92c	2.87C
2.5 mM	1.77 f	3.36 de	4.64b	3.26B
5.0 mM	1.73 f	3.34 de	5.36a	3.48A
Ort. (Muh. Sür.)	1.73C	3.34 B	4.76A	
LSD_{%5}	Uyg.; 0.207	Muh. Sür.; 0.1739	Muh. Sür.*Uyg.; 0.3585	

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Ayvada saptanan ağırlık kaybı miktarı hem soğukta depolama hem de manav koşulları süresinin uzaması ile birlikte artış göstermiştir. Meyvelerde meydana gelen ağırlık kaybının büyük bir kısmı meyvelerin bünyelerinde bulunan suyun transpirasyonla dışarı atılması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Türk vd. 2017). Ağırlık kaybı, hücreler arası hava boşluğu ile ürünü çevreleyen ortamdaki oransal nem düzeyi arasındaki farklılıktan ve metabolik solunum süreçlerinden kaynaklanmaktadır (Joo vd. 2011). Benzer artış Ghafir vd. (2009) tarafından elmada da tespit edilmiş ve ağırlık kaybının ürünlerdeki su kaybı ve solunum nedeniyle oluştuğuna değinilmiştir. Meyvelerde ağırlık kaybı görsel kalite yanısıra yumuşamada da etkili olmaktadır (Tu vd. 2000). Çalışmamızda soğukta depolamada 1.0 ve 2.5 mM MeJA uygulaması ağırlık kaybını engellemede etkili iken manav koşullarında 1.0 mM daha etkili bulunmuştur. ‘Queen’ ananas çeşidi üzerinde yapılan bir çalışmada da MeJA uygulamasının kontrole göre ağırlık kaybını azalttığı bildirilmiştir. Nitekim, depolamanın 20. gününde kontrol meyvelerinde ağırlık kaybı %6.0, MeJA uygulanan meyvelerde ise %4.8 olarak tespit edilmiştir (Boonyarittongchai vd. 2017).

4.2. Suda Çözünabilir Kuru Madde (SÇKM) Miktarı

Farklı MeJA dozları ve muhafaza sürelerinin soğukta depolama boyunca ‘Ege 22’ ayva çeşidinin SÇKM miktarı üzerine etkileri Çizelge 4.3’te verilmiştir. Farklı dozlarda MeJA uygulamasının meyvelerin ortalama SÇKM miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. SÇKM kapsamına dair elde olunan sonuçlar birbirine çok yakın olup %12.18 ile %12.37 değerleri arasında değişmiştir (Çizelge 4.3).

Farklı depolama sürelerinin meyvelerin ortalama SÇKM miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Muhafaza boyunca SÇKM miktarında düşüş gözlenmiş ve derim zamanında ortalama %12.93 olan SÇKM miktarı, 45. günde %12.48, 90. günde %12.14 ve 135. günde de %11.49 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.3).

Farklı MeJA dozları ve muhafaza süresi interaksyonunun meyvelerin miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmada en düşük SÇKM miktarı aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 135. gün örneklerinde, en yüksek SÇKM miktarı ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 90. gün örneklerinde sırasıyla 5.0 mM ve 1.0 mM uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde SÇKM (%) miktarı üzerine etkisi

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45	90	135	
Kontrol	12.93 a ¹	12.73 ab	11.67 df	11.37 ef	12.18²
1.0 mM	12.93 a	12.40 ac	12.37 ad	11.07 f	12.19
2.5 mM	12.93 a	12.67 ab	12.03 be	11.83 cf	12.37
5.0 mM	12.93 a	12.10 be	12.50 ac ²	11.70 df	12.31
Ort. (Muh. Sür.)	12.93 A	12.48 B	12.14 B	11.49 C	
LSD%₅ Uyg.; Ö.D.	Muh. Sür.; 0.3473 Muh. Sür.*Uyg.; 0.6945				

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Farklı MeJA dozları ve depolama sürelerinin soğukta depolamaya ek olarak manav koşullarında tutulan ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin ortalama SÇKM miktarı üzerine etkileri çizelge 4.4’te verilmiştir.

MeJA uygulamalarının meyvelerin ortalama SÇKM miktarı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ($P > 0.05$) ve bu değerler %10.37 (kontrol) ile %10.60 (2.5 mM MeJA) arasında değişmiştir (Çizelge 4.4).

Farklı muhafaza sürelerinin meyvelerin SÇKM kapsamı üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.05$) bulunmuştur. Çalışmamızda 45+7. günde ortalama %12.70 olan SÇKM miktarı, 90+7. günde %11.45 ve 135+7. günde ise %4.94 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Farklı MeJA dozları ve depolama süresi interaksyonları meyvelerin ortalama SÇKM miktarını istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). En düşük SÇKM miktarı aralarında istatistiksel farklılık bulunan 135+7 gün örneklerinde ile 5.0 mM ve 1.0 mM uygulamalarda, en yüksek SÇKM miktarı ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 45+7 gün örneklerinde tüm uygulamalarda ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.4).

Çalışmada muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak ayvaların SÇKM miktarı düşüş göstermiştir. Bu düşüş daha önce ayvada Çalhan ve Koyuncu (2018) tarafından da belirtilmiştir. Hem soğukta depolama sürecinde hemde manav koşullarında uygulamalar arasında istatistiksel farklılık tespit edilememiştir. Zapata vd. (2014)

tarafından yapılan çalışmada da derimden önce farklı dozlarda MeJA uygulanan iki farklı erik çeşidi meyvelerinde de soğuk muhafaza sonunda kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir farklılık belirlenememiştir. Yapılan başka bir çalışmada da, MeJA uygulamasının Çin koca yemişinin SÇKM miktarı üzerine önemli bir etki göstermediği tespit edilmiştir (Wang vd. 2009).

Çizelge 4.4. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde SÇKM (%) miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0+7	45+7	90+7	135+7	
Kontrol	12.93 ab ¹	12.23 ac	11.50 c	5.27 d	10.48²
1 mM	12.93 ab	13.00 a	11.40 c	4.13 e	10.37
2.5 mM	12.93 ab	12.80 ab	11.13 c	5.53 d	10.60
5 mM	12.93 ab	12.77 ab	11.77 bc	4.83 de	10.58
Ort. (Muh. Sür.)	12.93 a	12.70 a	11.45 b	4.94 c	
LSD% ₅ Uyg.; Ö.D. Muh. Sür.; 0.5312 Muh. Sür.*Uyg.; 1.0625					

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

4.3. Titre Edilebilir Asitlik (TEA) Miktarı

Farklı dozlarda MeJA uygulamaları, ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin TEA düzeyini istatistiksel olarak etkilememiştir ($P > 0.05$) (Çizelge 4.5). Sonuçlar birbirine oldukça yakın olup 2.5 mM MeJA, 1.0 mM MeJA, kontrol ve 5.0 mM uygulamalarında meyvelerin TEA kapsamı sırasıyla %0.61, %0.59, %0.58 ve %0.56 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde TEA (% malik asit) miktarı üzerine etkisi

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45	90	135	
Kontrol	1.33a ¹	0.52bc	0.31d	0.17e	0.58²
1.0 mM	1.33a	0.56b	0.32d	0.16e	0.59
2.5 mM	1.33a	0.59b	0.36d	0.15e	0.61
5.0 mM	1.33a	0.40cd	0.38cd	0.15e	0.56
Ort. (Muh. Sür.)	1.33A	0.52B	0.34C	0.16D	
LSD% ₅ Uyg.; Ö.D. Muh. Sür.; 0.0689 Muh. Sür.*Uyg.; 0.1379					

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Farklı depolama süreleri meyvelerde ölçülen TEA miktarını istatistiksel olarak etkilememiştir ($P \leq 0.05$). Muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak ayvaların TEA

miktarı düşmüştür. Derim zamanında ortalama %1.33 bu parametre değeri, 45. günde %0.52, 90. günde %0.34 ve 135. günde ise %0.16 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5).

MeJA dozları ve muhafaza süresi interaksyonları meyvelerin TEA kapsamını istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Denemede en düşük TEA miktarı 135. gün de aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan tüm uygulamalarda, en yüksek TEA miktarı ise depolama başlangıcında tüm uygulamalarda belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Soğukta depolamaya ek olarak manav koşullarında tutulan meyvelerde MeJA uygulamalarının meyvelerin TEA kapsamı üzerine etkileri Çizelge 4.6'da verilmiştir. MeJA uygulamaları meyvelerin TEA kapsamını önemli düzeyde etkilememiş ($P > 0.05$) ancak depolama sürelerinin bu parametre değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Muhafaza süresinin başlangıcında %1.33 olan ortalama TEA miktarı, 45+7. günde %0.47, 90+7. günde %0.26 ve 135+7. günde ise %0.19 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çalışmamızda MeJA uygulamaları ve muhafaza süresi interaksyonları meyvelerin manav sürecindeki TEA kapsamını istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Muhafaza süresi başlangıcında tüm uygulamalarda en yüksek TEA kapsamı (%1.33) belirlenmiş ve uygulamalar arasında farklılık gözlenmemiştir. Meyvelerdeki en düşük TEA kapsamı ise 90+7 ve 135+7. gün örneklerinde belirlenmiş ve bu değerler %0.17 ile %0.28 sınırlarında değişmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinin TEA (% malik asit) miktarı üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45+7	90+7	135+7	
Kontrol	1.33a ¹	0.46b	0.26cd	0.21cd	0.56²
1.0 mM	1.33a	0.44b	0.28c	0.20cd	0.56
2.5 mM	1.33a	0.51b	0.25cd	0.17d	0.56
5.0 mM	1.33a	0.48b	0.25cd	0.18cd	0.56
Ort. (Muh. Sür.)	1.33A	0.47B	0.26C	0.19D	
LSD_{5%}	Uyg.; Ö.D. Muh. Sür.; 0.049 Muh. Sür.*Uyg.; 0.098				

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

SÇKM miktarına benzer şekilde ayvaların TEA miktarında da muhafaza süresince düşüş meydana gelmiştir. Ancak gerek soğukta depolama ve gerekse manav koşullarında bekletme süreleri sonunda uygulamalar arasında istatistiksel farklılık tespit edilememiştir. Benzer durum MeJA uygulaması yapılan ve 0 °C sıcaklıkta 12 gün süreyle depolanan Çin koca yemişinde de gözlenmiştir (Wang vd. 2009). González-Aguilar vd. (2000), mango meyvelerinde farklı MeJA dozlarının TEA miktarı üzerine etkilerinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Zhang vd. (2009) de armutlarda farklı MeJA uygulamaları ile kontrol grubu istatistiksel olarak bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir.

4.4. Meyve Eti Sertliği

MeJA uygulamalarının ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin meyve eti sertliği üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Çalışmamızda uygulamalar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamakla birlikte en yüksek meyve eti sertliği 2.5 mM MeJA uygulanan meyvelerde (107.33 N), en düşük değer ise kontrollerde (95.45 N) tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Muhafaza süreleri meyvelerin sertlik değerlerini istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Muhafaza süresince meyve eti sertliği değerler düşüş göstermiş ve derim zamanında ortalama 116.73 N olan bu parametre değeri 45. günde 118.31 N ve 90. günde 97.93 N ve 135. günde de 78.00 N’a gerilemiştir (Çizelge 4.7).

MeJA uygulamaları ve muhafaza süresi interaksyonları da meyvelerin sertlik değerleri üzerinde istatistiksel düzeyde etkili bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Çalışmada en düşük değer aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 135. gün örneklerinde, en yüksek değer ise 0. gün ve 45. gün örneklerinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45	90	135	
Kontrol	116.73 a	110.53 ab	85.33 de	69.20 f	95.45 B¹
1.0 mM	116.73 a	120.93 a	101.60 bc	82.07 ef	105.33 A
2.5 mM	116.73 a	121.10 a	108.49 ac	82.46 ef	107.19 A
5.0 mM	116.73 a	120.68 a	96.29 cd	78.27 ef	102.99 A
Ort. (Muh. Sür.)	116.73 A	118.31 A	97.93B	78.00C	
LSD_{5%}	Uyg.;6.3438 Muh. Sür.; 6.3438 Muh. Sür.*Uyg.;12.688				

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Farklı MeJA uygulaması ve muhafaza sürelerinin soğukta depolamaya ek olarak manav koşullarında bekletme sonunda ‘Ege 22’ ayva çeşidinin meyve eti sertliğine etkileri Çizelge 4.8’de sunulmuştur.

MeJA uygulamaları meyvelerin raf ömrü süreçlerindeki sertlik değerlerini istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Çalışmada, en yüksek değer 99.05 N ile 1.0 mM MeJA, en düşük değerler ise kontrol (92.94 N) ile aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan 5.0 mM MeJA (89.98 N) uygulamasındabelirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Raf ömrü süreçleri, meyvelerin meyve eti sertliği değerlerini istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Depolama başlangıcında 116.73 N olarak belirlenen ortalama meyve eti sertliği değeri, raf ömrü süreçlerinin ilerlemesine paralel olarak düşüş göstermiş ve en düşük depolama sonu olan 135+7. günde 72.33 N olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.8).

Meyvelerin meyve eti sertliği değerleri raf ömrü süreçlerinde MeJA uygulamaları muhafaza süresi interaksyonlarına bağlı olarak değişmiştir ($P \leq 0.05$). Genel olarak en yüksek değerler 0. gün ve 45+7. gün örneklerinde en düşük değerler ise 135+7. gün örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde meyve eti sertliği (N) üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45+7	90+7	135+7	
Kontrol	116.73 a	105.10 b	80.21 d	69.72 ef	92.94 BC¹
1.0 mM	116.73 a	112.11 ab	89.17 c	78.19 de	99.05 A
2.5 mM	116.73 a	111.24 ab	78.75 de	74.13 df	95.21 AB
5.0 mM	116.73 a	104.53 b	71.39 df	67.26 f	89.98 C
Ort. (Muh. Sür.)	116.73 A	108.25 B	79.88 C	72.33 D	
LSD_{%5}	Uyg.; 4.230		Muh. Sür.; 4.2308		Muh. Sür.*Uyg.; 8.4616

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$)

Depolama süresince ayvaların meyve eti sertliği tüm uygulamalarda düşüş göstermiştir. Benzer durum MeJA uygulaması yapılan ve 9 gün depolanan eriklerde de gözlenmiştir (Díaz vd. 2009) Muhafaza ve depolama süresi sonunda ise en çok sertlik kaybı kontrol grubunda belirlenmiştir. Soğukta depolamada MeJA uygulamaları arasında istatistiksel farklılık bulunmazken, manav koşullarında ise 1.0 ve 2.5 mM MeJA uygulamalarının meyve eti sertliğinin korunumu üzerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Armutta MeJA uygulamalarının meyve eti sertliğini korumada daha etkili bir uygulama olduğuna Zhang vd. (2009) tarafından da değinilmiştir. González-Aguilar vd. (2000) tarafından mangoda yapılan çalışmada MeJA uygulamalarının sertlik kaybını engellediği ifade edilmiştir. Şeftalide yapılmış bir çalışmada derimden önce MeJA’nın hücre duvarını parçalayan enzimlerin ekspresyonunu azalttığı belirtilmiştir (Ziosi vd. 2008). Zapata vd. (2014) ise, erikte 0.5 veya 1.0 mM MeJA uygulamasının derim sonrası olgunlaşma ve yumuşamayı yavaşlatma da etkili olduğunu bildirmiştir.

4.5. Meyve Kabuk Rengi

4.5.1. Parlaklık (L^*)

MeJA uygulamaları ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin L^* değerleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). En yüksek L^* değeri 1.0 mM MeJA grubundaki meyvelerde (81.24), en düşük değer ise kontrollerde (72.20) tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Muhafaza süreleri meyvelerde ölçülen ortalama L^* değerlerini istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Muhafaza süresinin ilerlemesine paralel olarak meyve kabuğu L^* değerleri düşmüş ve depolama başlangıcında ortalama 82.88 olan L^* değeri, muhafazanın depolama sonu olan 135. günde 70.23 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.9).

MeJA uygulamaları ve muhafaza süresi interaksyonları da meyvelerin ortalama L^* değerleri üzerinde istatistiksel düzeyde etkili olmuştur ($P \leq 0.05$). Çalışmamızda en düşük değer kontrol grubunda 135. günde (62.84), en yüksek değer ise depolama başlangıcında aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan tüm uygulamalarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde L^* değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45	90	135	
Kontrol	82.76 ab	73.55 fg	69.66 h	62.84 i	72.20 D¹
1.0 Mm	85.70 a	81.78 bc	79.72 cd	77.78 de	81.24 A
2.5 mM	84.96 a	77.44 de	76.82 de	70.77 gh	77.50 B
5.0 mM	80.09d a	78.27 de	76.06 ef	69.55 h	75.49 C
Ort. (Muh. Sür.)	82.88 A	77.76 B	75.57 C	70.23 D	
LSD%₅	Uyg.; 1.4278 Muh. Sür.; 1.4278 Muh. Sür.*Uyg.; 2.8556				

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

MeJA uygulamaları, meyvelerin raf ömrü süreçlerindeki L^* değerlerini istatistiksel düzeyde etkilemiş ($P \leq 0.05$) ve en yüksek ortalama değer 78.90 olarak 1 mM MeJA grubu meyvelerinde belirlenmiştir. En düşük ortalama değerler ise kontrol (70.85) ve 5.0 mM MeJA (72.77) gruplarında ölçülmüştür (Çizelge 4.10).

Raf ömrü süreçlerinin ilerlemesine paralel olarak meyvelerin L^* değerlerinde istatistiksel düzeyde önemli düşüş gözlenmiştir ($P \leq 0.05$). Muhafaza süresinin başlangıcında 83.88 olan ortalama L^* değeri, 45+7. günde 77.54, 90+7. günde 72.39 ve 135+7. günde ise 65.10’a gerilemiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde L^* değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza Süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45+7	90+7	135+7	
Kontrol	82.76 ab	72.33 e	67.00 f	61.32 g	70.85 C¹
1.0 mM	85.70 a	80.29 bc	77.49 cd	72.13 e	78.90 A
2.5 mM	84.96 a	78.85 bc	73.14 de	64.59 fg	75.39 B
5.0 mM	81.09 ab	78.69 bc	71.94 e	62.35 g	72.77 C
Ort. (Muh. Sür.)	83.88 A	77.54 B	72.39 C	65.10 D	
LSD%₅	Uyg.; 2.2023 Muh. Sür.; 2.2023 Muh.Sür.*Uyg.; 4.4046				

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

MeJA uygulamaları ve muhafaza süresi interaksyonları meyvelerin L^* değerlerini raf ömrü süreçlerinde istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$).

Çalışmamızda en yüksek değerler depolama başlangıcında tüm gruplarda, en düşük değerler ise 135+7. gün örneklerinde kontrol (61.32), 2.5 mM MeJA (64.59) ve 5.0 mM MeJA (62.35) gruplarında kaydedilmiştir (Çizelge 4.10).

Çalışmamızda depolama süresinin uzamasıyla birlikte meyvelerin L^* değerleri düşüş göstermiştir. Ancak, MeJA uygulamaları bu düşüşü engellemede etkili olmuştur. Hem soğukta depolamada hem de manav koşullarında 1.0 mM MeJA uygulaması daha etkili bulunmuştur. MeJA uygulamalarının meyve renklenmesi üzerindeki olumlu etkileri çilek (Perez vd. 1997), şeftali (Janoudi ve Flore 2003), papaya (González-Aguilar vd. 2003), Japon eriği (Kucuker ve Ozturk 2014) ve muz (Elbagoury vd. 2020) meyvelerinde de belirtilmiştir.

4.5.2. C^* değeri

MeJA uygulamaları meyvelerin ortalama C^* değerlerinde oluşan değişimi istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Uygulamalar içinde en yüksek değer, aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan 1.0 mM MeJA (61.93) ve 2.5 mM MeJA (61.54) gruplarında, en düşük değer ise aralarında yine istatistiksel olarak fark bulunmayan 5.0 mM MeJA (56.48) ile kontrol (56.90) gruplarında belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Muhafaza süreleri, meyvelerin ortalama C^* değerlerini istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$) ve depolama süresinin ilerlemesi ile bu değerler önce artış sonra düşüş göstermiştir. Depolama başlangıcında ortalama 55.91 olan C^* değeri, 45. günde 60.52, 90. günde 60.83 ve 135. günde de 59.59 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

MeJA dozları ve muhafaza süresi interaksyonları da meyvelerin C^* değerlerindeki değişimi istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Çalışmada en yüksek değerler 135. gün örneklerinde aralarında istatistiksel fark bulunmayan 1.0 mM MeJA (66.35) ve 2.5 mM MeJA (65.45) uygulamalarında, en düşük değerler ise depolama süresi başlangıcında 5.0 MeJA (53.08), 135. gün örneklerinde kontrol (53.63) ve 5.0 mM MeJA (52.92) gruplarında saptanmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde C^* değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45	90	135	
Kontrol	56.33 f	59.05 e	58.60 e	53.63 g	56.90 B¹
1.0 mM	56.18 f	61.50 c	63.67 b	66.35 a	61.93 A
2.5 mM	58.05 e	60.81 cd	61.84 c	65.45 a	61.54 A
5.0 mM	53.08 g	60.73 cd	59.19d e	52.92 g	56.48 B
Ort. (Muh. Sür.)	55.91 C	60.52 A	60.83 A	59.59 B	
LSD_{5%}	Uyg.;0.7954 Muh. Sür.;0.7954 Muh.Sür.*Uyg.; 1.5908				

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Farklı MeJA uygulaması ve muhafaza sürelerinin manav koşulları sürecinde ‘Ege 22’ ayva çeşidinin C^* değerleri üzerine etkileri çizelge 4.12’de verilmiştir.

MeJA uygulamaları meyvelerin ortalama C^* değerlerini raf ömrü süreçlerinde istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$). En yüksek değer aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan 2.5 mM (60.07) ve 1.0 mM (58.68) MeJA uygulamalarında, en düşük değer ise 53.84 ve 54.88 ile sırasıyla aynı istatistiksel grupta yer alan 5.0 mM MeJA ve kontrol uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 4.12).

Farklı muhafaza sürelerinin meyvelerin ortalama C^* değerleri üzerine etkileri raf ömrü süreçlerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Muhafaza süresinin ilerlemesine paralel olarak raf ömrü süreçlerinde C^* değerleri önce artış sonra düşüş göstermiştir. Muhafaza süresinin başlangıcında 55.80 olan bu değer, 45+7. günde 61.85, 90+7. günde 59.03 ve 135+7. günde ise 50.79 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.12).

MeJA uygulamaları ve muhafaza süresi interaksyonları meyvelerin ortalama C^* değerlerini raf ömrü süreçlerinde istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Çalışmamızda en düşük değer 135+7. gün örneklerinde aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan kontrol (46.17) ve 5.0 mM MeJA (43.71) uygulamalarında, en yüksek değer ise 90+7. gün örneklerinde 2.5 mM MeJA (62.33) uygulanan grupta belirlenmiştir. Ancak bu grup değeri ile 0. gün 2.5 mM MeJA, 45+7. gün örnekleri ve 90+7. günde 1 mM MeJA, 135+7. günde 2.5 mM MeJA grubunda ölçülen değerler arasında ortaya çıkan farklılık önemli olmamıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde C^* değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45+7	90+7	135+7	
Kontrol	56.36 bc	61.91 a	55.09 bc	46.17 d	54.88 B¹
1.0 mM	56.18 bc	61.88 a	61.85 a	54.81 bc	58.68 A
2.5 mM	57.97 ab	61.52 a	62.33 a	58.46 a	60.07 A
5.0 mM	52.70 c	62.11 a	56.85 bc	43.71 d	53.84 B
Ort. (Muh. Sür.)	55.80 C	61.85 A	59.03 B	50.79 D	
LSD_{%5}	Uygulama.; 1.9943 Muh. Sür.; 1.9943 Muh. Sür*Uyg.; 3.9885				

¹ LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Meyve kabuğu rengindeki doygunluk durumunu ifade eden C^* değerleri çalışmamızda muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte uygulamalara göre değişmekle birlikte artış ve düşüş göstermiştir. Çalışmada hem soğukta depolama hem de manav koşulları sonrasında, 1.0 ve 2.5 mM MeJA uygulanan meyvelerin C^* değerleri kontrol ve 5.0 mM gruplarına göre daha yüksek bulunmuştur. Oztürk vd. (2013) tarafından yapılan araştırmada da ‘Fuji’ elma çeşidinde MeJA uygulamalarının meyve etinin C^* değerini artırdığı bildirilmiştir. Patlıcanda yapılan bir çalışmada ise C^* değerinde artış gözlemlendiği ve en yüksek C^* değerinin 1.0 mM MeJA uygulamasında, en düşük değer ise 5.0 mM MeJA uygulamasında tespit edilgi belirtilmiştir (Yılmaz ve Çavuşoğlu 2020).

4.5.3. Hue (h°) değeri

MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta depolama boyunca ‘Ege 22’ ayva çeşidinde h° değerleri üzerine etkileri çizelge 4.13’te verilmiştir.

MeJA uygulamaları meyvelerin h° değerlerindeki değişimi istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$). En yüksek değer aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan 1.0 mM MeJA (82.38°) ve kontrol (81.46°) gruplarında, en düşük değer ise aralarında istatistiksel fark bulunmayan 5.0 mM MeJA (80.09°) ve 2.5 mM MeJA (80.85°) gruplarında belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Muhafaza süreleri meyvelerin aç h° değerlerindeki değişimleri de istatistiksel düzeyde etkilemiş ($P \leq 0.05$) ve muhafaza süresinin ilerlemesi ile bu parametre değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Depolama süreci başlangıcında ortalama 99.62° olan h° değeri, 45. günde 78.34° , 90. günde 76.69° ve 135. günde de 70.12° 'e düşmüştür (Çizelge 4.13).

MeJA uygulamaları ve muhafaza süresi interaksyonları da meyvelerin aç h° değerlerini istatistiksel olarak etkilemiştir ($P \leq 0.05$). En düşük değer 135. gün örneklerinde ve aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan 5.0 mM MeJA (68.48°), 2.5 mM MeJA (69.87°) ve kontrol (70.06°) gruplarında, en yüksek değerler ise depolama başlangıcında aralarında istatistiksel fark bulunmayan kontrol (100.53°), 2.5 mM MeJA (100.20°) ve 1.0 mM MeJA (99.83°) gruplarında saptanmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde h° değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45	90	135	
Kontrol	100.53a	78.33cd	76.91de	70.06fg	81.46AB¹
1.0 Mm	99.83ab	79.29c	78.33cd	72.07f	82.38A
2.5 mM	100.20a	77.46ce	75.85e	69.87g	80.85BC
5.0 mM	97.93b	78.26cd	75.69e	68.48g	80.09C
Ort. (Muh.Sür.)	99.62A	78.34B	76.69C	70.12D	
LSD_{5%}	Uyg.; 1.0259	Muh. Sür.; 1.0259	Muh. Sür.*Uyg.; 2.0517		

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Soğukta depolamaya ek olarak +7 gün 20°C sıcaklıkta ve %60-65 oransal nem koşullarında tutulan ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinde, raf ömrü süreçlerinin h° değeri üzerine etkileri çizelge 4.14’te sunulmuştur.

MeJA uygulamalarının ‘Ege 22’ ayva çeşidinde meyve kabuğu h° değerleri üzerine etkileri raf ömrü sürecinde istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P > 0.05$) (Çizelge 4.14). Raf ömrü süreçlerinde meyve kabuğu h° değerleri 100.53° ile 86.21° arasında değişmiştir.

Muhafaza süreleri ise meyve kabuğu h° değerlerini istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Muhafaza süresi uzamasına paralel olarak, meyvelerde raf ömrü süreçlerinde ölçülen h° değerleri düşüş göstermiştir. Söz konusu değerler muhafaza süresi başlangıcında 99.62° , 135+7. günde ise 86.73° olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin ‘Ege 22’ ayva çeşidinde h° değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45+7	90+7	135+7	
Kontrol	100.53 a ¹	95.49 d	88.79 e	86.96 e	92.94²
1.0 Mm	99.83 ab	95.18 d	88.46 e	87.28 e	92.69
2.5 mM	100.20 ab	96.01c d	88.54 e	86.47 e	92.81
5.0 mM	97.93 bc	95.40 d	88.34 e	86.21 e	91.97
Ort. (Muh. Sür.)	99.62 A	95.52 B	88.53 C	86.73 D	
LSD%5 Uyg.; Ö.D. Muh. Sür.; 1.1392 Muh. Sür.*Uyg.; 2.2783					

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksiyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

² Ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli değildir.

MeJA uygulamaları ve muhafaza süresi interaksiyonları, meyve kabuğu h° değerlerinin raf ömrü süreçlerindeki değişimini önemli düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Bu bağlamda en düşük değeri aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 90+7. gün ve 135+7. gün örneklerinde, en yüksek değer ise bütün uygulamalarda derim zamanında belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çalışmada soğukta depolama sonunda kontrol ve 1.0 mM MeJA gruplarında yer alan meyvelerin daha yüksek h° değerine sahip olduğu görülmüş, buna karşılık manav koşullarında bekletme sonrasında uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir. Derimden sonra MeJA uygulamasının renk değişimini olumlu yönde etkilediği daha önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (Martínez-Esplá vd. 2014; Öztürk vd. 2014). MeJA uygulamasının etkinliği uygulama yöntemi, çeşit, doz ve meyvenin olgunluk aşamasına göre farklılık gösterebilmektedir. Elmada, 0.1-10.0 mM MeJA uygulamasının karoten birikimi ve etilen üretimini uyardığı bunun sonucunda da klorofil içeriğini azaltarak renk değişikliklerine neden olabileceği bildirilmiştir (Fan vd. 1998). Muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte ayvaların h° değerleri düşmüştür. Derim öncesi MeJA uygulamasının ‘Black Amber’ ve ‘Fortune’ erik çeşitlerinde depolama sonunda h° değerini olumlu etkilediği belirtilmiştir (Kucuker ve Ozturk 2014).

4.6. Meyve Eti Kararması

MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin soğukta depolama boyunca ‘Ege 22’ ayva çeşidinde meyve eti kararma indeksi üzerine etkileri çizelge 4.15’te sunulmuştur.

Meyve eti kararma indeksi, MeJA uygulamalarından istatistiksel düzeyde etkilenmiştir ($P \leq 0.05$). Çalışmamızda en yüksek meyve eti kararma indeksi aralarında istatistiksel olarak farklılık bulunmayan kontrol (2.06) ve 5.0 mM MeJA (1.92), en düşük değerler ise yine aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan 2.5 mM MeJA (1.40) ve 1.0 mM MeJA (1.49) uygulamalarında saptanmıştır (Çizelge 4.15).

Muhafaza süreleri de meyve eti kararma indeksi değerlerini önemli düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Meyvelerde meyve eti kararması soğuk depolama sürecinde ilk

kez 90. gün örneklerinde ortalama 3.08 olarak belirlenmiş ve 135. gün örneklerinde 3.78'e yükselmiştir (Çizelge 4.15).

MeJA uygulamaları ve muhafaza süresi interaksyonları da bu parametre değerleri üzerinde istatistiksel düzeyde etkili olmuştur ($P \leq 0.05$). Çalışmada 90. gün örneklerinde ilk kez belirlenen meyve eti kararma indeksi en düşük 1 mM MeJA (2.61) ve 2.5 mM MeJA (2.28) uygulamalarında, en yüksek 135. gün örneklerinde kontrol (4.33) ve 5.0 mM MeJA (4.11) gruplarında gözlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. MeJA uygulamaları ve muhafaza sürelerinin 'Ege 22' ayva çeşidinde meyve eti kararma indeksi üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0	45	90	135	
Kontrol	0.00e	0.00e	3.89abc	4.33a	2.06A¹
1.0 mM	0.00e	0.00e	2.61d	3.33c	1.49B
2.5 mM	0.00e	0.00e	2.28d	3.33c	1.40B
5.0 mM	0.00e	0.00e	3.56bc	4.11ab	1.92A
Ort. (Muh. Sür.)	0.00C	0.00C	3.08B	3.78A	
LSD%5	Uyg.; 5.3759		Muh. Sür.; 5.3759		Muh.Sür.*Uyg.; 10753

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

Soğukta depolamaya ek olarak +7 gün 20 °C sıcaklık ve %60-65 oransal nemde manav koşullarında bekletme sonunda 'Ege 22' ayva çeşidinde saptanan meyve eti kararma indeksi değerleri çizelge 4.16'da verilmiştir. MeJA uygulamaları, raf ömrü süreçlerinde meyve eti kararma indeksini istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). Manav koşullarında, en yüksek kararma indeksi aralarında istatistiksel olarak fark bulunmayan kontrol (1.92), 5.0 mM MeJA (1.83) ve 2.5 mM MeJA (1.82) gruplarında yer alan meyvelerde, en düşük değerler ise 1.0 mM MeJA (1.57) uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. MeJA uygulamaları ve raf ömrü süreçlerinin 'Ege 22' ayvada çeşidinde meyve eti kararma indeksi üzerine etkileri

Uygulamalar	Muhafaza süresi (Gün)				Ort. (Uyg.)
	0+7	45+7	90+7	135+7	
Kontrol	0.00e	0.00e	3.61bc	4.06a	1.92A¹
1.0 mM	0.00e	0.00e	2.72d	3.56c	1.57B
2.5 mM	0.00e	0.00e	3.33c	3.94ab	1.82A
5.0 mM	0.00e	0.00e	3.39c	3.94ab	1.83A
Ort. (Muh. Sür.)	0.00C	0.00C	3.26B	3.88A	
LSD%5	Uyg.; 0.1818		Muh. Sür.; 0.1818		Muh.Sür.*Uyg.; 0.3636

¹LSD testine göre farklı harflerle gösterilen ortalamalar ve interaksyonlar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($P \leq 0.05$).

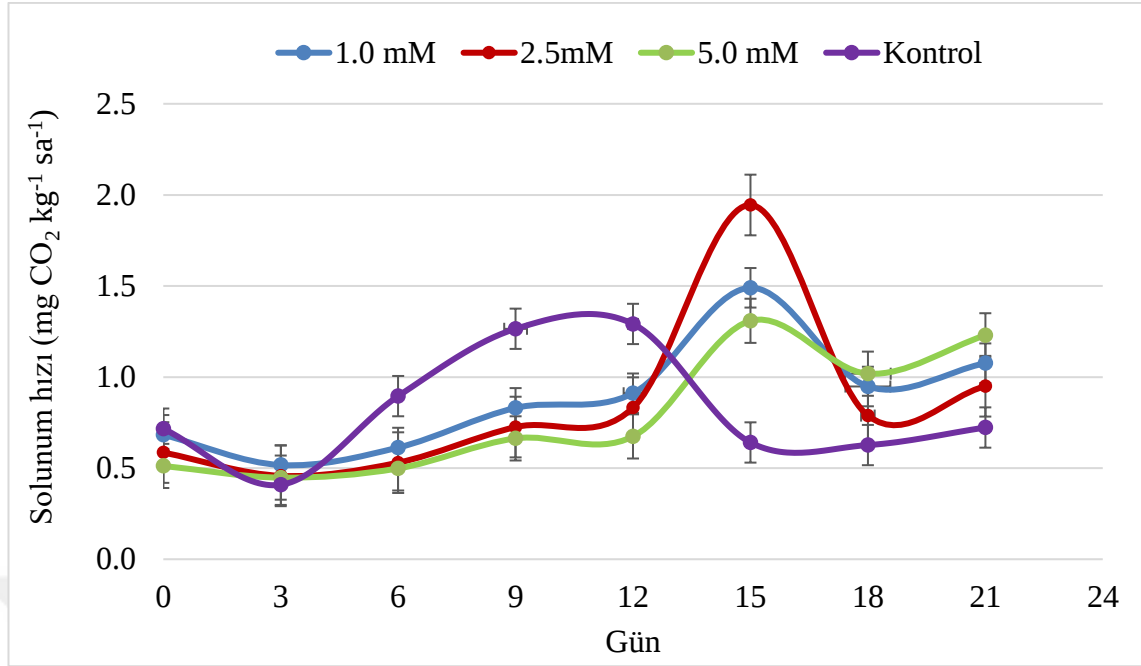
Manav koşullarında, muhafaza sürelerinin ilerlemesi meyve eti kararma indeksi değerlerini istatistiksel olarak etkilemiş ($P \leq 0.05$) ve sürecin ilerlemesi ile bu değerler artış göstermiştir. Meyve eti kararması ilk kez 90+7. gün örneklerinde ortalama 3.26 olarak gözlenmiş, 135+7. günde ise 3.88'e yükselmiştir (Çizelge 4.16).

MeJA uygulamaları ile muhafaza süresi interaksyonları da meyve eti kararma indeksini istatistiksel düzeyde etkilemiştir ($P \leq 0.05$). En düşük kararma indeksi 2.72 olarak 90+7. gün örneklerinde 1 mM MeJA uygulamasında, en yüksek kararma ise 135+7. günde kontrol (4.06), 5.0 mM MeJA (3.94) ve 2.5 mM MeJA (3.94) uygulamalarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Çalışmamızda, meyve eti kararmasının olduğu bölgelerde kararma sadece meyve etinde değil aynı zamanda meyve kabuğunda da oluşmuştur. Bir ürün uzun süre düşük sıcaklıklara maruz kaldığında, yüzey kararmaları, Meyve eti kararmalar ve olgunlaşma bozulmaları gibi üşüme zararları ortaya çıkar (Saltveit ve Morris 1990). Üşüme zararı, lipid peroksidasyonu, fosfolipid ve galaktolipidlerin bozunması yoluyla hücre zarı yapısına zarar verir ve meyvelerde üşüme zararı derim sonrası kayıpları artıran fizyolojik bir bozulma durumudur (Chen vd. 2019; Rui vd. 2010). Bahçe ürünlerinde üşüme zararlarını azaltmak için değişik uygulamalar yapılmıştır. Bunlar arasında en önemlileri, aralıklı ısıtma, koşullandırma, kontrollü atmosfer (KA) ve modifiye atmosferde (MA) depolama, depolama öncesi dönemde belirli maddelerle (etilen, absizik asit, metil jasmonat, salisilik asit, poliaminler ve diğer doğal bileşikler vb.) yapılan uygulamalardır. 'Ege 22' ayva çeşidinde yapılan bu çalışmada MeJA uygulaması, üşüme zararına karşı oldukça etkili bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada gerek soğukta depolanan gerekse mana koşullarında tutulan meyvelerde meyve eti kararması depolamanın 90. gününe değin belirlenememiştir. Depolamanın 90. gününde ise en yüksek kararma oranı 5.0 mM MeJA uygulamasında saptanmıştır. Çalışmamızda hem soğukta depolama hem de manav koşullarında en yüksek meyve eti kararma indeksi kontrol grubunda saptanmıştır. En düşük kararma indeksi ise aralarında istatistiksel fark bulunmayan 1.0 mM MeJA ve 2.5 mM MeJA uygulamalarında tespit edilmiştir.

4.7. Solunum Hızı ve Etilen Üretimi

Çalışmamızda 0 °C sıcaklık ve %90-95 oransal nem koşullarında muhafaza edilen 'Ege 22' çeşidi ayvaların solunum hızları 0 (derim), 90. ve 135. günlerinde ölçülmüş ve sonrasında 20 °C'de bekletilen örnekler 3'er gün aralıklar ile ölçülmeye devam edilerek solunum yükselişleri tespit edilmiştir. Derim zamanında muhafaza sürelerine bağlı olarak saptanan solunum hızı değerleri şekil 4.1'de verilmiştir. Çalışmamızda 'Ege 22' çeşidine ait meyvelerin klimakterik bir solunum eğrisi gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol grubu meyvelerinin solunum hızı depolamanın 12. gününde klimakterik maksimuma ulaşırken, diğer uygulamalarda bu durum 15. gün örneklerinde saptanmıştır. Ayvaların derim zamanında 0.72 mg CO₂ kg⁻¹ sa⁻¹ olan solunum hızları depolamanın 15. gününde kontrol grubunda 0.64 mg CO₂ kg⁻¹ sa⁻¹'e ulaşmıştır. Çalışmamızda 20 °C sıcaklıkta yapılan solunum hızı ölçümlerinde ise 15. günde en yüksek solunum hızı 2.5 mM MeJA (1.94 mg CO₂ kg⁻¹sa⁻¹) grubundaki meyvelerde saptanmış bu uygulamayı 1.0 mM MeJA (1.49 mg CO₂ kg⁻¹ sa⁻¹) ve 5.0 mM MeJA (1.31 mg CO₂ kg⁻¹sa⁻¹) uygulamaları izlemiştir (Şekil 4.1).

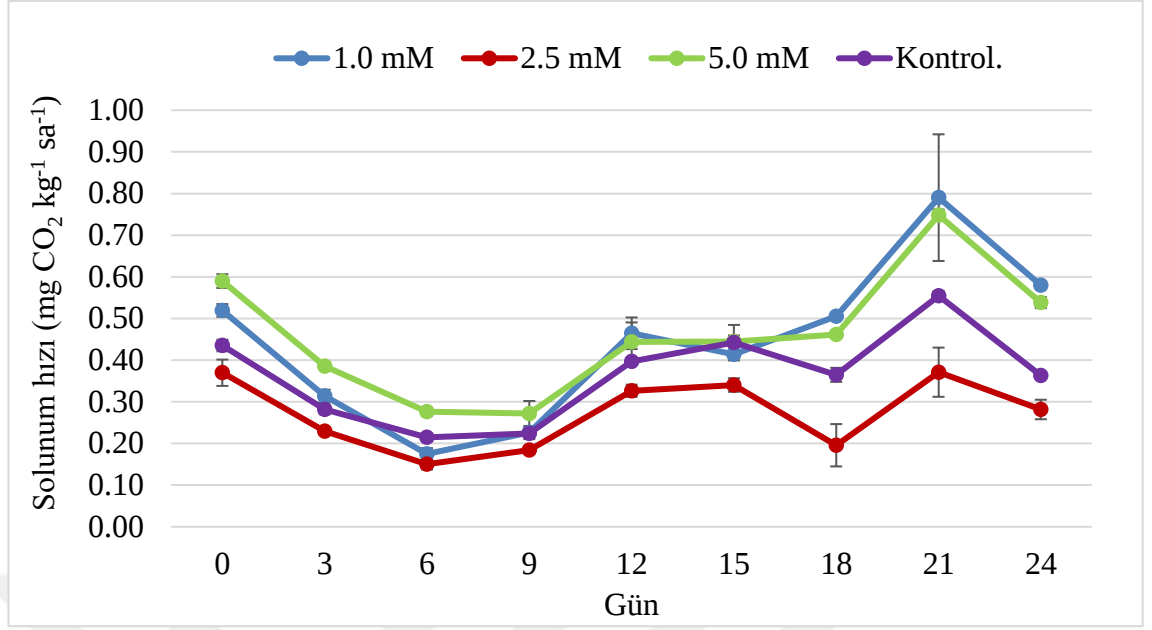


Şekil 4.1. MeJA uygulamalarından sonra depolama başlangıcında ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin solunum hızında ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ sa}^{-1}$) gözlenen değişimler

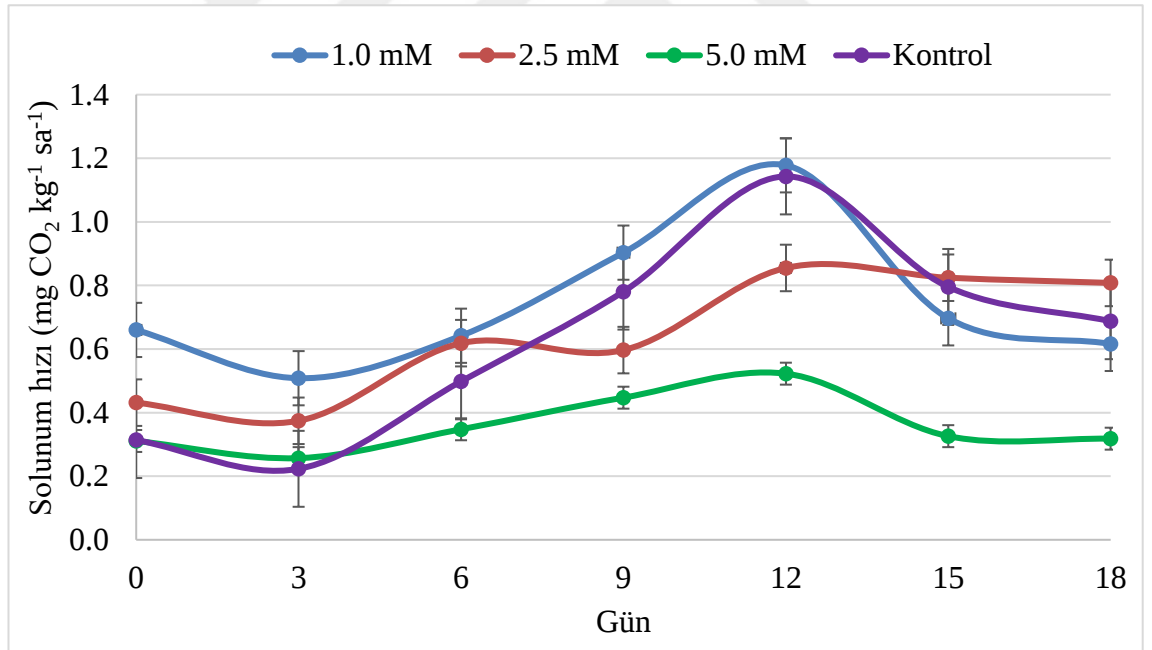
0 °C sıcaklık %90-95 oransal nem koşullarında 90 gün muhafaza edilen meyvelerde 20 °C sıcaklıkta belirlenen solunum hızı eğrileri Şekil 4.2’de sunulmuştur. Buna göre klimakterik maksimum noktası tüm uygulamalarda yer alan meyvelerde 21. günde gerçekleşmiştir. İlerleyen periyotta meyvelerin solunum hızı düşüş göstermiştir. Çalışmamızda 1.0 mM MeJA uygulanan meyveler ölçümlerin 21. gününde $0.79 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ sa}^{-1}$ solunum hızı değeri ile en yüksek solunum hızına ulaşmıştır. Uygulamalar arasında en düşük solunum hızı değeri 2.5 mM MeJA uygulamasında $0.28 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ sa}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.

0 °C sıcaklık %90-95 oransal nem koşullarında 135 gün muhafaza edilen meyvelerde 20 °C sıcaklıkta belirlenen solunum hızı değerleri Şekil 4.3’te gösterilmiştir. Depolamanın 135. gününde yapılan solunum hızı ölçümlerine göre tüm uygulama grupları ölçümlerin 12. gününde klimakterik maksimuma ulaşmıştır.

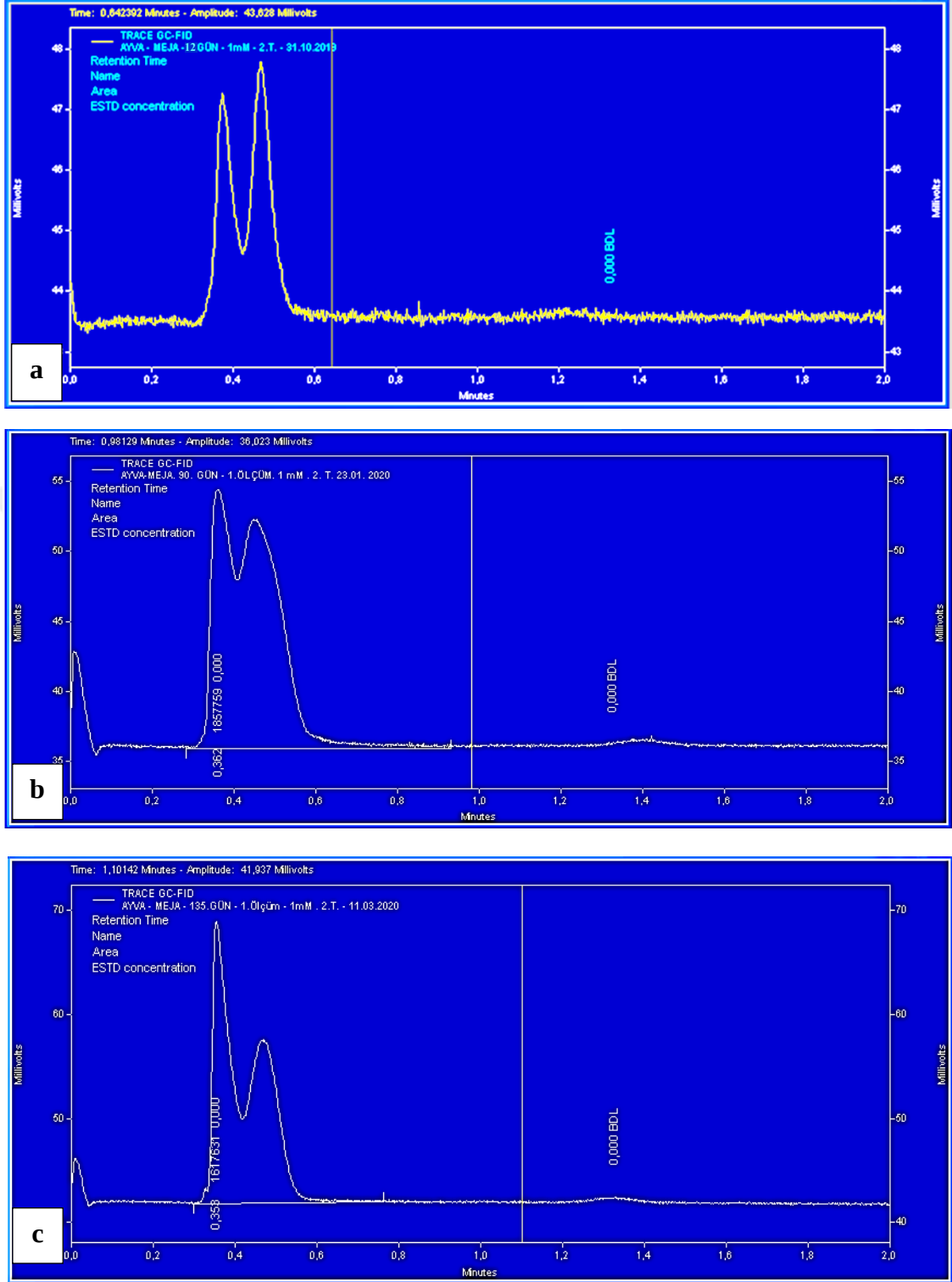
Çalışmamızda ayvalara ait etilen ölçümleri yapılmıştır ancak, etilen üretim miktarlarının çok düşük olması sağlıklı sonuçların hesaplanmasını engellemiştir. Bu nedenle çalışma kapsamında meyvelerin etilen üretimi değerlendirilmemiştir. Buna ait olarak derimden 12 gün sonra (Şekil 4.4.a), 90 gün depolanan ve 12 gün 20 °C bekletilen (Şekil 4.4.b), 135 gün depolanan ve 12 gün 20 °C bekletilen örneklere (Şekil 4.4.c) ait aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 4.2. MeJA uygulamalarından sonra soğuk koşullarda 90 gün depolanan ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin solunum hızında ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ sa}^{-1}$) gözlenen değişimler



Şekil 4.3. Farklı MeJA dozları ve muhafaza sürelerine göre 135 gün depolanan ‘Ege 22’ ayva çeşidinde sapatan solunum hızı ($\text{mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ sa}^{-1}$) miktarları



Şekil 4.4. Farklı MeJA dozları ve muhafaza sürelerine göre derimden 12 gün sonra (a), 90 gün depolanan ve 12 gün 20 °C bekletilen (b) ve 135 gün depolama sonrasında 12 gün 20 °C bekletilen meyvelerin etilen üretim miktarları (c)

5. SONUÇLAR

Bahçe ürünlerinde ağırlık kaybı depolama sırasında meyve kalitesini olumsuz etkileyen en önemli fizyolojik olaylardan birisidir. Soğukta muhafaza edilen ‘Ege 22’ ayva çeşidi meyvelerinin ağırlık kaybı muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte artış göstermiştir. MeJA uygulamalarının etkisi incelendiğinde ise 1.0 mM MeJA ve 2.5 mM MeJA uygulanan meyveler daha düşük ağırlık kaybı göstermiştir. Soğukta muhafazaya ek olarak manav koşullarında bekletme sonrasında ise en düşük ağırlık kaybı 1.0 mM MeJA uygulanan meyvelerde saptanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).

Taze tüketilen meyve ve sebzelerde SÇKM miktarı tüketicilerin satın alımlarını etkileyen önemli kalite kriterlerinden birisidir. Çalışmada ‘Ege 22’ çeşidi ayvaların soğukta muhafaza süresinin uzamasına paralel olarak meyvelerin SÇKM miktarı düşüş göstermiş ancak hem soğuk depolama hem de manav koşullarında bekletme sırasında uygulamalar arasında SÇKM miktarı bakımından istatistiksel farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 4.3 ve 4.4).

Çalışmamızda TEA miktarı, SÇKM miktarına benzer sonuçlar vermiştir. Soğukta depolanan ayvalarda muhafaza süresinin uzamasıyla birlikte TEA miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada hem soğukta depolama hem de manav koşullarında bekletme sırasında TEA miktarı bakımından uygulamalar arasında istatistiksel farklılık belirlenmiştir (Çizelge 4.5 ve 4.6).

Ayvalar için en önemli kalite parametrelerinden birisi de meyve eti sertliğidir. Hem soğukta depolama hem de manav koşullarında bekletme süresi sonunda olgunlaşmaya bağlı olarak meyve eti sertliği düşmüştür (Çizelge 4.7 ve 4.8). Soğukta depolama süresi sonunda MeJA uygulamalarının kontrole göre meyve eti sertliğini korumada daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak MeJA dozları arasında sertlik değerleri bakımından istatistiksel farklılık tespit edilememiştir. Soğukta muhafazaya ek olarak manav koşullarına alınan meyvelerde ise en yüksek meyve eti sertliği 1.0 mM MeJA ve 2.5 mM MeJA uygulamalarında ölçülmüştür (Çizelge 4.7 ve 4.8).

Meyve rengi ayvada tüketici tercihinde etkili olan diğer önemli bir kalite parametresidir. Çalışmamızda meyve kabuk rengi L^* değeri hem soğukta muhafaza hem de manav koşullarında düşüş eğilimi izlemiştir. Soğukta depolama sonunda en yüksek L^* değeri 1.0 mM MeJA uygulamasında, en düşük değer ise kontrol grubunda tespit edilmiştir. Soğukta muhafaza sonrasında manav koşullarında bekletilen ayvalarda ise en yüksek L^* değeri yine 1.0 mM MeJA uygulamasında, en düşük değer ise aralarında istatistiksel farklılık bulunmayan kontrol grubunda ve 5.0 mM MeJA uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 4.9 ve 4.10).

Kabuk rengi C^* değeri hem soğukta muhafaza hem de manav koşullarında bekletme süresince değişkenlik göstermiştir. Manav koşullarında bekletme süresince ise düşüş daha belirginleşmiştir. MeJA uygulamalarının C^* değeri üzerine etkileri incelendiğinde hem soğukta depolamada hem de manav koşullarında 1.0 mM MeJA ve 2.5 mM MeJA uygulamalarında yer alan meyveler daha yüksek değerlere sahip olmuştur (Çizelge 4.11 ve 4.12).

Kabuk rengi h° değeri hem soğukta muhafaza hem de manav koşullarında düşüş

göstermiştir. Soğukta muhafaza süresi sonunda en yüksek h° değeri kontrol ve 1.0 mM MeJA uygulamalarında tespit edilmiştir. Buna karşılık manav koşullarında ise uygulamalar arasında istatistiksel bir farklılık saptanamamıştır (Çizelge 4.13 ve 4.14).

Çalışmada soğukta depolama sürecinde 1.0 mM MeJA ve 2.5 mM MeJA uygulaması yapılan meyvelerde daha düşük meyve eti kararma indeksi saptanmıştır. Manav koşullarında ise 1.0 mM MeJA dozu meyve eti kararmasının engellenmesinde en etkili doz olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.15 ve 4.16).

Çalışmamızda ayva meyvelerinde yapılan solunum ölçümlerinde bu meyve türünün tipik bir klimakterik solunum eğrisi gösterdiği belirlenmiştir. Depolama öncesi yapılan MeJA uygulamaları, depolama süresine ve uygulama dozuna bağlı olarak farklılıklar göstermiştir.

Çalışmamızdan elde edilen tüm bulgular dikkate alındığında 0 °C sıcaklık ve %90 $\pm$ 5 oransal nem koşullarında 135 gün depolanan 'Ege 22' ayva çeşidine ait meyveler için 1.0 mM MeJA dozunun en etkili doz olduğu ve bu uygulama grubundaki meyvelerin kalitelerini daha uzun süre korudukları sonucuna varılmıştır. Ayvada depolama sırasında ortaya çıkan ve önemli bir kalite sorunu olan meyve eti kararmasının önlenmesi konusunda farklı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Anonim 1: <http://www.tuik.gov.tr> (Son erişim tarihi: 20.06.2022).
- Anonymous 1: FAO, 2022. Quince Production, FAO Statistics Division (FAOSTAT-Trade). <http://faostat.fao.org>. (Son erişim tarihi: 21.06.2022).
- Babalar, M., Pirzad, F., Askari Sarcheshmeh, M.A., Talaei, A. and Lessani, H. 2018. Amelioration of chilling injury and improvement of antioxidants in pomegranate by pre and postharvest methyljasmonate application. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 49 (2): 335-349.
- Barman, K.A.L.Y.A.N., Ahmad, M.S. and Siddiqui, M.W. 2015. Factors affecting the quality of fruits and vegetables: Recent understandings In: Postharvest biology and technology of horticultural crops: Principles and practices for quality maintenance, Apple Academic Press, New York, pp. 1-50.
- Brunn, S.D. 1963. A cultural plant geography of the quince. *The Professional Geographer*, 15 (5): 16-18.
- Boonyaritthongchai, P. and Supapvanich, S. 2017. Effects of methyl jasmonate on physicochemical qualities and internal browning of 'queen' pineapple fruit during cold storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 58 (5): 479-487.
- Buta, J.G. and Moline, H.E., 1998. Methyl jasmonate extends shelf life and reduces microbial contamination of fresh-cut celery and peppers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (4): 1253-1256.
- Cantwell, M. 2002. Summary table of optimal handling conditions for fresh produce. *Postharvest technology of horticultural crops*, (3): 511-518.
- Cao, S., Zheng, Y., Wang, K., Jin, P. and Rui, H. 2010. Methyl jasmonate reduces chilling injury and enhances antioxidant enzyme activity in postharvest loquat fruit. *Food Chemistry*, 115 (4): 1458-1463.
- Curtis, R.W. 1984. Abscission-inducing properties of methyl jasmonate, ABA, and ABA-methyl ester and their interactions with ethephon, AgNO₃, and malformin. *Journal of Plant Growth Regulation*, 3 (1): 157-168.
- Chen, M., Guo, H., Chen, S., Li, T., Li, M., Rashid, A., Xu, C. and Wang, K. 2019. Methyl jasmonate promotes phospholipid remodeling and jasmonic acid signaling to alleviate chilling injury in peach fruit. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67 (35): 9958-9966.
- Chen, P.M. 2004. Quince, USDA Agriculture Handbook. Erişim Tarihi: 29.03.2016. <http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/117quince.pdf>
- Chen, L., Pan, Y., Li, H., Jia, X., Luo, J. and Li, X. 2021. Methyl jasmonate alleviates chilling injury and keeps intact pericarp structure of pomegranate during low temperature storage. *Food Science and Technology International*, 27 (1): 22-31.
- Çalhan, Ö. ve Koyuncu, A. M. 2015. "Ayvanın Depolanması", *Tarım Gündem*, 29: 66.
- Çalhan, Ö. ve Koyuncu, M.A. 2018. Eşme Ayva (*Cydonia oblonga* Mill.) Çeşidinde Optimum Derim Tarihini Belirlemek İçin Uygun Kriterlerin Seçimi. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (2): 215-225.

- Debner, H.G., Blacker, K.J., Redding, B.J., Watkins, J.B. 1980. Handling and Storage Practices for Fruit and Vegetables. Australian United Fresh Fruit and Vegetable Association: Product Section, Australia, 507 s.
- Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guillén, F. Martínez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M. and Valero, D. 2009. Changes in hydrophilic and lipophilic antioxidant activity and related bioactive compounds during postharvest storage of yellow and purple plum cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 51 (3), pp. 354-363.
- Ding, C.K., Wang, C.Y., Gross, K.C. and Smith, D.L. 2001. Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. *Plant Science*, 161 (6):1153-1159.
- Durmuş, E. ve Yiğit, A. 2003. Türkiye'nin meyve üretim yöreleri. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13 (2): 23-54.
- Elbagoury, M.M. 2020. Regulatory influences of methyl jasmonate and calcium chloride on chilling injury of banana fruit during cold storage and ripening: *Food Science and Nutrition*, 9 (2): 929-942
- Eren, İ., Karamursel, Ö.F., Pektas, M., Karamursel, D. and Çalhan, Ö. 2008. Esme ayva çeşidinde 1-MCP kullanımı. *Bahçe Ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu*, pp .8-11.
- Erkan, M. and Dogan, A. 2019. Pomegranate. In Postharvest Physiological Disorders in Fruits and Vegetables. In: *Postharvest Physiological Disorders in Fruit and Vegetables*, pp. 529-550.
- Erkan, M. 1997. Antalya koşullarında üretilen washington navel portakalı ve star ruby altıntopunun derim sonrası fizyolojisi ve muhafazası üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 207 s.
- Fan, X.T., Mattheis, J.P. and Fellman, J.K. 1998. Responses of apples to postharvest jasmonate. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, (123): 421-425.
- Garcia-Pastor, M.E., Serrano, M., Guillen, F., Zapata, P.J. and Valero, D., 2020. Preharvest or a combination of preharvest and postharvest treatments with methyl jasmonate reduced chilling injury, by maintaining higher unsaturated fatty acids, and increased aril colour and phenolics content in pomegranate. *Postharvest Biology and Technology*, (167): 111-226.
- González-Aguilar, G.A., Fortiz, J., Cruz, R., Baez, R. and Wang, C.Y., 2000. Methyl jasmonate reduces chilling injury and maintains postharvest quality of mango fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (2): 515-519.
- González-Aguilar, G.A., Buta, J.G. and Wang, C.Y., 2003. Methyl jasmonate and modified atmosphere packaging (MAP) reduce decay and maintain postharvest quality of papaya 'Sunrise'. *Postharvest Biology and Technology*, 28 (3): 361-370.
- Ghafir, S.A., Gadalla, S.O., Murajei, B.N. and El-Nady, M.F., 2009. Physiological and anatomical comparison between four different apple cultivars under cold-storage conditions. *African Journal of Plant Science*, 3 (6): 133-138.
- Janoudi, A. and Flore, J.A. 2003. Effects of multiple applications of methyl jasmonate on

- fruit ripening, leaf gas exchange and vegetative growth in fruit trees. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 78 (6): 793-797.
- Jin, P., Zheng, Y., Tang, S., Rui, H. and Wang, C.Y. 2009. Enhancing disease resistance in peach fruit with methyl jasmonate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89 (5): 802-808.
- Jin, P., Zhu, H., Wang, J., Chen, J., Wang, X. and Zheng, Y. 2013. Effect of methyl jasmonate on energy metabolism in peach fruit during chilling stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (8): 1827-1832.
- Joo, M., Lewandowski, N., Auras, R., Harte, J. and Almenar, E. 2011. Comparative shelf life study of blackberry fruit in bio-based and petroleum-based containers under retail storage conditions. *Food chemistry*, 126 (4): 1734-1740.
- Kader, A.A. 1996. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality-Quince. Postharvest Technology Research Information Center, Department of Plant Science. <https://postharvest.ucdavis.edu/produce/producefacts/fruit/quince>. (Son erişim tarihi: 09.04.2021).
- Kucuker, E., Ozturk, B., Celik, S.M. and Aksit, H. 2014. Pre-harvest spray application of methyl jasmonate plays an important role in fruit ripening, fruit quality and bioactive compounds of Japanese plums. *Scientia Horticulturae*, (176): 162-169.
- Luo, M., Zhou, X., Hao, Y., Sun, H., Zhou, Q., Sun, Y. and Ji, S.J. 2021. Methyl jasmonate pretreatment improves aroma quality of cold-stored 'Nanguo' pears by promoting ester biosynthesis. *Food Chemistry*, (338): 127846.
- Martínez-Esplá, A., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Valero, D. and Serrano, M. 2014. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 1. Improvement of fruit growth and quality attributes at harvest. *Postharvest Biology and Technology*, (98): 98-105.
- Nasibau, A.A. 1980. Changes in the Content of Biologically Active Substances During Storage of Quinces. *Nort. Abst*, 50 (2): 914.
- Nuritdinov, A.I., Ruban, R.V. 1975. Changes in the Chemical Composition of Quince During Storage. *Byulleten' Vsesoyuznogo Ordena Lenina i Ordena Druzhby Narodov Instituta Rastenievodstva Imeni N. I. Vavilova*, (59): 54-57.
- Ozturk, B., Yıldız, K. and Kucuker, E. 2015. Effect of pre-harvest methyl jasmonate treatments on ethylene production, water-soluble phenolic compounds and fruit quality of Japanese plums. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (3): 583-591.
- Öztürk, B., Özkan, Y., Yıldız, K. 2014. Methyl jasmonate treatments influence bioactive compounds and red peel color development of Braeburn apple. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, (38): 688-699.
- Özbek, S. 1978. Özel meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 128, Ders kitabı, Adana, 392-483 s.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeke, E. ve İsfendiyoğlu, M. 2005. Ayva. Ilıman İklim Meyve Türleri (Yumuşak Çekirdekli Meyveler). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 2, İzmir, 127-149 s.

- Özçağiran, R., Ünal, A., Özek, E. ve İsfendiyaroğlu, M. 2004. Ayva. Ilıman İklim Meyve Türleri (Yumuşak Çekirdekli Meyveler). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 2, İzmir, 556 s.
- Özdemir, S. 1993. Eşme (Cydonia vulgaris cv. Eşme) ayva çeşidinin muhafazası üzerine sıcaklık ve antitranspirant uygulamalarının etkisi. Yüksek Lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 53 s.
- Ozturk, B., Altuntas, E., Yildiz, K., Ozkan, Y. and Saracoglu, O. 2013. Effect of methyl jasmonate treatments on the bioactive compounds and physicochemical quality of 'Fuji' apples. *Ciencia e investigación agraria. Revista latinoamericana de ciencias de la agricultura*, 40 (1): 201-211.
- Pérez, A.G., Sanz, C., Olías, R. and Olías, J.M. 1997. Effect of methyl jasmonate on in vitro strawberry ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (10): 3733-3737.
- Reyes-Díaz, M., Lobos, T., Cardemil, L., Nunes-Nesi, A., Retamales, J., Jaakola, L., Alberdi, M. and Ribera-Fonseca, A. 2016. Methyl jasmonate: an alternative for improving the quality and health properties of fresh fruits. *Molecules*, 21 (6): 567.
- Rui, H., Cao, S., Shang, H., Jin, P., Wang, K., Zheng, Y. 2010. Effects of heat treatment on internal browning and membrane fatty acid in loquat fruit in response to chilling stress. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, (90): 1557-1561.
- Ryall, A.L. and Pentzer, W.T. 1982. Handling, transportation, and storage of fruits and vegetables, volume 2, fruits and tree nuts. 2nd edit. Vol: 1, AVI Pub. Com. Inc., Westport, Connecticut, 610 s.
- Saltveit, M.E. and Morris, L.L. 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. *Chilling injury of horticultural crops*, (1): 3-15.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Serrano, M. and Valero, D. 2011. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. *Food Chemistry*, 124 (3): 964-970.
- SeaLand, M. 1991. Shipping guide to perishables. SeaLand Services Inc., Iselim, New Jersey, United States of America.
- Shafiq, M., Singh, Z. and Ahmad, S.K. 2016. Pre-harvest spray application of methyl jasmonate improves red blush and flavonoid content in 'Cripps Pink' apple. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 86 (4): 422-430.
- Simson, S.P. and Straus, M.C. 2010. Post Harvest Technology of Horticultural Crops. Jaipur, India, 315 p.
- Şahin, M. and Mısırlı, A. 2016. Ülkemizde ve Dünyada Ayva Islahı Çalışmaları. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (5): 286-294.
- Tu, K., Nicolai, B. and De Baerdemaeker, J. 2000. Effects of relative humidity on apple quality under simulated shelf temperature storage. *Scientia Horticulturae*, 85 (3): 217-229.
- Türk, R., Erkan, M., Güneş, N.T. and Koyuncu, M.A., 2017. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması. Somtad Yayınları: 1, Ders Kitabı, Türkiye,

542 s.

- Ueda, J. and Kato, J. 1980. Isolation and identification of a senescence-promoting substance from wormwood (*Artemisia absinthium* L.). *Plant Physiology*, 66 (2): 246-249.
- Wang, K., Jin, P., Cao, S., Shang, H., Yang, Z. and Zheng, Y. 2009. Methyl jasmonate reduces decay and enhances antioxidant capacity in Chinese bayberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (13): 5809-5815.
- Yalçın., G., Yavuz, R., Altinel, B., Özgümüş, A., Özelkök, S. 2010. Ayva Ağaçlarına Uygulanan Kalsiyumun Meyve Kalitesine Etkisi. *Hasad bitkisel üretim dergisi*. (315): 102.
- Yamane, H., Takagi, H., Abe, H., Yokota, T. and Takahashi, N. 1981. Identification of jasmonic acid in three species of higher plants and its biological activities. *Plant and cell physiology*, 22 (4): 689-697.
- Yılmaz, N. and Çavuşoğlu, Ş. 2020. Effect of Methyl Jasmonate on Enzymatic Browning and Antioxidant Enzyme System of Eggplant Fruit (*Solanum melongena* L.). *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 30 (2): 419-428.
- Zhang, H., Ma, L., Turner, M., Xu, H., Dong, Y. and Jiang, S. 2009. Methyl jasmonate enhances biocontrol efficacy of *Rhodotorula glutinis* to postharvest blue mold decay of pears. *Food Chemistry*, 117 (4): 621-626.
- Zapata, P.J., Martínez-Esplá, A., Guillén, F., Díaz-Mula, H.M., Martínez-Romero, D., Serrano, M. and Valero, D. 2014. Preharvest application of methyl jasmonate (MeJA) in two plum cultivars. 2. Improvement of fruit quality and antioxidant systems during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, (98): 115-122.
- Ziosi, V., Bonghi, C., Bregoli, A.M., Trainotti, L., Biondi, S., Sutthiwal, S., Kondo, S., Costa, G. and Torrigiani, P. 2008. Jasmonate-induced transcriptional changes suggest a negative interference with the ripening syndrome in peach fruit. *Journal of Experimental Botany*, 59 (3): 563-573.

ÖZGEÇMİŞ

HAMED AHADI

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2018-2022	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya
Lisans 2011-2014	Herat Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Herat- Afganistan