

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HASAT ÖNCESİ METİL JASMONAT UYGULAMALARININ
HORUZ KARASI ÜZÜM ÇEŞİDİNDE VERİM, KALİTE,
SEKONDER METABOLİT ÜRETİMİ VE BAZI
BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

Özlem ARAS AŞCI

**Danışman
Prof. Dr. Nilgün GÖKTÜRK BAYDAR**

**DOKTORA TEZİ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2016**

© 2016 [Özlem ARAS AŞCI]

TEZ ONAYI

Özlem ARAS AŞCI tarafından hazırlanan " **Hasat Öncesi Metil Jasmonat Uygulamalarının Horoz Karası Üzüm Çeşidinde Verim, Kalite, Sekonder Metabolit Üretimi Ve Bazı Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı**'nda **DOKTORA TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman


Prof. Dr. Nilgün GÖKTÜRK BAYDAR
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi


Prof. Dr. İbrahim UZUN
Akdeniz Üniversitesi

Jüri Üyesi


Prof. Dr. Salih ÜLGER
Akdeniz Üniversitesi

Jüri Üyesi


Doç. Dr. Gülcan ÖZKAN
Süleyman Demirel Üniversitesi

Jüri Üyesi


Doç. Dr. Mehtap ŞAHİN ÇEVİK
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Özlem ARAS AŞCI

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. MeJA ve Özellikleri.....	3
2.2. Hasat Öncesi MeJA Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri.....	5
2.3. Hasat Öncesi MeJA Uygulamalarının Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri.....	9
2.4. Hasat Öncesi MeJA Uygulamalarının Sekonder Metabolit Birikimi Üzerine Etkileri.....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	21
3.1. Materyal.....	21
3.1.1. Araştırmada kullanılan bitkisel materyal ve özellikleri.....	21
3.1.2. Araştırma alanı ve toprak özellikleri.....	21
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. MeJA uygulamaları.....	23
3.2.2. Hasadın yapılması, yaprak ve tane örneklerinin alınması.....	24
3.2.3. İncelenen özellikler.....	25
3.2.3.1. Omca başına verim.....	25
3.2.3.2. Ortalama salkım ağırlığı.....	25
3.2.3.3. Ortalama tane ağırlığının belirlenmesi.....	26
3.2.3.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarının (SÇKM) belirlenmesi.....	26
3.2.3.5. Titrasyon asitliğinin belirlenmesi.....	26
3.2.3.6. Yaprak en/boy oranının belirlenmesi.....	26
3.2.3.7. Yaprak stoma sayısının belirlenmesi.....	26
3.2.3.8. Prolin miktarının belirlenmesi.....	26
3.2.3.9. Klorofil içeriklerinin belirlenmesi.....	27
3.2.3.10. Çözünebilir protein miktarının belirlenmesi.....	27
3.2.3.11. Antioksidan enzim aktivitelerinin belirlenmesi.....	28
3.2.3.12. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi.....	29
3.2.3.13. <i>Trans</i> -resveratrol miktarının belirlenmesi.....	29
3.2.3.14. Antosiyanin miktarının belirlenmesi.....	31
3.2.3.15. Toplam karotenoid miktarının belirlenmesi.....	31
3.2.4. İstatistik analizler.....	32
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	33
4.1. MeJA Uygulamalarının Verim Üzerine Etkileri.....	33
4.2. MeJA Uygulamalarının Kalite Üzerine Etkileri.....	34
4.3. MeJA Uygulamalarının Yaprak En/Boy Oranı ve Stoma Sayıları Üzerine Etkileri.....	36
4.4. MeJA Uygulamalarının Strese Bağlı Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri.....	37

4.5. MeJA Uygulamalarının Sekonder Metabolit Birikimi Üzerine Etkileri	45
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	52
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ	79

ÖZET

Doktora Tezi

HASAT ÖNCESİ METİL JASMONAT UYGULAMALARININ HOROZ KARASI ÜZÜM ÇEŞİDİNDE VERİM, KALİTE, SEKONDER METABOLİT ÜRETİMİ VE BAZI BİYOKİMYASAL DEĞİŞİMLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Özlem ARAS AŞCI

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nilgün GÖKTÜRK BAYDAR

Bu araştırma hasat öncesi metil jasmonat (MeJA) uygulamalarının, Horoz Karası üzüm çeşidinde verim, kalite, sekonder metabolit üretimi ve bazı biyokimyasal değişimler üzerine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Buna göre 0 (kontrol), 5 ve 10 mM konsantrasyonlardaki MeJA, omcalara 2 farklı şekilde (ben düşmeden 15 gün sonra (tek dönem) ve ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde (iki dönem)) uygulanmıştır.

Araştırmada özellikle 2 dönemde yapılan MeJA uygulamalarının verim ve salkım ağırlığını kontrole göre düşürdüğü, ortalama tane ağırlığı, titrasyon asitliği, yaprak en/boy oranı ile yaprak stoma sayısı üzerinde ise etkide bulunmadığı tespit edilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde miktarı ile klorofil miktarı tek dönemde 5 mM konsantrasyonunda yapılan MeJA uygulaması ile artarken; tanelerde MeJA uygulamalarının prolin miktarını düşürdüğü, buna karşın çözünebilir protein miktarını ise yükselttiği saptanmıştır. Antioksidan enzimlerden SOD enzim aktivitesinin genel olarak MeJA uygulamaları ile düştüğü, buna karşın CAT ve APX enzim aktivitelerinin arttığı tespit edilmiştir. MeJA uygulamaları sekonder metabolit birikimini ise teşvik etmiştir. En yüksek toplam karotenoit, toplam fenolik, *trans*-resveratrol ve antosiyanin değerleri MeJA uygulaması yapılmış tane ve yapraklardan elde edilmiştir.

Sonuç olarak, hasat öncesi MeJA uygulamalarının üzümde verim ve tane iriliğini artırmak için önerilemeyeceği, ancak değerli metabolitlerin birikiminin artırılması ve üzüm ve üzümünden yapılan ürünlerin antioksidan kapasitesini zenginleştirmede kullanılabilecek önemli bir strateji olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Asma, MeJA, verim ve kalite, biyokimyasal değişimler, sekonder metabolitler.

2016, 79 sayfa

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE EFFECTS OF PRE-HARVEST METHYL JASMONAT TREATMENTS ON YIELD, QUALITY, SECONDARY METABOLITES PRODUCTION AND SOME BIOCHEMICAL CHANGES OF HOROZ KARASI GRAPE VARIETY

Özlem ARAS AŞCI

Süleyman Demirel University
Graduate School of Applied and Natural Sciences
Department of Agricultural Biotechnology

Supervisor: Prof. Dr. Nilgün GÖKTÜRK BAYDAR

This study was carried out to determine the effects of pre-harvest MeJA applications on yield, quality, secondary metabolite production and some biochemical changes of Horoz Karası grape cultivar. MeJA was applied to vines with three different concentrations (0, 5 and 10 mM) and at two different periods (at 15 days after veraison (one period) and at 15 days after veraison and at harvest (two periods)).

At the end of the study, especially MeJA applications of two periods decreased the yield and cluster weight, while berry weight, titratable acidity, leaf width/length ratio and the number of stomata in leaves were not influenced by the MeJA applications. Total soluble solids and chlorophyll contents increased with one period application of MeJA at 5 mM concentration. In berries treated with MeJA, prolin content was less than control but soluble protein content was more. MeJA led to reduction in SOD activity while CAT and APX activities increased with MeJA applications. MeJA contributed to the secondary metabolite accumulation in berries and leaves. It was determined that the highest values of total karotenoid, total phenolics and anthocyanins and *trans*-resveratrol were obtained from the berries and leaves treated with MeJA.

As a conclusion, it was determined that preharvest MeJA applications were not recommended for increasing yield and berry weight. But it may be used as an important strategy for increasing accumulation of valuable metabolites and enhancing the antioxidant capacities of grapes and grape products.

Key words: Grapevine, MeJA, yield and quality, biochemical changes, secondary metabolites.

2016, 79 pages

TEŞEKKÜR

Lisansüstü ve doktora eğitimim süresince bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, danışman hocam sayın Prof. Dr. Nilgün GÖKTÜRK BAYDAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince, Tez İzleme Komitesi'nde yer alarak bilimsel düşüncelerini benimle paylaşan, ilgilerini esirgemeyen hocalarım sayın Doç. Dr. Gülcan ÖZKAN'a ve sayın Doç. Dr. Mehtap ŞAHİN ÇEVİK'e teşekkür ederim.

2798-D-11 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na, tezimin istatistik değerlendirmesinde yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr.Özgür Koşkan'a, aynı laboratuvarı paylaştığım arkadaşlarım Hande Nur KURU, Pınar OLGUNSOY, Pınar ÖZDAMAR, İbrahim Ertan ERKAN, Ramazan DİLMEN ve Tunhan DEMİRCİ'ye, çalışmalarım sırasında benden desteklerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. E. Sema ÇETİN, Arş. Gör. Soner YİĞİT, Arş. Gör. Arzu ÜÇTEPE ve Zir. Müh. Dr. Zehra BABALIK'a teşekkür ederim.

Doktora çalışmam müddetince her zaman maddi manevi desteğiyle yanımda olan ailem, sevgili babamız Osman AŞCI ve eşim Ümit AŞCI'ya ve biricik kızımız Yağmur Serra'ya sonsuz teşekkürü borç bilirim.

Özlem ARAS AŞCI
ISPARTA, 2016

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Yasemin bitkisi (<i>Jasminum grandiflorum</i>).....	3
Şekil 2.2. MeJA'nın biyosentezi.....	4
Şekil 2.3. Gelişimsel ve çevresel uyaranlara yanıt olarak jasmonatların sentezi.....	5
Şekil 2.4. Üzümde fenolik bileşiklerin biyosentezi.....	12
Şekil 2.5. <i>Trans</i> -resveratrolün kimyasal yapısı.....	13
Şekil 2.6. Karotenoitlerin biyosentezi.....	16
Şekil 3.1. Horoz Karası üzüm çeşidi.....	21
Şekil 3.2. Araştırmanın yapıldığı bağ alanı	23
Şekil 3.3. Yaprak ve salkımlara yapılan MeJA uygulamaları.....	24
Şekil 3.4. Paketlenip, etiketlenmiş yaprak ve tane örneklerinin derin dondurucuda saklanması.....	25
Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan <i>trans</i> -resveratrol standartına ait kromatogram.....	30
Şekil 3.6. Örneğe ait <i>trans</i> -resveratrol kromatogramı.....	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü bağ toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	22
Çizelge 3.2. Hasat öncesi omcalara yapılan MeJA uygulamaları.....	24
Çizelge 3.3. <i>Trans</i> -resveratrol analizinde kullanılan HPLC cihazı ile ilgili özellikler.....	30
Çizelge 3.4. Araştırmada <i>trans</i> -resveratrol analizlerinde kullanılan gradient programı.....	30
Çizelge 4.1. Yıllara göre farklı MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidinde omca başına ortalama verim ve ortalama salkım ağırlığı üzerine etkileri.....	33
Çizelge 4.2. Yıllara göre farklı MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidinde ortalama tane ağırlığı, SÇKM ve TA üzerine etkileri.....	35
Çizelge 4.3. Yıllara göre farklı MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidinde yaprak en/boy oranı ile stoma sayısı üzerine etkileri....	36
Çizelge 4.4. Yıllara göre farklı MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait yapraklarda klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarı üzerine etkileri.....	37
Çizelge 4.5. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait tane ve yapraklarda yıllara göre prolin miktarları üzerine etkileri.....	39
Çizelge 4.6. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait tane ve yapraklarda yıllara göre çözünebilir protein, SOD, CAT ve APX antioksidan enzim miktarları üzerine etkileri.....	44
Çizelge 4.7. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalarda yıllara göre tane ve yapraklarda toplam fenolik madde miktarları üzerine etkileri....	45
Çizelge 4.8. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalarda yıllara göre tane ve yapraklarda <i>trans</i> -resveratrol miktarları üzerine etkileri.....	47
Çizelge 4.9. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalarda yıllara göre tanelerde antosiyanin miktarları üzerine etkileri.....	49
Çizelge 4.10. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait tane ve yapraklarda yıllara göre toplam karotenoit miktarı üzerine etkileri.....	50

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACX	Akil-CoA oksidaz
AOC	Allen oksit siklaz
AOS	Allen oksit sentaz
APX	Askorbat peroksidaz
ANS	Antosiyanidin sentaz;
CAT	Katalaz
CCD	Dioksijenaz
C ₆ H ₄ O	Fenoksi
DMADP	Dimetilalil difosfat
EDTA-Na ₂	Etilendiamin tetraasetik asit disodyum tuzu
GA	Giberallik asit
GDP	Geranil difosfat
GGDP	Geranil geranil difosfat
GR	Glutasyon redüktaz
HK	Horoz Karası
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
IDP	İzopentenil difosfat
JA	Jasmonik asit
JMT	Jasmonik asit metil transferaz enzimi
K	Potasyum
LDL	Düşük yoğunluklu lipoprotein
LOX	13-lipoksijenaz
LYC	Likopen ϵ -siklaz
LYCb	Likopen β -siklaz
MFP	Çok foksionlu protein
MeJA	Metil jasmonat
O ₂ ⁻	Süperoksit
¹ O ₂	Tekli oksijen
OH	Hidroksil
OPDA	12-okzo-fitodienoik asit
OPR	12-okso-fitodienoik asit reduktaz
PAL	Fenilalanin amonyum-liyaz
POX	Peroksidaz
PSY	Fiton sentaz
PVP	Polivinilpirrolidon
RO	Alkoksi
ROO	Peroksi
SA	Salisilik asit
SÇKM	Suda çözünebilir kuru madde miktarı
SOD	Süperoksit dismutaz
STS	Stilben sentaz
UV	Ultraviyole

1. GİRİŞ

Türkiye sahip olduğu iklim özellikleri ve toprak yapısı nedeniyle birçok meyve türünün yetiştirilebildiği bir ülke konumundadır. Bu meyve türlerinin en önemlilerinden biri de üzümdür. 2014 yılı verilerine göre, ülkemizde bağ alanları, tarım alanlarının % 1.8'ini oluşturmakta olup, 467.093 hektar alanda, 4.175 milyon ton üzüm üretimi gerçekleştirilmektedir (TUİK, 2014).

Üzüm başlıca sofralık, kurutmalık ve şaraplık-şıralık olarak değerlendirilmesinin yanında pekmez, pestil, köfter gibi geleneksel ürünlerin de elde edildiği ve bu çok yönlü kullanım şekilleri nedeniyle tüketimi son derece yaygın bir meyvedir. Üzüm karbonhidrat ve minerallerce zengin bir meyve olmasının yanı sıra, içermiş olduğu zengin sekonder metabolit içeriği onu diğer birçok bitkiden üstün kılan en önemli özelliklerinden birisini oluşturmaktadır (Aras, 2006). Günümüzde üzerinde en fazla durulan konuların başında, sağlıklı yaşamı destekleyen, antioksidan maddelerce zengin gıdalarla beslenme gelmektedir. Sekonder metabolitler içinde yer alan fenolik bileşikler antimikrobiyal ve antioksidan etkileri ile birçok hastalığın tedavisinde etkili olan ve sağlıklı yaşamı destekleyen bileşiklerdir (Göktürk Baydar vd., 2004; Korukluoğlu vd., 2010; Perumalla ve Hettiarachchy, 2011; Doğmuş ve Durucasu, 2013). Üzüm de fenolik bileşik içeriği en yüksek meyve türlerinden biri olup, başta resveratrol olmak üzere üzümden elde edilen ekstraktlar tabletler halinde de tüketiciye sunulmaktadır. Bu nedenle fenolik bileşik içeriği yükseltilmiş üzümlerin elde edilmesi, hem sofralık, kurutmalık ve şıralık olarak üzümün direkt olarak kullanıldığı tüketim şekillerinde, hem de ilaç, gıda takviyesi, kozmetik gibi alanlarda değerlendirilmek üzere elde edilecek ekstraktların üretiminde sağlık ve ekonomik bakımdan büyük önem taşımaktadır.

Bir sinyal molekülü olarak görev yapan ve bitkinin aktif savunma mekanizmasını oluşturan jasmonik asit ile onun metil esteri olan metil jasmonat (MeJA) (Sökmen ve Gürel, 2001; Theis ve Lerdau, 2003), biyokimyasal ve fizyolojik birçok etkilerinin yanı sıra (Sembdner ve Parthier, 1993), bitkilerde sekonder metabolit verimini artırmada etkili olan bileşiklerden biridir (Ruiz-Garcia vd., 2012). Dışsal MeJA uygulamaları yapıldığında, bitkiler bir stres faktörüne maruz kalmaksızın, bünyede artan MeJA nedeniyle savunma sistemlerini uyararak değişik metabolitlerin sentezini

artırmaktadırlar (Belhadj vd., 2006; Vezzulli vd., 2007; Fernandez-Marin vd., 2014; Cocetta vd., 2015). Nitekim *in vitro* koşullarda dışsal MeJA uygulamalarının bu yönde etki ederek asmada sekonder metabolit birikimini artırdığı tespit edilmiştir. (Repka vd., 2004; Çetin ve Göktürk Baydar, 2016). Hasat öncesi MeJA uygulamalarının üzümde etkilerinin incelendiğı çalışmaları da oldukça sınırlı sayıda olduğu görölmektedir (Vezzulli vd., 2007; Ruiz-Garcia vd., 2012; Bidabadi vd., 2013).

Doktora tez çalışması olarak gerçekleştirilen bu araştırma, hem sofralık hem de kurutmalık olarak değerlendirilen ve ölkemizin standart çeşitlerinden biri olan Horoz Karası (sin. Antep Karası, Kilis Karası) üzüm çeşidine ait omcalara farklı dönem ve konsantrasyonlarda yapılan hasat öncesi MeJA uygulamalarının, üzümün verim ve kalitesi ile tarım, eczacılık, tıp ve gıda bakımından son derece önemli olan resveratrol, antosiyanin ile toplam fenolik bileşiklerin sentezi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada ayrıca bitkinin aktif savunma mekanizmasının bir parçasını oluşturan MeJA uygulamalarının, prolin, çözünebilir protein ile antioksidan enzim aktiviteleri üzerine olan etkileri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. MeJA ve Özellikleri

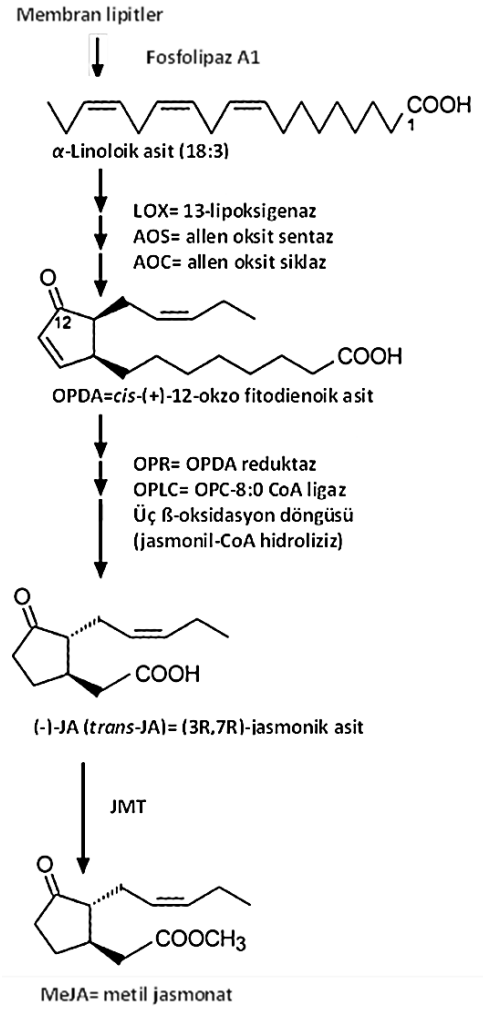
Jasmonatlar bitki gelişimi ile birçok fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerde önemli rol oynayan bitkisel hormonlardır (Wasternack ve Hause, 2013). Eğrelti otu, yosun, bazı mantar ve alglerle birlikte 206'ya yakın bitki türünde tespit edilen jasmonatlar (Meyer vd., 1984), bitkilerde sentezlenen poliaminler, polipeptitler, oligosakkarinler, ve salisilik asit (SA) gibi bitki büyüme ve gelişmesinde belirli spesifik etkilere sahip olan organik bileşiklerdir (Kaçar vd., 2006). MeJA ise jasmonatlar içinde yer alan kokulu uçucu bir bileşik olup, ilk olarak 1962 yılında yasemin (*Jasminum grandiflorum*) bitkisinden çıkarılan yağdan elde edilmiştir (Demole, 1962).



Şekil 2.1. Yasemin bitkisi (*Jasminum grandiflorum*) (Fragrantica Company, 2011)

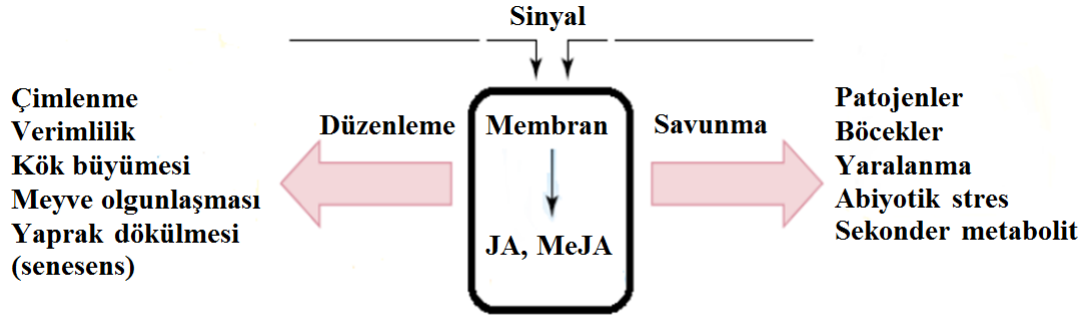
MeJA bitkilerde octadekanoit yolu ile sentezlenmektedir (Şekil 2.2). Buna göre kloroplastta önce α -linoloik asit, 13-lipoksigenaz (LOX), allen oksit sentaz (AOS) ve allen oksit siklaz (AOC) enzimleri yardımıyla 12-okzo-fitodienoik asit (OPDA)'e dönüştürülmektedir (Fonseca vd., 2009). Daha sonra OPDA bitkilerde β -oksidasyon yeri olan peroksizomlarda taşınmaktadır. OPDA peroksimlerde 12-okso-fitodienoik asit reduktaz (OPR) ile akil-CoA oksidaz (ACX), çok fonksiyonlu protein (MFP) ve l-3-ketoakil-CoA thiolaz (CAT) tarafından katalize edilen üç β -oksidasyon döngüsünden sonra jasmonik asite dönüşmektedir. Jasmonik asitin metil esteri olan

MeJA da JA'dan jasmonik asit metil transferaz enzimi (JMT) yardımıyla sentezlenmektedir (Linkies ve Leubner-Metzger, 2012).



Şekil 2.2. MeJA'nın biyosentezi

Uçucu yapısı, MeJA'nın bitki-herbivor ile bitki-bitki interaksiyonlarında bitkinin hücrel tepkilerinin ortaya çıkmasında rol oynayan bir sinyal molekülü olarak görev yaptığının keşfedilmesine neden olmuştur. MeJA ve onun serbest asidi olan JA bitkinin tohum çimlenmesi, kök büyümesi, verim, meyve olgunlaşması ve yaşlanma gibi farklı gelişme dönemlerinde etkili olan hücrel düzenleyiciler olarak görev yapmaktadırlar (Creelman ve Rao, 2002; Wasternack ve Hause, 2002) (Şekil 2.3). Ayrıca, böcek kaynaklı yaralanma, patojenler ile kuraklık, düşük sıcaklık, tuzluluk gibi olumsuz çevresel streslere karşı da bitkinin savunma sistemini aktif hale getirmektedirler.



Şekil 2.3. Gelişimsel ve çevresel uyarılara yanıt olarak jasmonatların sentezi (Cheong ve Choi, 2003)

MeJA'nın bitkinin savunma sistemini aktif hale getirmesi, sekonder metabolit üretimi, hücre duvarı oluşumu ile stresten koruyucu ve savunma proteinlerini kodlayan genlerin aktivitelerini artırmasıyla sağlanmaktadır (Cheong ve Choi, 2003). Kısaca MeJA, canlıların ya da çevresel faktörlerin neden olduğu stres koşullarında bitki hücrelerinde stresle ilgili gen ekspresyonunun düzenlenmesi ve sekonder metabolit biyosentezinin uyarılmasında rol oynayan sinyal molekülü olarak görev yapmaktadır (Pauwels vd., 2008). Bir fitoaleksin olarak bitkinin aktif savunma mekanizmasını oluşturan MeJA, bu savunma sisteminin yan ürünleri olarak ortaya çıkan ve tıp, gıda, ziraat, parfümeri gibi farklı alanlarda son derece değerli olan sekonder metabolitlerin birikiminin artmasına neden olmaktadır. Bu özelliği nedeniyle MeJA sekonder metabolit üretiminde özellikle son yıllarda büyük önem taşımaktadır (Larronde vd., 2003; Vezzulli vd., 2007; Huang vd., 2014; Zapata vd., 2014; Cocetta vd., 2015; Portu vd., 2015; XiaoAn vd., 2015; Zhang vd., 2015). MeJA bütün bu özelliklerinin yanısıra absisyonu, stomaların kapanmasını, klorofil bozulmasını, solunumu, etilen ve protein sentezini teşvik eden bir bileşiktir (Sembdner ve Parthier, 1993; Saito vd., 2008; Akter vd., 2010; Hossain vd., 2011). Bitkiler üzerindeki bu çok yönlü etkilerinden dolayı, günümüzde stres, sekonder metabolit üretimi, verim ve kalite gibi farklı amaçlar doğrultusunda MeJA dışsal uygulama olarak da birçok bitkide yoğun olarak kullanılmaktadır.

2.2. Hasat Öncesi MeJA Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri

MeJA'nın meyve gelişimi üzerine önemli etkilerinin bulunduğu, meyve olgunlaşması, renklenme, yumuşama ve nişasta kaybı gibi olaylarda etilene benzer

etkiler gösterdiği bilinmektedir (Fan ve Matheis, 1999). Ancak, asmada MeJA uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar sınırlı sayıda bulunmaktadır.

Bu çalışmalardan birinde hasat öncesi kurutmalık, sofralık ve şaraplık olarak değerlendirilen bazı üzüm çeşitlerinde dışsal MeJA uygulaması yapılmıştır. Siyah Çekirdeksiz üzüm çeşidinde 1125, 2250 ve 4500 ppm MeJA'nın toplam tane ağırlığı üzerine önemli bir etkisi olmadığı, ancak kontrole göre MeJA konsantrasyonu arttıkça SÇKM'nin düştüğü saptanmıştır. Aynı araştırmada Cabernet Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde toplam tane ağırlığı, SÇKM, titrasyon asitliği (TA) ve pH miktarları bakımından yapılan incelemeler sonucunda, 4500 ppm MeJA uygulamasının kontrole göre bu özellikler bakımından önemli bir farklılığa neden olmadığı tespit edilmiştir (Fidelibus vd, 2007). Üzümde yapılan bir diğer araştırmada (Kondo ve Fukuda, 2001), jasmonatların, geç dönem uygulamalarının ortalama tane ağırlığı üzerine etkili olmadığı, erken dönem uygulamalarının ise içsel gibberellik asit sentezini inhibe ederek, üzümde hücre büyümesini engellediği ve tane ağırlığının düşmesine neden olduğu belirlenmiştir.

Yürütülen bir başka çalışmada dışsal MeJA uygulamasının Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidinde hasat sonrası dökümleri teşvik etme üzerine olan etkileri incelenmiştir (González-Herranz vd., 2009). Araştırma sonucunda 2 ve 10 mM MeJA'nın söz konusu üzüm çeşidi için kullanılabilir optimum konsantrasyonlar olduğu tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan bir diğer çalışmada ise Sultani Çekirdeksiz üzüm çeşidine dört ayrı MeJA konsantrasyonu uygulanmıştır. Araştırma sonucunda 8 ve 10 mM MeJA uygulamalarının tanelerde 2 ve 4 mM'lık konsantrasyonlara göre daha fazla döküme sebep olduğu ifade edilmiştir (Fidelibus ve Cathline, 2010).

Mourvedre üzüm çeşidinde 2 yıl süreyle hasat öncesi 10 mM MeJA uygulamasının tane ağırlığı, SÇKM, pH, toplam asitlik ve TA üzerindeki etkilerini inceleyen Ruiz-García vd. (2012), tane ağırlığının her iki yılda da kontrole göre farklılık yaratmadığı; ancak, incelenen diğer veriler bakımından yıllara göre önemli değişiklikler olduğu belirlenmiştir. Buna göre SÇKM ve pH değerlerinin ilk yıl değişmediği, 2. yıl ise MeJA uygulamalarının SÇKM ve pH değerlerini artırdığı saptanmıştır. Toplam asitlik ve TA bakımından ise MeJA uygulanan tanelerde daha

yüksek değerler elde edilirken, 2. yıl örnekleri arasında kontrole göre önemli bir farklılığın ortaya çıkmadığı tespit edilmiştir.

Fernandez-Marin vd. (2014) Syrah üzüm çeşidine ait asmalarda hasat öncesi 20, 16 ve 13. günlerde, salkımlara 10 mM konsantrasyonunda MeJA uygulamışlardır. Uygulamadan 24 ve 48 saat sonra alınan örneklerde kalite özellikleri olarak SÇKM, TA, pH, tartarik asit, potasyum (K) miktarı ve olgunlaşma indisini incelemişlerdir. Araştırmada MeJA uygulanan tanelerde SÇKM, pH, K ve tartarik asit değerlerinde kontrole göre önemli bir değişiklik saptanamazken; TA'nın kontrole kıyasla düştüğü, olgunlaşma indisinin ise önemli derecede yükseldiği belirlenmiştir.

Portu vd. (2015) İspanya'nın en önemli şaraplık üzüm çeşitlerinden biri olan Tempranillo üzüm çeşidine ait omcalara ben düşme ve ben düşmeden 1 hafta sonra olmak üzere 2 kez 10 mM MeJA uygulaması yapmışlardır. Araştırmada MeJA uygulamalarının, tane ağırlığı, SÇKM, pH, asitlik, tartarik asit, malik asit ve potasyum miktarına olan etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda MeJA uygulamalarının incelenen özellikler bakımından kontrol bitkileri ile kıyaslandığında önemli bir farklılığa neden olmadığı tespit edilmiştir.

Asmada MeJA uygulamalarının verim ve kalite üzerine olan etkilerini belirlemeye yönelik çalışmaların sınırlı sayıda olması ve konunun daha da iyi anlaşılabilmesi için üzüm gibi klimakterik olmayan bazı üzüm meyvelerinde hasat öncesi MeJA uygulamalarının verim ve kalite üzerine olan etkilerinin belirlendiği çalışmalar da aşağıda kısaca özetlenmiştir. Bu çalışmalardan birinde siyah ahududu bitkilerine hasat öncesi 0 (kontrol), 0.01, 0.1, mM konsantrasyonlarında uygulanan MeJA'nın, kalite parametrelerinden SÇKM, TA, toplam şeker, fruktoz, glikoz, sukroz, malik asit ve sitrik asit miktarları üzerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırmada hasat öncesi MeJA'nın SÇKM ve TA değerlerini önemli derecede etkilediği, özellikle 0.1 mM konsantrasyondaki MeJA'nın kontrole karşılaştırıldığında 0.01 mM'a göre SÇKM miktarlarını daha yüksek oranda artırdığını, TA miktarlarını ise düşürdüğü saptanmıştır. 0.1 mM konsantrasyondaki MeJA'nın fruktoz ve glikoz miktarını kontrole göre önemli ölçüde artırırken, malik asit ve sitrik asit miktarını düşürdüğü belirlenmiştir. Sukroz miktarının ise her iki MeJA uygulamasında da kontrole göre önemli miktarda artış gösterdiği tespit edilmiştir (Wang ve Zheng, 2005).

Yaban mersini üzerinde hasat öncesi MeJA uygulamalarının ürün verimi ve ortalama tane ağırlığı üzerine etkilerini belirlemeye yönelik bir diğer çalışmada (Percival ve MacKenzie, 2007), hasat öncesi 10 ml l⁻¹ MeJA ile muamele edilen bitkilerde ilk yıl verim ile ortalama tane ağırlığının kontrole göre önemli oranda düştüğü tespit edilmiştir. İkinci yıl ise verimde önemli bir düşüş gözlenmemesine karşın, ortalama tane ağırlığının kontrole oranla MeJA uygulanan bitkilerde daha düşük olduğu saptanmıştır.

Wang vd. (2008) de böğürtlende hasat öncesi MeJA uygulamalarının etkilerini belirlemek üzere Chester Thornless, Hull Thornless ve Triple Crown böğürtlen çeşitlerine 0.01 ve 0.1 mM konsantrasyonlarında MeJA uygulamışlardır. Araştırmacılar, kontrole karşılaştırıldığında MeJA uygulaması yapılan meyvelerde SÇKM miktarının yükseldiği, TA miktarının ise düştüğünü belirlemişlerdir.

Camarosa ve Queen Elisa çilek çeşitlerine 0, 0.25, 0.5 ve 1 mM olmak üzere 4 farklı konsantrasyonda MeJA uygulayan Lolaei vd. (2013), SÇKM, TA, C vitamini, meyve sertliği ve meyve olgunlaşması gibi kriterleri incelemişlerdir. Bunlardan SÇKM miktarının kontrole oranla MeJA uygulamaları ile yükselirken, TA miktarlarının düştüğü, özellikle de 1 mM MeJA da bu artış ve azalışın en yüksek seviyede gerçekleştiği tespit edilmiştir. C vitamini miktarının ise kontrole göre uygulamalarda anlamlı bir artışa neden olduğu belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca MeJA uygulamalarının olgunlaşmayı geciktirirken, meyve eti sertliğini artırdığı da saptanmıştır.

Bitkisel materyal olarak yaban çileklerinin (*Fragaria chiloensis*) kullanıldığı bir araştırmada Concha vd. (2013), *in vitro* olgunlaştırma sistemi kullanarak meyvelere uygulamış oldukları 10 ve 100 µM konsantrasyonlardaki MeJA'nın çilekte meyve eti sertliği, SÇKM/TA ve meyve ağırlığı üzerine olan etkilerini uygulamayı takip eden 2. 5. ve 9. günlerde incelemişlerdir. Söz konusu bu çalışmada MeJA uygulamalarının SÇKM/TA oranını artırarak olgunlaşmayı teşvik ettiği belirlenmiştir. Ayrıca 0 ve 2. günler arasında meyve eti sertliği hızla azalırken, yumuşamanın 2. ve 5. günler arasında kontrole göre MeJA uygulananlarda önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. Araştırmada MeJA uygulamalarının meyve ağırlığını ise kontrole göre düşürdüğü belirlenmiştir.

2.3. Hasat Öncesi MeJA Uygulamalarının Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri

Bitkilerin verim, kalite ve gelişimine, uygulanan kültürel işlemler kadar stres koşulları da etki etmektedir. Bitkide metabolizmayı, büyüme ve gelişmeyi etkileyen veya engelleyen, uygun olmayan herhangi bir durum veya madde olarak tanımlanabilen stres, biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisi altında ortaya çıkabilmektedir (Mahajan ve Tuteja, 2005). Edreva (1998), stresin organizmada indirgenmiş oksijen formlarının birikimini teşvik ettiğini bildirmektedir. İndirgenmiş oksijen formları “serbest elektronlar” olarak tanımlanmakla birlikte, bitkilerde oluşan bu elektronlar temelde superoksit (O_2^-), hidroksil (OH), perhidroksil (HO_2), peroksi (ROO), fenoksi (C_6H_4O), alkoksi (RO) kökleri ile hidrojen peroksit (H_2O_2) ve tekli oksijen (1O_2) formlarından oluşmaktadır. Bu formların tümü serbest oksijen türevleri olarak isimlendirilmektedir (McKersie ve Leshem, 1994; Edreva, 1998). Stres faktörleri reaktif oksijen türlerinin bitkideki miktarlarının artmasına neden olarak hürelere zarar vermekte, özellikle yavaşlama sürecine giren fotosentezin etkinliğini daha da sınırlandırmaktadır (Karanlık, 2001). Sentezlenen serbest oksijen radikalleri, klorofil, membran lipitleri, protein ve DNA gibi hücre komponentlerini bozmakta ve sonunda hücre ölümüne yol açmaktadır (Özden vd., 2009). Stres altındaki bitkilerde serbest oksijen radikallerini zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidan miktarları ve antioksidan enzim aktiviteleri yüksek olduğunda, o bitkiler oksidatif zararlanmaya karşı daha dayanıklı olmaktadır. Serbest oksijen türevlerini temizlemede etkin olan sistemlerden biri koruyucu antioksidan enzimlerdir. Bitkilerde bulunan temel antioksidan enzimler arasında süperoksit dismütaz (SOD), peroksidaz (POX), askorbat peroksidaz (APX), glutasyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) gibi enzimler yer almakta olup, bunlar serbest oksijen radikallerinin yok edilmesinde etkin rol oynamaktadırlar (Ciceralli, 2004; Yazıcı vd., 2007; Yaşar vd., 2008). Bitkilerde toksik oksijen türevlerine karşı enzimatik olmayan savunma sistemini oluşturan bileşenlerden biri olan prolin ise, ozmatik basıncı düzenlemeye ve olumsuz çevre koşullarına yani strese maruz kalan bitkilerin toleransını artırmaya katkıda bulunan bir aminoasittir (Heuer, 1993).

Jasmonatlar bir stres hormonu olarak, bitki herhangi bir stres faktörü ile karşılaştığında uyarıcı bir sinyal molekülü olarak hareket ederek, bitkinin savunma

sistemini oluşturan mekanizmaları harekete geirmektelerler (Wasternack ve Hause, 2002; Wasternack ve Hause, 2013). Bu nedenle stres altındaki bitkilerde ilk gözlenen farklılıklardan biri jasmonatların bitkideki sentezlerinin artmasıdır. Dışsal uygulamalarla bitki bünyesinde artan MeJA, bitki herhangi bir strese maruz kalmadığı halde, bir sinyal molekülü olarak bitkinin savunma sistemini oluşturan mekanizmaları harekete geçirerek klorofil, prolin, antioksidan enzim aktiviteri gibi birçok biyokimyasal değişimin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Fedina ve Tsonev, 1997; Fang vd., 1999; Cheong ve Choi, 2003; Ruiz-García ve G3mez-Plaza, 2013).

Hasat 3ncesi uygulanan MeJA'nın bitkilerde neden olduğu biyokimyasal değişimleri belirlemeye y3nelik bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan MeJA'nın, prolin, 3znebilir protein ile CAT, APX ve SOD gibi antioksidan enzim aktiviteri üzerine farklı etkilerde bulunduğu şeker kamışı (Seema vd., 2003), erik (Zapata vd., 2014), Pitaya ejder meyvesi (XiaoAn vd., 2015) gibi bitkilerde tespit edilmiştir. Ayrıca depolama 3mr ve bu süreçte meydana gelen antioksidan enzim aktiviterinde ortaya çıkan farklılıkları belirlemek için de yine ahududu (Chanjirakul vd., 2006), şeftali (Jin vd., 2009) ve yeni dünya (Cao vd., 2009) gibi bitki türlerinde bazı araştırmalar yapılmıştır. Ancak dışsal MeJA uygulamalarının prolin ve antioksidan enzim aktiviteri üzerindeki etkilerini belirlemeye y3nelik asmalardaki tek çalışmanın, yapılan ayrıntılı literatür taramaları sonucunda Bidabadi vd. (2013) tarafından gerçekleştirildiği g3rlmektedir. Araştırcılar İnan'da yetişen Asgari, Shahani, Ghermez Ghazvin, Yaghtu Sefid zm eşitlerinin MeJA uygulamalarına karşı g3stermiş olduğu morfolojik, fizyolojik ve antioksidan yanıtları araştırmışlardır. Bu alışma kapsamında kontrollü koşullar altında saksılardaki bitkilere 0, 500 ve 1000 mg l⁻¹ konsantrasyonlarında MeJA uygulaması yapmışlardır. Yapraklarda bir stres g3stergesi olan prolin miktarının kontrole g3re MeJA uygulanan 3rneklerde 3nemli derecede düştüğü kaydedilmiştir. Aynı araştırmada antoksidan enzim aktiviterinden CAT, APX ve POX aktiviteri de incelenmiş olup, 500 ve 1000 mg l⁻¹ MeJA uygulamalarının bitkilerdeki CAT enzim aktivitesini kontrole g3re sırasıyla 1.57 ve 1.96 kat artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. POX enzim aktivitesinde kontrole g3re bu yükseliş 500 ve 1000 mg l⁻¹ MeJA uygulamaları için sırasıyla 2.84 ve 2.6 kat; APX enzim aktivitesi için ise sırasıyla 1.39 ve 1.31 kat olarak tespit edilmiştir.

Asmada hasat sonrası yapılan bir çalışmada, Jiang vd. (2015) *V. vinifera* x *V. labrusca* melezi Kyoho üzüm çeşidinde gri küfe karşı, hastalık etmenlerinin azaltılması ve önlenmesi amacıyla tanelere kontrollü koşullarda hasat sonrası 10 µmol l⁻¹ konsantrasyonunda MeJA uygulamışlardır. Bu çalışma kapsamında MeJA uygulamasının CAT ve SOD enzim aktivitesini kontrole kıyasla önemli ölçüde artırdığı, APX enzim aktivitesinde ise azalmalara neden olduğu tespit edilmiştir.

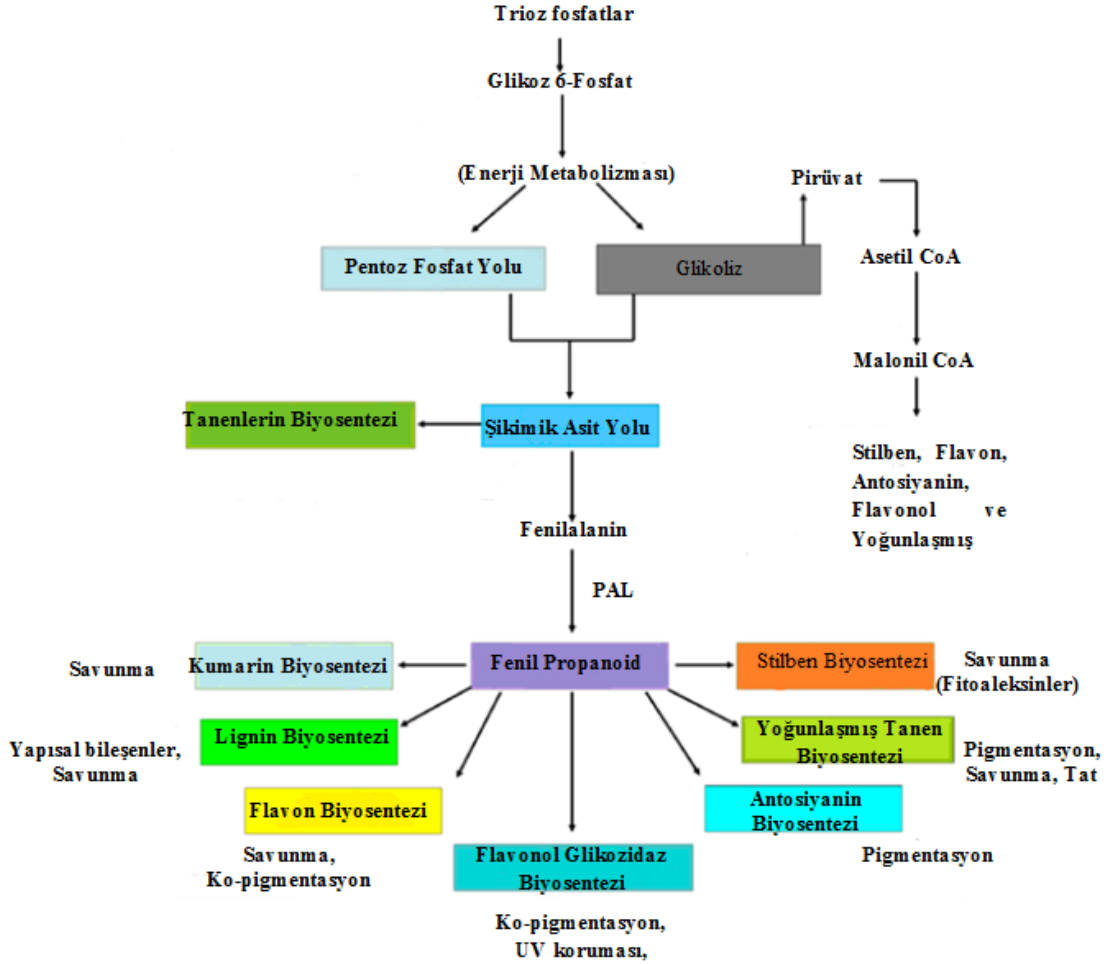
2.4. Hasat Öncesi MeJA Uygulamalarının Sekonder Metabolit Birikimi Üzerine Etkileri

Bitkilerin abiyotik ve biyotik stres koşullarına karşı enzimatik olmayan savunma sistemlerinin birini de sekonder metabolitler oluşturmaktadır. Terpenoidler, alkaloidler, fenolik bileşikler gibi çok farklı bileşiği içine alan sekonder metabolitler, bitkilerin yaşamsal fonksiyonları için mutlak gerekli olmayan, ancak bitkilerde kuraklık, tuzluluk, ultraviyole (UV) ışınları gibi değişik çevre faktörlerinin oluşturduğu stres ortamına karşı koymada, herbivorlara (böcek, sürüngen vb.) ve mikroorganizmalara (bakteri, mantar vb.) karşı savunmada, tozlanma ve tohum dağılımını sağlamak için hayvanları ve diğer taşıyıcıları cezbetmede ve baklagillerde azot fiksasyonu için kök nodül oluşumunda sinyal molekülleri olarak görev alan küçük moleküllü bileşiklerdir (Özcan vd., 1995). Ayrıca bu bileşikler bitkilerden elde edilen gıdaların renk, tat, koku gibi duyuşal özelliklerinden de sorumludurlar (Harborne ve Williams, 2000).

Fenolik bileşikler de bitkilerde bulunan en önemli sekonder metabolit gruplarından birini oluşturmaktadır. Fenolik bileşikler en az bir hidroksil grubu (OH) ve bunun fonksiyonel gruplarını içeren aromatik halkalı bileşikler olup (Vermerris ve Nicholson, 2007), flavonoidler ve fenolik asitler olmak üzere iki ana başlıkta incelenmektedirler.

Üzümdeki fenolik bileşiklerin biyosentez yolunu en iyi şekilde ifade eden şema Şekil 2.4'de verilmiştir. Fenolik bileşikler birincil metabolizma ürünleri olan basit şekerlerden şikimik asit yolu ile oluşmaktadırlar. Fenilalanin sentezi karbonhidratların eritroz-4-fosfata ve fosfoenol pirüvata dönüşmesiyle başlamakta bu da şikimik asit metabolik yolu içine girmektedir. Fenolik bileşiklerin büyük

çoğunluğunun biyosentezindeki ilk önemli aşama fenilalanininden, fenilalanin amonyum liyaz (PAL) tarafından amin grubunun (deaminasyon) uzaklaştırılmasıdır (Macheix vd., 2005).

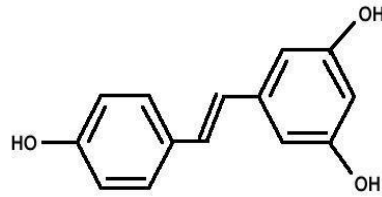


Şekil 2.4. Üzümde fenolik bileşiklerin biyosentezi (Missouri State University, 2012)

Fenolik bileşiklerce zengin meyve ve sebzelerin tüketilmesi, insanlarda bazı hastalıkları başlangıç aşamasında engellemekte ya da etkilerini azaltmaktadır (Scalbert vd., 2005). Üzüm de fenolik bileşiklerce en zengin meyve türlerinden biri olup (Ruiz-Garcia vd., 2012; Tassoni vd., 2012), üzümde elde edilen ekstraktlarının sağlık alanında önemli etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Nitekim üzümlerden elde edilen fenolik bileşiklerin, yaşlılarda körlüğe yol açan maküler dejenerasyonun görülme sıklığını düşürdüğü (King vd., 2006), nörodejeneratif hastalıkları önlediği (Sovak, 2001), hipertansiyonu düşürdüğü (Park vd., 2009), düşük yoğunluklu lipoproteinlerin (LDL) oluşumunu engellediği (Frankel vd., 1995; Lamuela-Raventos vd., 2004), kardiovasküler hastalıklara karşı koruyucu etkilerinin olduğu (Gronbaek

vd., 2000; Freedman vd., 2001; Nazzaro vd., 2009), antikanserojen (Waffo-Teguo vd., 2001; Kaefer ve Milner 2008; Wang vd., 2008) ve antimikrobiyal (Nychas vd., 2003; Göktürk Baydar vd., 2004) özellikleri ile insan sağlığı üzerinde olumlu etkilerde bulunduğu bir çok araştırma ile gösterilmiştir. Fenolik bileşikler ayrıca birçok hastalıkta rol oynadığı kanıtlanmış olan serbest radikalleri kendilerine bağlayarak güçlü antioksidan etkiler gösteren bileşikler olma özelliğini de taşımaktadırlar (Göktürk Baydar vd., 2007; Khalil vd., 2007; Korukluoğlu vd., 2010; Perumalla ve Hettiarachchy, 2011). İnsan sağlığı üzerindeki bu etkilerinin yanısıra fenolik bileşikler ayrıca ek besin veya katkı maddesi olarak gıda sanayinde, zirai ilaç olarak tarımda, kozmetik ve parfümeri ile birçok kimya sektöründe de kullanılmaktadırlar (Wink, 1999; Zhao vd., 2005).

Üzümün en önemli fenolik bileşiklerinden biri aynı zamanda bir fitoaleksin olan ve stilbenler grubunun en önemli bileşeni olan *trans*-resveratrol (3,5,4'-trihidroxy-*trans*-stilbene)'dür (Şekil 2.5). İlk olarak çöpleme bitkisi (*Veratrum grandiflorum*)'nden izole edilmiş olan resveratrol (Takaoka, 1940), uzakdoğuda ilaç olarak kullanılan yabani bir bitki olan Ko-jo-kon bitkisi (*Polygonum cuspidatum*)'nde (Qiu-Xiong ve Wei, 2013), yerfıstığı (Zhang vd., 2015), ananas ve zambak (Fan vd., 2005) gibi bitkiler dahil olmak üzere 72 bitki türünden izole edilmiş olmasına karşın, bu bileşiğin asıl kaynağının üzüm olduğu belirtilmektedir (Pazourek vd., 2000; Tassoni vd., 2005).



Şekil 2.5. *Trans*-resveratrolün kimyasal yapısı (Haneke, 2002)

Trans-resveratrol, stres faktörlerinin etkisinde kalan asmalarda strese karşı bir tepki olarak özellikle yaprak ve tanelerinde sentezlenmektedir (Jeandet vd., 2002). Nitekim biyotik ve abiyotik stres koşulları altında üzümde *trans*-resveratrol sentezinin arttığına ilişkin çok sayıda araştırma bulunmaktadır (Sarig vd., 1997;

Bavaresco ve Fregoni, 2001; Mithöfer vd., 2004; Zamboni vd., 2006; Portu vd., 2015; Ruiz-García vd., 2015).

Trans-resveratrol üzümde dışsal saldırılara karşı önemli bir savunma kalkanı oluştururken, özellikle son yıllarda sağlıkla ilgili birçok biyolojik etkilerinin de bulunduğu ortaya çıkmıştır. Genel olarak stilbenler ve özellikle *trans*-resveratrolün antibakteriyel ve antikanserojen etkilerinin yanı sıra kalbi ve sinirleri koruyan biyolojik özelliklerinin de olduğu tespit edilmiştir (Guerrero vd., 2009). Ayrıca resveratrolün, insan ömrünü uzatıcı ve yaşlanma karşıtı özellikleri de bulunmaktadır (Valenzano vd., 2006). Yapılan çalışmalarda resveratrolün serbest radikalleri tutarak kanser hücrelerinin oluşmasını ve çoğalmasını önlemede (Jang vd., 1997), mevcut tümör sayısını azaltmada (Wilson, 1999), trombosit (platelet) toplanmasını engellemede (Melzoch vd., 2001; Corre vd. 2005), koroner kalp hastalıkları riskinden korunmada (Cui vd., 2002), kalp krizi riskini azaltmada (Wilson, 1999), dokularda depolanan yağ miktarını düşürerek karaciğeri lipit peroksidasyonundan korumada (Blond vd., 1995; Kuhnle vd., 2000), LDL'yi önleyerek, kan yağlarını düşürüp damar sertliğini önlemede (Belguendouz vd., 1998), bağışıklık sistemini güçlendirmede (Celotti vd., 1996), doku hasarı ve hücre sel artışı baskılayarak cilt yapısını korumada ve anti alerjik etkiler göstermede (Cheong vd., 1999) etkili olduğu belirlenmiştir.

Üzümde önemli sekonder metabolitlerden birisi de fenilpropanoit yolu üzerinden sentezlenen antosiyaninlerdir (Şekil 2.4). Bunlar sentezlendikten sonra vakuole taşınarak orada depo maddesi olarak suda çözünmüş halde birikirler (Holton ve Cornish, 1995).

Antosiyaninler kırmızı ve mor üzümlerde kendilerine özgü kırmızıdan mora kadar değişen renklerini veren doğal renk pigmentleri olarak tanımlanmaktadır (Costa vd., 2000). Tanelerin renklenmesinden sorumlu sekonder metabolitlerden olan antosiyaninler, bu özelliklerinin yanı sıra diğer fenolik bileşikler gibi bitki savunma mekanizmalarında önemli role sahip olan bileşiklerdir (Kuc, 1995). Bunlar ayrıca renk katkı maddesi olarak gıda sanayinde önemli oldukları kadar, insan sağlığı üzerine önemli biyolojik etkileri de olan bileşiklerdir. Nitekim hastalıklardan

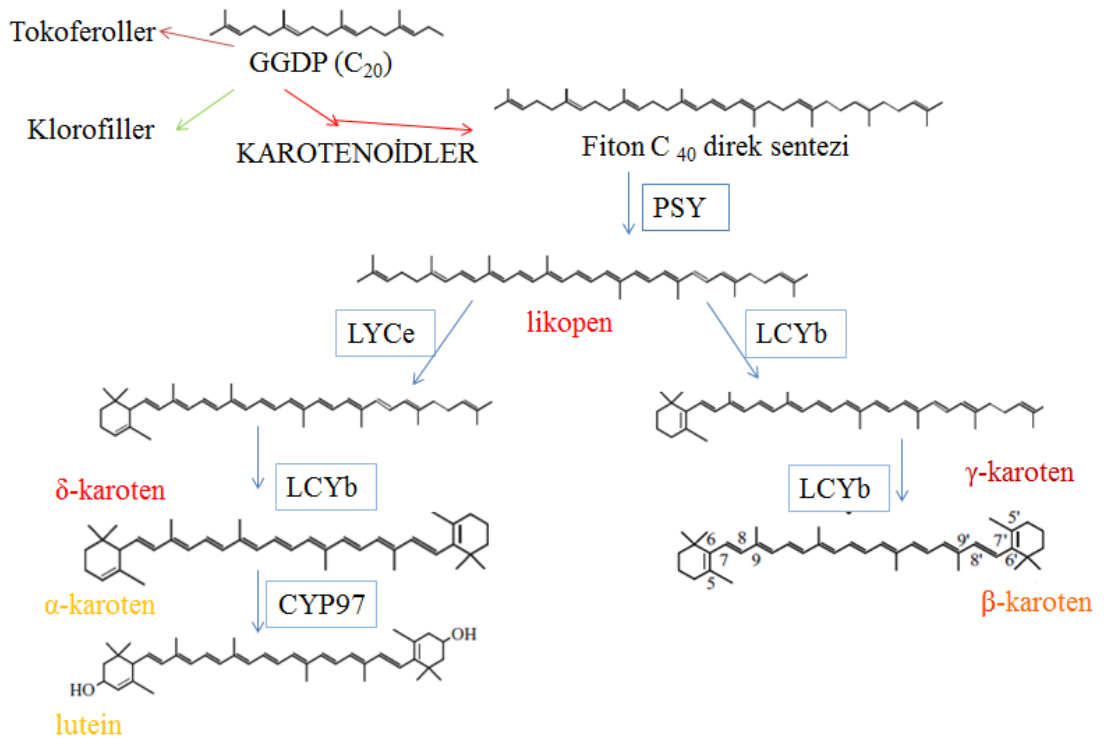
koruyucu antioksidan (Bohm vd., 1998; Galvano vd., 2004) ve anti kanserojen (Hui vd., 2010) etkiler gösterdikleri yapılan bazı araştırmalarla tespit edilmiştir.

Antioksidan özellikler taşıyan metabolitler arasında yer alan diğer bileşiklerden biri de karotenoitlerdir. Karotenoitler bitki ve hayvanlarda yaygın şekilde bulunan kırmızı, sarı, kahverengi ya da turuncu renkteki lipit bileşiklerdir. Karotenoitler hemen hemen tüm yüksek bitkilerde ve pek çok mikroorganizmada (kırmızı ve yeşil algler, fotosentetik bakteriler ve mantarlarda) değişik miktarlarda bulunmaktadır (Kaçar, 2006; Kaiser vd., 2007). Birçok meyve ve sebzeye rengini veren karatenoidler, isopropanoit bileşikler olup (Hirschberg, 2001), doğal kaynaklardan izole edilen ve farklı yapılar da olabilen 700'den fazla tipi olduğu bildirilmektedir (Britton, 1998).

Karotenoitlerin kırmızıbiber, domates, gül ve benzeri bitkilerin kırmızı pigmenti olarak bilinen likopenin türev maddeleri olarak kabul edilebilecekleri söylenmektedir. Bitkilerde en çok bulunan karotenoit turuncu-sarı renkli olan β -karotendir. Genellikle β -karoten değişik miktarlardaki α -karoten ile birlikte bulunmaktadır. Yapılarında yalnızca karbon ve hidrojen bulunan karotenoitler, "hidrojen karotenoitleri" diye adlandırılmaktadırlar. Bunlardan oksijen içerenlere ksantofil adı verilmektedir. Karotenoitler de klorofil gibi kloroplast içerisinde suda çözünmez protein bileşikleri şeklinde bulunmaktadır. Klorofiller ve karotenoitler kloroplastlarda aynı proteine bağlanıp fotosintin adı verilen bileşiği oluştırmaktadırlar. Fotosentezde karotenoitler iki yönden önem taşımaktadırlar. İlk olarak karotenoitler ışık ve oksijen karşısında klorofillerin parçalanmasını (fotooksidasyonu) önlemektedirler. Karotenoitlerin fotosentez için ikinci önemi, fotosentetik sistem içerisinde belli dalga boylarında ışık enerjisini absorbe edip klorofile aktarmak suretiyle fotosentez olayına katkıda bulunmaktadır (Kaçar, 2006).

Hem hayvan hem de insan beslenmesinde bitkilerdeki karotenoit miktarının önemi, antioksidan oranı ve potansiyel provitamin A içeriği nedeniyle dikkat çekmektedir (Rodriguez-Amaya, 2010). Asmalarda yaprak ve tane kabuklarında en fazla bulunan karotenoitler lutein ve β -karoten'dir (Marais vd., 1991; Razungles vd., 1996). Üzümlerde karotenoit ve ksantofilin oluşum yerinin kloroplastlar olduğu

bildirilmektedir (Baumes vd., 2002). Karotenoitlerin yüksek bitkilerdeki biyosentez yolu, izopentenil difosfat (IDP) (C5) ile başlar ve bunun izomeri olan dimetilalil difosfat (DMADP) ile devam etmektedir. Bunu takip eden aşamada IDP ve DMADP'nin yoğunlaşması ile C10 geranildifosfat (GDP) molekülü oluşmaktadır (Burns vd., 2003). Buradan da Şekil 2.6'da görüldüğü gibi geranil geranil difosfat (C20) oluşur ve sonrasında yoğunlaşmalar ve difosfatın ortamdaki uzaklaşması sonucunda üç konjuge çift bağlı renksiz karoten ve fiton (C40), bir dizi desaturasyon reaksiyonuna uğrayarak likopen gibi renkli karotenoitler üretilmiş olur (Fraser ve Bramley, 2004; Esteban vd., 2015). Genellikle likopen, ksantofil üretiminden daha fazla değişiklik gösteren α -karoten ve β -karoten ile sonuçlanan halkalı zincir reaksiyonlarının habercisidir (Howitt ve Pogson, 2006). Karotenoitler, absorbe ettikleri ışığın klorofillere transferini (Siefferman-Harms, 1987) ve tilakoid membran stabilitesini (Niyogi vd., 2001) sağlayarak zararlı olan serbest klorofillerin ve reaktif oksijen türlerinin zararlarını önlemektedirler (Collins, 2001). Karotenoit ailesinde molekülleri ayıran enzimatik sistemlerin içeriği henüz tam olarak tespit edilmiş olmasada dioksijenaz (CCD) enzimlerinin bitki apokarotenoitlerinin üretimine dahil olduğu bildirilmiştir (Walter ve Strack, 2011; Young vd., 2012).



Şekil 2.6. Karotenoitlerin biyosentezi (Esteban vd. 2015)

Karotenoitlerden en az bir β -iyon halkasına sahip olan β -karoten yada β -kriptoksantin, A vitamini öncüsü olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Melendez-Martínez vd., 2005; Edem, 2009). Karotenoitlerin insan beslenmesinde önemli antioksidan aktiviteye sahip olmakla birlikte, kardiyovasküler hastalıklar ve dejeneratif süreçler ile kansere karşı koruyucu etkileri bulunmaktadır (Fraser ve Bramley, 2004; Lichtenstein, 2009; Nishino vd., 2009). Ayrıca karotenoitler, yiyeceklerdeki doğal renklendiriciler olarak, eczacılıkta beslenme takviyesi olmasının yanı sıra sağlık yada kozmetik amaçlı ürünlerin yapımında kullanım alanına sahiptirler (Hernández-Almanza vd., 2014).

MeJA bir sinyal molekülü olarak bitkilerde sekonder metabolit üretimini teşvik etmektedir. Nitekim yapılan araştırmalar dışsal MeJA uygulaması yapılan sağlıklı bitkilerin herhangi bir stres koşuluna maruz kalmamasına rağmen, savunma sistemlerini uyardığını, bu özellikten yararlanılarak, dışsal MeJA uygulamalarının birçok bitkide değişik metabolitlerin uyarılması amacıyla kullanılmakta olduğu bilinmektedir (Percival ve MacKenzie, 2007; Wang vd., 2008; Zapata vd., 2014). Nitekim bu etkilerinden dolayı MeJA özellikle asmada *in vitro* sekonder metabolit üretiminde yoğun olarak kullanılmaktadır (Repka vd., 2004; Tassoni vd., 2005; Belhadj vd., 2008; Çetin ve Göktürk Baydar, 2016).

Asma fenolik bileşiklerce zengin bir bitki olduğu için, *in vivo* koşullarda dışsal MeJA uygulamalarının daha çok fenolik bileşikler ve bunların sentezi üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmalardan birinde Larronde vd. (2003), MeJA uygulamasının stilben birikimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, Cabernet Sauvignon üzüm çeşidine kontrollü sera koşullarında gaz formunda 400 nmol l⁻¹ MeJA uygulamışlardır. Çalışmada MeJA uygulamasının hem yapraklarda hem de tanelerde stilben miktarını artırdığı, ancak yapraklarda piceid formunda stilben birikimi meydana gelirken, tanelerde uygulama zamanına bağlı olarak *trans*-resveratrol birikiminin uyarıldığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar elde ettikleri bulgulara göre MeJA'nın, asmaların savunma mekanizmasının başlatılmasında bir mesaj molekülü olarak çalıştığını vurgulamışlardır.

Asma hayatı boyunca verim ve kalitesini olumsuz yönde etkileyen birçok patojene maruz kalmaktadır. Bunlardan biri de bağ küllemesine neden olan *Erysiphe*

necator'dur. Belhadj vd. (2006), bu etmene karşı bitkinin savunma sisteminin önemli bir parçası olan stilbenlerin sentezini teşvik ederek, hastalığı kontrol etme yönündeki etkilerini belirlemek için dışsal MeJA uygulaması yapmışlardır. Bu amaçla Cabernet Sauvignon çeşidine ait 10-12 yapraklı çeliklere sera koşullarında 5 mM, Merlot çeşidine ait omcalara da bağ koşullarında 5 ve 15 mM konsantrasyonlarında MeJA uygulamışlar ve asmalardaki 5 majör stilbenin (*trans*-resveratrol, piceid, ϵ -viniferin, δ -viniferin ve pterostilbenleri) değişimini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda MeJA uygulamalarının, kontrolle kıyaslandığında hem stilben sentezini hem de patojen savunması ile ilgili olan proteinleri ve stilben sentezine katılan enzimleri artırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca MeJA'nın hem çeliklerde hem de bağda küllemeye karşı toleransı sırasıyla % 75 ve % 73 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda MeJA'nın tarımsal savaşta etkili bir elisitör olarak kullanılabilen alternatif bir strateji olabileceği vurgulanmıştır.

Üzümde gri küf (*Botrytis cinerea*)'ün zararlı etkilerinin MeJA yoluyla önlenme olanaklarının incelendiği bir hasat sonu çalışmada ise *Vitis vinifera* L. \times *Vitis labrusca* L. melezi Kyoho üzüm çeşidine ait tanelere 20°C'de 6 saat süresince 1, 10, 50, 100 $\mu\text{mol l}^{-1}$ konsantrasyonlarında MeJA uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda 50 ve 100 $\mu\text{mol l}^{-1}$ MeJA uygulanan tanelerde *trans*-resveratrol ve ϵ -viniferin miktarları ile savunma ile ilişkili VvNPR1.1 geninin transkripsiyonunu önemli derecede arttırdığı ve hastalık oluşumunun engellendiği tespit edilmiştir (Wang vd., 2015).

Vezzulli vd. (2007) de bağda hasat öncesi MeJA uygulamalarının stilben sentezi üzerine olan etkilerini inceledikleri araştırmalarında, 3309 anacı üzerine aşılı Barbera üzüm çeşidine ait salkımlara tane tutumu, ben düşme ve olgunlaşma döneminde MeJA uygulaması yapmışlardır. Araştırma sonucunda MeJA uygulamalarının olgunlaşma dönemindeki tanelerde *trans*-resveratrol ve ϵ -viniferin üretimini önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir.

Asma da farklı zamanlarda ve farklı konsantrasyonlarda hasat öncesi MeJA uygulamasının yapıldığı bir çalışmada ise, İran'da yetişen iki farklı üzüm çeşidi (Rajabie Sefide Shiraz ve Keshmeshie Ghermez)'ne ait yaprak ve tanelerde *trans*-resveratrol miktarları araştırılmıştır. Rajabie Sefide Shiraz çeşidinde, Keshmeshie

Ghermez çeşidine göre, tanelerde de yapraklara göre daha fazla miktarlarda *trans*-resveratrol sentezlendiği tespit edilmiştir. MeJA uygulanan tane ve yapraklarda *trans*-resveratrol miktarı kontrollerle kıyaslandığında daha yüksek olduğunun belirlendiği araştırmada, her iki çeşitte de en yüksek *trans*-resveratrol miktarı tam çiçeklenmeden 4 hafta sonra 1 mM konsantrasyonda yapılan MeJA uygulamasında saptanmıştır (Mahmoodi Pour vd., 2008).

Ruiz Garcia vd. (2012) de 110 R anacı üzerine aşılı Mourvedre üzüm çeşidinde omcalara ilki ben düşme döneminin hemen öncesinde olmak üzere 3'er gün aralıklarla toplam 3 kez 10 mM konsantrasyonunda MeJA uygulayarak antosiyaninler, flavonoller, proantosiyaninler ve tanenlerde ortaya çıkan farklılıkları incelemiştir. Araştırma sonucunda antosiyanin ve proantosiyanin miktarlarında kontrollerle kıyaslandığında önemli farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.

Syrah üzüm çeşidine hasat öncesi MeJA uygulaması yapan Fernandez-Marin vd. (2014) MeJA uygulamasının antosiyanin miktarını kontrole göre % 11 oranında artırdığını; *trans*-resveratrol ve piceatannol gibi stilbenlerin sentezi üzerinde de olumlu etkilerde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

110 R anacı üzerine aşılı Tempranillo üzüm çeşidine ait bir bağda, omcalara hasat öncesi 10 mM konsantrasyonunda MeJA uygulamasının toplam antosiyanin miktarını önemli derecede artırdığı belirlenmiştir. Buna göre kontrollerde 992 mg l^{-1} olan toplam antosiyanin miktarı, MeJA uygulanan omcalardan alınan tanelerde 1122 mg l^{-1} 'e çıkarak % 23 oranında artmıştır. Ancak toplam flavonol, toplam flavanol ve toplam fenolik asitlerin miktarında MeJA uygulamalarının önemli bir etkisi gözlenmemiştir. Toplam stilben miktarının ise MeJA uygulanan bitkilerde, kontrol bitkilerine oranla 4 kat arttığı tespit edilmiştir. Stilbenler içinde *trans*-resveratrol ile *cis*-resveratrolün miktarında önemli bir değişiklik bulunamazken, *trans*-piceid ve *cis*-piceid'in miktarlarının MeJA uygulamaları ile önemli derecede arttığı saptanmıştır. Buna göre kontrol bitkilerinde 0.65 mg kg^{-1} olan *trans*-piceid miktarının MeJA uygulananlarda 3.65 mg kg^{-1} 'e; 0.39 mg kg^{-1} olan *cis*-piceid miktarının da 1.30 mg kg^{-1} 'a çıktığı belirlenmiştir. Araştırmada ayrıca MeJA uygulaması yapılmış omcalardan hasat edilen tanelerden yapılan şaraplarda kontrollerden elde edilenlere kıyasla antosiyaninlerin, flavonollerin ve toplam stilbenlerin önemli derecede yüksek

olduğu da tespit edilmiştir (Portu vd., 2015). Benzer şekilde üzümlere uygulanan MeJA'nın bu üzümlerden yapılan şarapların antosiyanin ve fenolik bileşik içeriğini artırdığına ilişkin sonuçlar daha önceden yapılan çalışmalarla da tespit edilmiştir (Ruiz-Garcia vd., 2012; Fernandez-Marín vd., 2014).

Hasat ncesi MeJA uygulamalarının sekonder metabolit üretimi üzerine olan etkilerinin farklı bitkilerde incelendiği çalışmalar da bulunmaktadır. Ahudududa toplam fenolik madde ve antosiyanin (Wang ve Zheng, 2005; Chanjirakul vd., 2006); yaban mersininde antosiyanin ve polifenoller (Percival ve MacKenzie, 2007); elmada antosiyanin ve toplam fenolik madde (Shafiq vd., 2011; Shafiq vd., 2013); çilekte *trans*-resveratrol (Wang vd., 2007); böğürtlende antosiyanin, toplam fenolik madde ve flavonoidler (Wang vd., 2008); turpta fenolik bileşikler ve PAL aktivitesi (Kim vd., 2006); şeftalide toplam fenolik madde (Jin vd., 2009); narda antosiyanin (Sayyari vd., 2011); erikte toplam fenolik madde (Küçüker vd., 2014; Martnez-Espl vd., 2014; Zapata vd., 2014); Pitaya ejder meyvesinde (*Hylocereus undatus*) toplam fenolik madde ve toplam flavonoid (XiaoAn vd., 2015) zerine MeJA uygulamalarının etkilerinin incelendiği çalışmalar örnek olarak verilebilir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmada kullanılan bitkisel materyal ve özellikleri

Bitkisel materyal olarak yerli çeşitlerimizden Horoz Karası (sin: Antep Karası, Kilis Karası) üzüm çeşidine ait omcalar kullanılmıştır. Horoz Karası (şekil 3.1), orta mevsimde olgunlaşan, taneleri çok iri ve yumurta şeklinde, siyaha yakın morumsu renkte tanence zengin bir üzüm çeşididir. Taneleri dolgun, etli ve orta sulu olup, sofralık ve kurutmalık olarak değerlendirilmektedir (Çelik, 2006).



şekil 3.1. Horoz Karası üzüm çeşidi

3.1.2. Araştırma alanı ve toprak özellikleri

Bu araştırma 2011 ve 2012 yıllarında Isparta Senirkent ilçesi Sellik mevkiinde kordon terbiye şekli verilmiş, sıra üzeri ve arası mesafesi 1.5x4 m olarak dikilmiş ve kendi kökleri üzerinde tesis edilmiş 6 yaşındaki bir bağda yürütölmüştür. Bağın su ve

gübre ihtiyacının karşılanmasında damla sulama sistemi kullanılmış olup budaması ise kısa budama olup, 2 göz üzerinden yapılmıştır. Araştırma bağında iklime göre her yıl değişmekle birlikte 2011 yılında ben düşme 03.08.2011, 21.07.2012, t, hasat dönemi ise 01.10.2011, 19.09.2012 tarihlerinde gerçekleşmiştir. Araştırma alanı, 38° 07' 24" kuzey enlemi ile 30° 34' 20" doğu boylamında bulunmakta olup, denizden yüksekliği 954 metredir (Şekil 3.2).

Araştırmanın yürütüldüğü bağ toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin verildiği Çizelge 3.1 incelendiğinde, bağ toprağı tınlı toprak bünyesine sahip, hafif alkali saturasyon gösteren bir topraktır. Tuz içeriği son derece düşük olan bağ toprağı, orta düzeyde kireçli olup, organik madde miktarı % 1.90 ile düşük, potasyum miktarı ise 5696.00 ppm ile çok yüksek seviyelerde bulunmaktadır. Bağ toprağı ayrıca kalsiyum, fosfor ve çinko miktarlarınca da zengindir.

Çizelge 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü bağ toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Toprak Bünyesi (%)	40	Tınlı
Tuzluluk (mmhos/cm)	0.15	Tuzsuz
pH	7.61	Hafif Alkali
Kireç (Kalsimetrik) (%)	7.28	Orta
Organik Madde (%)	1.90	Düşük
Fosfor (Olsen-ICP) (ppm)	34.00	Yüksek
Potasyum (A.Asetat-ICP) (ppm)	5696.00	Çok Yüksek
Kalsiyum (A.Asetat-ICP) (ppm)	4022.00	Yüksek
Magnezyum (A.Asetat-ICP) (ppm)	110.00	Düşük
Demir (DTPA-ICP) (ppm)	2.88	Orta
Bakır (DTPA-ICP) (ppm)	2.39	Orta
Mangan (DTPA-ICP) (ppm)	4.56	Orta
Çinko (DTPA-ICP) (ppm)	5.48	Yüksek

*Analizler, Eğirdir Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü tarımsal analiz laboratuvarında yapılmıştır.



Şekil 3.2. Araştırmanın yapıldığı bağ alanı

3.2. Yöntem

3.2.1. MeJA uygulamaları

Araştırmada MeJA, Sigma-Aldrich Co. firmasından temin edilmiştir. MeJA, Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalara Çizelge 3.2’de ayrıntılı olarak gösterildiği şekilde farklı MeJA konsantrasyonları ile uygulama zamanlarını içeren 4 farklı şekilde uygulama yapılmıştır. MeJA uygulamaları gün aşırı olmak üzere 3’er kez tekrarlanmıştır. Etanolde çözüldürülerek su ile hazırlanmış MeJA çözeltilerine ayrıca yayıcı ve yapıştırıcı olarak % 0.02 oranında Tween 20 ilave edilmiştir. Kontrol omcalara ise MeJA çözeltisinin hazırlanmasında kullanılan miktar kadar etanol ve % 0.02 Tween 20 içeren su uygulanmıştır. Uygulamalar her bir omcaya 1 litre olacak şekilde pülverizatör yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Araştırma Yıllarda Tekrarlanan Ölçümlü Deneme Desenine göre her uygulama için 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 8 adet omca olacak şekilde kurulmuştur.

Çizelge 3.2. Hasat öncesi omcalara yapılan MeJA uygulamaları

Uygulama	Uygulama dönemi	MeJA konsantrasyonu (mM)
Kontrol	-	0
MeJA-1	Ben düşme döneminden 15 gün sonra	5
MeJA-2	Ben düşme döneminden 15 gün sonra	10
MeJA-3	Ben düşme döneminden 15 gün sonra + hasat döneminde	5
MeJA-4	Ben düşme döneminden 15 gün sonra + hasat döneminde	10



Şekil 3.3. Yaprak ve salkımlara yapılan MeJA uygulamaları

3.2.2. Hasadın yapılması, yaprak ve tane örneklerinin alınması

Hasat işlemi, hasat döneminde yapılan en son MeJA uygulamasından 1 hafta sonra yapılmıştır. Hasat döneminde uygulama yapılmayan 1. grup omcalarda da hasat işlemi yine aynı zamanda gerçekleştirilmiştir. Yaprak örnekleri sürgünün dipten itibaren 9-12. boğumları arasındaki yapraklardan; tane örnekleri de omcanın farklı

kısımlarından toplanan çok sayıdaki salkımın üst, orta ve ucundan, iç ve dış kısımlarından tesadüfi olarak alınmışlardır. Yaprak ve tane örneklerinden bir kısmı hasat sonrası hemen yapılması gereken analizlerde kullanılmış; bir kısmı da daha sonra yapılacak analizler için paketlenip, etiketlendikten sonra -18 °C’de muhafaza edilmişlerdir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Paketlenip, etiketlenmiş yaprak ve tane örneklerinin derin dondurucuda saklanması

3.2.3. İncelenen özellikler

3.2.3.1. Omca başına verim

Hasat zamanında, her bir uygulamadaki bütün omcalar tekerrürler bazında hasat edilerek, salkımların tartımları yapılmış ve kg cinsinden omca başına verim değerleri belirlenmiştir.

3.2.3.2. Ortalama salkım ağırlığı

Hasat zamanında her bir uygulamadaki omcaların tekerrürler bazında hasat edilmesi ile elde edilen toplam salkım ağırlığının, salkım sayısına bölünmesiyle g cinsinden hesaplanmıştır.

3.2.3.3. Ortalama tane ağırlığının belirlenmesi

Her bir uygulama için tekerrürler bazında tesadüfen alınan 100 tane ağırlığının, tane sayısına bölünmesi ile g cinsinden belirlenmiştir.

3.2.3.4. Suda çözünebilir kuru madde miktarının (SÇKM) belirlenmesi

Her bir uygulama için tekerrürler bazında tesadüfen alınan tanelerin sırası çıkarılarak, SÇKM değerleri el refraktometresi ile % olarak belirlenmiştir.

3.2.3.5. Titrasyon asitliğinin belirlenmesi

Her bir uygulama için tekerrürler bazında tesadüfen alınan tanelerin sırası çıkarılarak, Nelson (1985)'a göre tartarik asit cinsinden titrasyon asitliği tespit edilmiştir.

3.2.3.6. Yaprak en/boy oranının belirlenmesi

Her bir uygulama için tekerrürler bazında alınan 10 adet yaprakta en ve boy uzunlukları cetvelle ölçülmüş ve birbirlerine bölünerek en/boy oranları belirlenmiştir.

3.2.3.7. Yaprak stoma sayısının belirlenmesi

Yaprak stoma sayısı Morgan vd. (1993)'ne göre belirlenmiştir. Buna göre tekerrürler bazında tesadüfen alınan 5 adet yaprağın alt epidermislerinden alınan örnekler mikroskop altında lam ve lamel arasına sabitlenerek, belirli mikroskop alanındaki stomaların sayısı saptanmıştır. Bu değer mm^2 'ye dönüştürülmek suretiyle birim alandaki stoma sayısı belirlenmiştir.

3.2.3.8. Prolin miktarının belirlenmesi

Prolin miktarının belirlenmesinde Bates vd. (1973)'nin metodu kullanılmış olup, 0.5 g yaprak ve tane örnekleri öncelikle % 3'lük sülfosalisilik asit ile homojenize edilmiştir. Filtre edilen homojenatın üzerine asit ninhidrin ve glasiyel asetik asit ilave

edilip, 100 °C’de 1 saat süre ile su banyosunda bekletilmelerinin ardından buz banyosuna alınmışlardır. Bu karışım toluenle ekstrakte edildikten sonra sıvı fazdan aspire edilen toluen fraksiyonunun absorbansı spektrofotometrede 520 nm dalga boyunda okunmuştur. Hesaplamalar prolin standardıyla oluşturulan kalibrasyon eğrisi yardımıyla $\mu\text{mol g}^{-1}$ taze ağırlık olarak belirlenmiştir.

3.2.3.9. Klorofil içeriklerinin belirlenmesi

Klorofil analizleri Witham vd. (1971)’ne göre yapılmış olup, analizlerde 0.5 g taze yaprak ve tane örnekleri kullanılmıştır. Örnekler önce % 80’lik aseton ile ekstrakte edilmiş ve 5000 rpm’de 5 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. Supernatant kısmı bir behere alınmış, kalıntı ise renksiz hale gelinceye kadar % 80’lik aseton ile ekstrakte edilmiştir. Daha sonra bir araya toplanan supernatantların spektrofotometrede 645 ve 663 dalga boylarında okumaları yapılmıştır. Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları aşağıda verilen formüllere göre hesaplanmıştır:

$$\text{Klorofil a (mg g}^{-1}\text{)} = [12.7 (A_{663}) - 2.69 (A_{645})] \times (v/1000xw) \quad (3.1)$$

$$\text{Klorofil b (mg g}^{-1}\text{)} = [22.91 (A_{645}) - 4.68 (A_{663})] \times (v/1000xw) \quad (3.2)$$

$$\text{Toplam klorofil (mg g}^{-1}\text{)} = \text{klorofil a} + \text{klorofil b} \quad (3.3)$$

v= Ekstrakt hacmi (ml)

w= Ekstrakte edilen yaprak ağırlığı (g)

A= Belirtilen dalga boylarının absorbans değerleri

3.2.3.10. Çözünabilir protein miktarlarının belirlenmesi

Çözünabilir protein miktarının belirlenmesi amacıyla 1 g yaprak ve tane örneği 2 mM Na-EDTA ve % 1 PVP içeren 4 ml 50 mM potasyum fosfat bafır çözeltisi (pH:7.0) ile homojenize edildikten sonra, 4 °C’de 10.000 rpm’de 10 dakika santrifüjlenmiş ve elde edilen süpernatantlar protein analizleri için kullanılmıştır (Özden vd., 2009).

Yaprak ve tane ekstraktlarındaki protein içeriği; Bradford (1976) yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla Coomassie Brilliant Blue % 95’lik etanolde çözdürülmüş

ve daha sonra üzerine % 85'lik fosforik asit (H_3PO_4) eklenmiştir. Boya tamamen çözüldükten sonra, solüsyonun son hacmi 1000 ml olacak şekilde distile su ile tamamlanmıştır. 10-100 mg protein içeren 100 µl örnek 5 ml Coomassie blue karışımı ile karıştırılmış ve elde edilen karışım oda sıcaklığında 10 dakika bekletildikten sonra spektrofotometrede 595 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak Bovine Serum Albumin (BSA) kullanılarak hazırlanan kalibrasyon eğrisinden yararlanılarak hesaplanan toplam protein miktarı $mg\ g^{-1}$ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.3.11. Antioksidan enzim aktivitesinin belirlenmesi

Antioksidan enzim aktivitesinin belirlenmesinde, toplam çözünebilir protein miktarının belirlenmesi için elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır.

Süperoksit dismutaz (SOD; EC 1.15.1.1) enzim aktivitesinin belirlenmesi

Yaprak ve tanelerdeki süperoksit dismutaz (SOD) enzimi aktivitesinin belirlenmesi Gong vd. (2005)'nin metoduna göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre, 50 mM potasyum fosfat bafır çözeltisi (pH:7.3), 13 mM L-methionin, 75 µM Nitroblue Tetrazolium (NBT), 0.1 mM EDTA, 4 µM riboflavin ve 0.25 ml enzim ekstraktı içeren 3 ml reaksiyon karışımı, 48 µmol foton $m^{-2}\ s^{-1}$ ışık şiddeti altında 10 dakika bekletilmiş ve spektrofotometrede 560 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. 1 ünite SOD aktivitesi, riboflavin ve ışık varlığında NBT'nin foto redüksiyonunun % 50'sini inhibe etmek için gerekli olan enzim miktarı olarak tanımlandığından, SOD aktivitesi buna göre belirlenmiş ve ünite $mg\ protein^{-1}$ olarak ifade edilmiştir.

Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) enzim aktivitesinin belirlenmesi

CAT enzimi aktivitesi Çakmak vd. (1993)'ne göre belirlenmiştir. Yöntem H_2O_2 'in 240 nm'deki absorbansında oluşan azalmanın spektrofotometre ile belirlenmesi prensibine dayanmaktadır. 50 mM potasyum fosfat bafır çözeltisi (pH:7.0) ve 15 mM H_2O_2 içeren karışıma enzimin ilave edilmesi ile başlatılan reaksiyon 3 dakika boyunca izlenmiştir. CAT aktivitesi $39.4\ mM^{-1}\ cm^{-1}$ ekstinksiyon katsayısı kullanılarak hesaplanmış ve $\mu mol\ dak^{-1}\ mg\ protein^{-1}$ olarak ifade edilmiştir.

Askorbat Peroksidaz (APX; EC 1.11.1.11) enzim aktivitesinin belirlenmesi

APX enzim aktivitesi Özden vd. (2009)'nin belirledikleri yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Yöntemin temeli, örnekteki enzim tarafından okside edilen askorbatın 290 nm'deki absorbansında oluşan azalmanın spektrofotometre ile belirlenmesine dayanmaktadır. 50 mM potasyum fosfat bafır çözeltisi (pH:7.0), 0.5 mM askorbik asit, 1 mM EDTA-Na₂ ve 0.1 mM hidrojen peroksit (H₂O₂) içeren karışıma enzim ekstraktının ilavesi ile askorbat oksidasyonu başlatılmış ve 3 dakika boyunca reaksiyon izlenmiştir. APX aktivitesi 2.8 mM⁻¹ cm⁻¹ ekstinsiyon katsayısı kullanılarak hesaplanmış ve µmol dak⁻¹ mg protein⁻¹ olarak ifade edilmiştir.

3.2.3.12. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Yaprak ve tanelerde fenolik madde ekstraksiyonunda taze yaprak ve tane örnekleri kullanılmıştır. Bu amaçla yaprak örneklerinden 1 g, tane örneklerinden de 5 g alınarak, % 0.1 oranında HCl içeren % 70'lik metil alkol ile 1 dakika homojenize edilmiş, ardından her biri 30'ar dakika olmak üzere 2 kez ultrasonik su banyosunda ekstrakte edilmişlerdir. Filtre işleminin ardından ekstraktlar fenolik madde analizlerinde kullanılmışlardır.

Yaprak ve tanelerden yukarıdaki şekilde hazırlanan ekstraktlarda toplam fenolik madde miktarı Folin Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak, Singleton ve Rossi (1965)'ye göre yapılmıştır. Spektrofotometrede okumalar 765 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiş ve standart gallik asit çözeltisinden hazırlanan körveden yararlanılarak toplam fenolik bileşik miktarları, gallik asit eşdeğeri cinsinden mg g⁻¹ taze ağırlık olarak hesaplanmıştır.

3.2.3.13. *Trans*-resveratrol miktarının belirlenmesi

Yaprak ve tane örneklerinde *trans*-resveratrol miktarının belirlenmesinde Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (High Pressure Liquid Chromatography, HPLC) kullanılmıştır. *Trans*-resveratrol analizleri Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümünde bulunan Shimadzu marka HPLC cihazı kullanılarak yapılmıştır. Buna göre HPLC ile ilgili özellikler Çizelge 3.3'de,

kullanılan gradient program Çizelge 3.4’de, *trans*-resveratrol standartına ait kromatogram Şekil 3.5’de, örneğe ait kromatogram ise Şekil 3.6’da sunulmuştur.

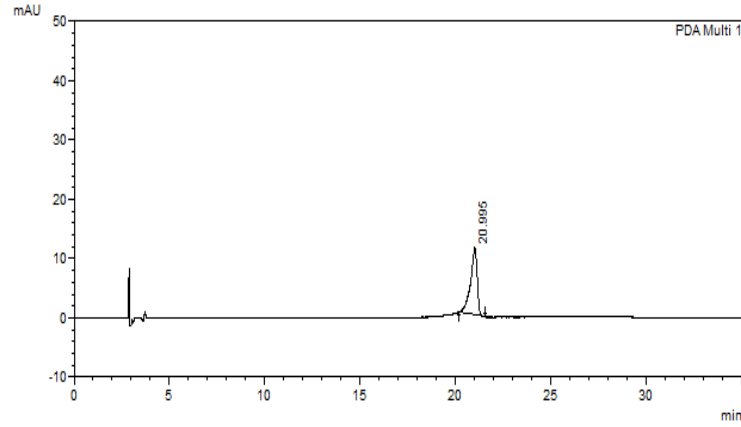
Çizelge 3.3. *Trans*-resveratrol analizinde kullanılan HPLC cihazı ile ilgili özellikler

Dedektör	DAD SPD-M20A (190-800 nm)
Kolon fırını	CTO-10AS vp
Pompa	LC- 20AD
Degasser	DGU-20A3R
Kolon	GL Sciences Inertsil ODS-4 (250x4.6 mm) 5 µm
Mobil faz	A: % 2 Asetik asit, B: % 100 Metil alkol
Enjeksiyon hacmi	20 µL
Akış hızı	1 ml dak ⁻¹
Kolon sıcaklığı	40 °C

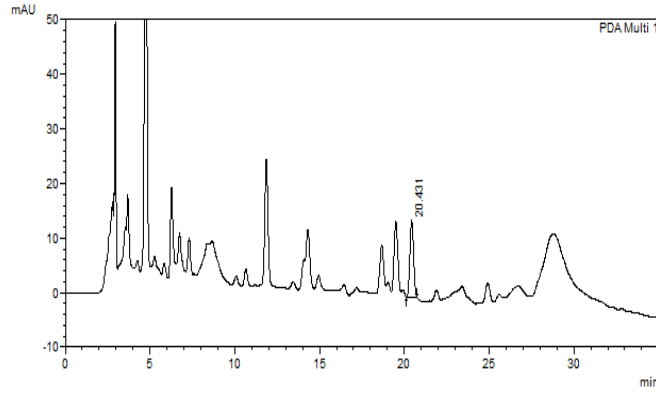
Çizelge 3.4. Araştırmada *trans*-resveratrol analizlerinde kullanılan gradient program

Zaman (dakika)	A* (%)	B** (%)
0 (Başlangıç)	70	30
15	60	40
25	55	45
30	70	30
35 (Bitiş)	70	30

* % 2 Asetik asit, ** % 100 Metil alkol



Şekil 3.5. Araştırmada kullanılan *trans*-resveratrol standartına ait kromatogram



Şekil 3.6. Örneğe ait *trans*-resveratrol kromatogramı

3.2.3.14. Antosiyanin miktarının belirlenmesi

Tanelerde antosiyanin miktarının belirlenmesinde kullanılacak ekstraksiyon işlemleri Revilla vd. (1998)'nin kullanmış oldukları metoda göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre 50 adet tane metil alkol/HCl (98:2) karışımı içerisinde homojenize edilmiştir. 4 °C de 24 saat bekletildikten sonra 9000 rpm de 10 dk santrifüjlenmiş ve süpernetant kısmı alınarak analize hazır hale getirilmiştir. Üzümlerdeki antosiyanin miktarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan pH diferansiyel metodu (Wrolstad, 1976) kullanılmıştır. Spektrofotometrede okumalar 520 ve 700 nm dalga boylarında ve 1.0-4.5 olmak üzere iki farklı pH derecesinde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar malvidin-3-glikozit cinsinden $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ TA olarak tespit edilmiştir.

3.2.3.15. Toplam karotenoit miktarının belirlenmesi

Yaprak ve tane örneklerinde karotenoit analizleri Kirk ve Allen (1965)'e göre yapılmıştır. Buna göre 0.5 g örnek % 80'lik aseton ile ekstrakte edilmiş ve spektrofotometrede 480, 645 ve 663 dalga boylarında okumaları yapılmıştır. Örneklerdeki toplam karotenoit miktarı aşağıda verilen formüle göre $\mu\text{g g}^{-1}$ cinsinden hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam karotenoit miktarı } (\mu\text{g/g}) = A_{480} + (0,114 \times A_{663} - 0,638 \times A_{645}) \times v/w \quad (3.4)$$

v=Son hacim (ml)

w=örnek ağırlığı (g)

A= Belirtilen dalga boylarının absorbans değerleri

3.2.4. İstatistik analizler

Fiziksel ve kimyasal analizlerden elde edilen verilerin analizinde, tekrarlanan ölçümlü varyans analiz tekniği kullanılarak analiz edilmişlerdir. Çalışmada MeJA uygulama faktörünün (0) kontrol, ben düşme döneminden 15 gün sonra 5 ve 10 mM dozları, ben düşme döneminden 15 gün sonra ve hasat olmak üzere iki dönemde 5 ve 10 mM dozları olmak üzere 5 seviyesi, yıl faktörünün de 2011 ve 2012 olmak üzere 2 seviyesi bulunmaktadır. Alt gruptaki tekerrür sayısı 3 olup, her tekerrürde 8 adet omcadan alınan örneklerin ortalaması alınarak faktörlerin seviye ortalamaları elde edilmiştir. Faktörlerin seviye ortalamaları arasındaki farklılıkların değerlendirilmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. İstatistik hesaplamalar, Statistica 8 Software (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA) paket programından yararlanılarak yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Hasat öncesi MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidinde verim, kalite, sekonder metabolit üretimi ve bazı biyokimyasal değişimler üzerine etkilerinin incelendiği bu doktora tez çalışmasında elde edilen sonuçlar başlıklar halinde aşağıda sunulmuştur.

4.1. MeJA Uygulamalarının Verim Üzerine Etkileri

Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalara yapılan hasat öncesi MeJA uygulamaları sonucunda elde edilen omca başına verim ve ortalama salkım ağırlıklarına ilişkin iki yıllık veriler Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Yıllara göre farklı MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidinde omca başına ortalama verim ve ortalama salkım ağırlığı üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Omca başına verim (kg)	Ortalama salkım ağırlığı (g)
2011	K	19.349	483.980
	MeJA-1	18.932	468.983
	MeJA-2	18.615	467.582
	MeJA-3	16.304	461.066
	MeJA-4	16.648	417.756
2012	K	22.590	540.917
	MeJA-1	21.266	488.840
	MeJA-2	21.249	474.922
	MeJA-3	20.291	472.484
	MeJA-4	20.411	463.910
Uygulamanın Etkisi			
	K	20.970 a	512.448 a
	MeJA-1	20.099 ab	478.911 ab
	MeJA-2	19.932 ab	471.252 b
	MeJA-3	18.298 b	466.775 b
	MeJA-4	18.530 b	440.833 b
Yılın Etkisi			
	2011	17.970 B	459.873 B
	2012	21.161 A	488.215 A
P değeri			
	Yıl	<0.000	0.004
	Uygulama	0.014	0.002
	YılxUygulama	0.903	0.234

* Küçük harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları, büyük harfler ise yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması

Omca başına verim bakımından yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksyonu önemli bulunmamakla birlikte, yılın etkisi ve uygulamanın etkisi ayrı ayrı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). En yüksek omca başına başına verim kontrol ile ben düşme döneminden 15 gün sonra 5 mM ve 10 mM konsantrasyonlarında yapılan MeJA-1 ve MeJA-2 uygulamalarından elde edilmiştir. Özellikle ben düşme döneminden 15 gün sonra ve hasat olmak üzere 2 farklı dönemde yapılan MeJA uygulamaları (MeJA-3 ve MeJA-4) kontrole göre omca başına verimi önemli derecede düşürmüştür. 2011 yılında 17.927 kg olarak belirlenen omca başına verim, 2012 yılında 21.161 kg'a yükselmiş ve elde edilen değerler istatistiksel bakımından önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

Ortalama salkım ağırlığında yıl*uygulama interaksyonu önemli bulunmamakla birlikte, MeJA uygulamaları ile yıl etkisinin ayrı ayrı istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Uygulamalar kontrole göre ortalama salkım ağırlığını azaltmıştır. Kontrolde 512.448 g olan ortalama salkım ağırlığı, MeJA-4 uygulamasında 478.911 g'a düşmüştür. Yıllar arasındaki farklılık incelendiğinde, 2012 yılında elde edilen ortalama salkım ağırlığı (488.215 g), 2011 yılına göre daha yüksek (459.873 g) olmuştur (Çizelge 4.1).

4.2. MeJA Uygulamalarının Kalite Üzerine Etkileri

Horoz Karası üzüm çeşidinde farklı MeJA uygulamalarının üzümün kalitesine olan etkilerini belirlemeye yönelik olarak ortalama tane ağırlığı, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı ve TA değerleri incelenmiş olup, elde edilen bulgular Çizelge 4.2'de sunulmuştur.

Çizelge 4.2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, yapılan varyans analizi sonucunda kalite kriterlerinden biri olan ortalama tane ağırlığı üzerine yıl*uygulama interaksyonu önemli bulunmamıştır. 2011 yılında ortalama tane ağırlığı değerleri 5.728-6.401 g, 2012 yılında ise 6.917-7.917 g arasında değişmiş olup, farklı MeJA konsantrasyonlarının uygulamalar içinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir. Ancak yıllar arasındaki farklılıkların önemli bulunduğu araştırmada, 7.308 g ile 2012 yılında, 6.100 g ile 2011 yılına göre daha ağır taneler elde edildiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Yıllara göre farklı MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidinde ortalama tane ağırlığı, SÇKM ve TA üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Ortalama tane ağırlığı (g)	SÇKM (%)	TA (g l ⁻¹)
2011	K	5.895	18.500	7.054
	MeJA-1	6.401	19.667	6.587
	MeJA-2	6.369	18.667	6.799
	MeJA-3	5.728	19.667	6.380
	MeJA-4	6.086	19.500	6.763
2012	K	7.117	17.833	7.035
	MeJA-1	7.273	19.833	6.716
	MeJA-2	7.917	18.167	6.785
	MeJA-3	6.917	18.833	6.980
	MeJA-4	7.314	18.333	6.109
Uygulamamın Etkisi				
	K	6.506	18.167 b	7.044
	MeJA-1	6.837	19.750 a	6.652
	MeJA-2	7.143	18.417 b	6.792
	MeJA-3	6.322	19.250 ab	6.680
	MeJA-4	6.700	18.917 ab	6.436
Yılın Etkisi				
	2011	6.100 B	19.200 A	6.717
	2012	7.308 A	18.560 B	6.725
P değeri				
	Yıl	<0.002	0.037	0.969
	Uygulama	0.257	0.007	0.397
	YılxUygulama	0.960	0.558	0.521

* Küçük harfler uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları, büyük harfler ise yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması

Bir diğer kalite kriteri olan SÇKM bakımından yapılan istatistik analizler sonucunda yıl*uygulama interaksyonu önemli bulunmazken; hem yıllar arasında hem de hem de MeJA uygulamaları arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$). Buna göre en yüksek SÇKM değerleri sırasıyla MeJA-1 (% 19.750), MeJA-3 (% 19.250) ve MeJA-4 (% 18.917) uygulamalarından elde edilmiştir. Özellikle MeJA-1 uygulamasının kontrol ve MeJA-2 uygulamasına göre SÇKM miktarını önemli ölçüde değiştirdiği saptanmıştır. Yıllar arasındaki farklılıklar incelendiğinde ise 2011 yılı örneklerinde SÇKM yüzdesinin 2012 yılı örneklerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

TA'da üzümlerdeki bir diğer kalite kriteri olup, bu kriter bakımından yapılan istatistik analizler sonucunda yıl*uygulama interaksyonu önemsiz bulunmuştur. 6.109 g l⁻¹ ile 7.054 g l⁻¹ arasında değişen değerler ile TA üzerine ne MeJA

uygulamalarının ne de yılların önemli bir farklılığa neden olmadığı da tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

4.3. MeJA Uygulamalarının Yaprak En/Boy Oranı ve Stoma Sayıları Üzerine Etkileri

Horoz Karası üzüm çeşidinde hasat öncesi MeJA uygulamaları ve yıllara göre elde edilen yaprak en/boy oranları ile stoma sayılarına ilişkin bulgular Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yıllara göre farklı MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidinde yaprak en/boy oranı ile stoma sayısı üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Yaprak en/boy oranı	Stoma sayısı (Stoma (mm ²) ⁻¹)
2011	K	0.957	205.722
	MeJA-1	0.941	206.556
	MeJA-2	0.944	206.778
	MeJA-3	0.930	207.333
	MeJA-4	0.950	207.333
2012	K	0.969	201.778
	MeJA-1	0.976	204.222
	MeJA-2	0.978	203.222
	MeJA-3	0.958	209.889
	MeJA-4	0.989	201.889
Uygulamanın Etkisi			
	K	0.963	203.750
	MeJA-1	0.958	205.389
	MeJA-2	0.961	205.000
	MeJA-3	0.944	208.611
	MeJA-4	0.970	204.611
Yılın Etkisi			
	2011	0.944 B	206.744
	2012	0.974 A	204.200
P değeri			
	Yıl	0.001	0.381
	Uygulama	0.262	0.891
	YılxUygulama	0.734	0.908

* Küçük harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları, büyük harfler ise yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması

Bu iki özellik bakımından yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken, sadece yaprak en/boy oranı bakımından yıllar arasında önemli bir farklılığın ortaya çıktığı tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Yaprak en boy oranı 0.930 ile 0.989; stoma sayısı 201.778

ile 209.889 arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da yapılan uygulamalar yaprak en/boy oranı ve stoma sayısını kontrole göre değiştirmemiştir. Ancak yıllara göre elde edilen yaprak en/boy oranı 2011 yılında 0.974 iken 2012 yılında 0.944 olarak değişmiştir (Çizelge 4.3).

4.4. MeJA Uygulamalarının Strese Bağlı Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkileri

Horoz Karası üzüm çeşidinde hasat öncesi MeJA uygulamalarının strese bağlı olarak ortaya çıkan biyokimyasal değişimler üzerindeki etkilerinin de incelendiği araştırmada, yapraklarda klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları ile hem yapraklarda hem de tanelerde prolin ve çözünebilir protein miktarları ile antioksidan enzim aktiviteleri (SOD, CAT, APX) incelenmiştir.

Çizelge 4.4. Yıllara göre farklı MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait yapraklarda klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarı üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Klorofil a (mg g ⁻¹)	Klorofil b (mg g ⁻¹)	Toplam klorofil (mg g ⁻¹)
2011	K	1.955	0.855	2.810
	MeJA-1	2.059	0.983	3.041
	MeJA-2	2.015	0.833	2.848
	MeJA-3	1.777	0.814	2.592
	MeJA-4	1.668	0.756	2.425
2012	K	1.733	0.759	2.492
	MeJA-1	2.017	1.043	3.060
	MeJA-2	1.622	0.758	2.380
	MeJA-3	1.559	0.729	2.288
	MeJA-4	1.492	0.728	2.219
Uygulamanın Etkisi				
	K	1.844 b	0.807 ab	2.651 ab
	MeJA-1	2.038 a	1.013 a	3.051 a
	MeJA-2	1.818 b	0.795 b	2.614 ab
	MeJA-3	1.668 b	0.772 b	2.440 b
	MeJA-4	1.580 b	0.742 b	2.322 b
Yılın Etkisi				
	2011	1.895	0.848	2.743
	2012	1.685	0.803	2.488
P değeri				
	Yıl	0.058	0.077	0.054
	Uygulama	0.013	0.003	0.004
	YılxUygulama	0.854	0.251	0.756

* Küçük harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması.

Yıllara ve MeJA uygulamalarına göre Horoz Karası üzüm çeşidine ait yapraklardaki klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarlarına ilişkin elde edilen bulgular Çizelge 4.4’de sunulmuştur.

Klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil bakımından yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksyonu ile yılın etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmazken, MeJA uygulamaları arasında bu üç kriter bakımından önemli istatistiksel farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Elde edilen araştırma sonuçlarına göre, ben düşme döneminden 15 gün sonra uygulanan 5 mM MeJA uygulamasından (MeJA-1) diğer tüm uygulamalara göre 2.038 mg g^{-1} ile en yüksek klorofil a miktarının elde edildiği tespit edilmiştir. Diğer MeJA uygulamaları arasında ise klorofil a bakımından istatistiki olarak önemli bir fark bulunamamıştır (Çizelge 4.4). En yüksek klorofil b miktarının sırasıyla MeJA-1 (1.013 mg g^{-1}) ve kontrol (0.807 mg g^{-1}) grubundan elde edildiğinin belirlendiği çalışmada, özellikle MeJA-1 uygulamasının diğer MeJA uygulamalarına göre klorofil b miktarını önemli seviyede artırdığı saptanmıştır. Toplam klorofil miktarı bakımından ise en yüksek değerlerin sırasıyla MeJA-1 (3.041 mg g^{-1}), kontrol (2.651 mg g^{-1}) ve MeJA-2 (2.614 mg g^{-1}) uygulamalarında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Özellikle ben düşme döneminden 15 gün sonra ve hasat dönemi olmak üzere 2 dönemde yapılan MeJA uygulamalarının (MeJA-3 ve MeJA-4) toplam klorofil miktarı üzerinde olumsuz bir etki yaratarak toplam klorofil miktarını düşürdüğü belirlenmiştir.

Bitkilerde strese bağlı olarak ortaya çıkan biyokimyasal değişimlerden biri de prolindir. Yıllara ve MeJA uygulamalarına göre hem yapraklarda hem de tanelerdeki prolin miktarlarındaki değişimler Çizelge 4.5’de sunulmuştur.

Prolin miktarı bakımından yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksyonu tanelerde önemli bulunurken, yapraklarda önemsiz bulunmuş; ancak, yıllara ve MeJA uygulamalarına göre yapraklardaki prolin miktarının önemli derecede değiştiği tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Buna göre tanelerde prolin miktarı Çizelge 4.5 incelendiğinde, kontrol (2011 de $3.190 \text{ } \mu\text{M g}^{-1}$, 2012 de $2.964 \text{ } \mu\text{M g}^{-1}$) ve MeJA-3 (2011 de $2.955 \text{ } \mu\text{M g}^{-1}$, 2012 de $2.895 \text{ } \mu\text{M g}^{-1}$) uygulamalarının her iki yılda da en yüksek prolin miktarına sahip

oldukları belirlenmiştir. Ancak 2011 yılında en az prolin miktarına MeJA-4 (1.443 $\mu\text{M g}^{-1}$) uygulaması sahip olurken 2012 yılında hem MeJA-4 (1.780 $\mu\text{M g}^{-1}$) hem de MeJA-2 (1.774 $\mu\text{M g}^{-1}$) uygulamasının sahip olduğu Çizelge 4.5’den anlaşılmaktadır. Uygulamaların 2011 ve 2012 ortalamalarını karşılaştırdığımızda ise MeJA-4 uygulaması yapılan tanelerde 2011 (1.443 $\mu\text{M g}^{-1}$) ve 2012 (1.780 $\mu\text{M g}^{-1}$) yılları ortalamaları arasında fark olduğu, diğer uygulamaların ortalamalarının yıllara göre istatistiksel olarak önemli derecede değişmediği görülmektedir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait tane ve yapraklarda yıllara göre prolin miktarları üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Tane	Yaprak
		Prolin ($\mu\text{M g}^{-1}$)	Prolin ($\mu\text{M g}^{-1}$)
2011	K	3.190 a A	0.676
	MeJA-1	2.274 b A	0.431
	MeJA-2	1.849 c A	0.434
	MeJA-3	2.955 a A	0.427
	MeJA-4	1.443 d B	0.439
2012	K	2.964 a A	0.735
	MeJA-1	2.158 b A	0.533
	MeJA-2	1.774 c A	0.619
	MeJA-3	2.895 a A	0.609
	MeJA-4	1.780 c A	0.623
Uygulamanın Etkisi			
	K	3.077	0.705 a
	MeJA-1	2.216	0.482 b
	MeJA-2	1.812	0.527 b
	MeJA-3	2.925	0.518 b
	MeJA-4	1.612	0.531 b
Yılın Etkisi			
	2011	2.342	0.481 B
	2012	2.314	0.624 A
P değeri			
	Yıl	0.471	0.001
	Uygulama	<0.000	0.002
	YılxUygulama	0.007	0.505

* Küçük harfler uygulamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları, büyük harfler ise yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir. İnteraksiyonda aynı yılda farklı küçük harfler, uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları; aynı uygulamada farklı büyük harfler ise yıl ortalamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması

Horoz Karasına ait yapraklarda prolin miktarının belirlendiği araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksiyonunun istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır. Ancak uygulamaların ve yılın seviye ortalamaları arasındaki farklılıkların ise ayrı ayrı istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Çizelge 4.5’de uygulamalar kapsamında önemli bulunan veriler incelendiğinde kontrol ($0.705 \mu\text{M g}^{-1}$) uygulamasında en yüksek prolin miktarına ulaşılmış, diğer uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık olmamakla birlikte kontrole göre daha az miktarda oldukları tespit edilmiştir. Bu uygulamalar arasında $0.482 \mu\text{M g}^{-1}$ miktarı ile özellikle ben düşme döneminden 15 gün sonraki 5 mM MeJA (MeJA-1) uygulamasının prolin miktarında azalmaya sebep olduğu saptanmıştır. Ayrıca yıllar açısından prolin miktarındaki farklılığın istatistiksel açıdan önemli bulunduğu araştırmada, 2012 yılında bir önceki yıla kıyasla prolin miktarında $0.1424 \mu\text{M g}^{-1}$ ’lık bir yükseliş olduğu tespit edilmiştir.

Stres koşullarında bitkilerde miktarları değiştiği bilinen çözünebilir protein ve antioksidan enzim aktivitelerinden SOD, CAT ve APX miktarlarının incelendiği araştırmada, tane ve yaprak örneklerinden elde edilen veriler aşağıda Çizelge 4.6’da sunulmuştur.

Çözünebilir protein miktarı bakımından tanelerde, analizlerden elde edilen verilere göre yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çizelge 4.6 incelendiğinde 2011 yılında sırasıyla en yüksek miktarlara MeJA-1 (0.416 mg g^{-1}) ve MeJA-4 (0.360 mg g^{-1}) uygulamalarının gerçekleştirildiği tanelerin sahip olduğu tespit edilmiştir. 2012 yılında ise sadece MeJA-4 (0.487 mg g^{-1}) uygulamasının diğer uygulamalara kıyasla en yüksek miktarda olduğu saptanmıştır. Uygulamaların 2011 ve 2012 ortalamaları kıyaslandığında ise çözünebilir protein miktarının 2012 yılındaki MeJA-1 uygulamasında 2011 yılında ki MeJA-1 uygulamasına göre önemli miktarda azaldığı ve 2011 yılında 0.416 mg g^{-1} iken 2012’de 0.299 mg g^{-1} miktarına gerilediği ve % 28.125’lik bir değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. MeJA-3 ve MeJA-4 uygulamalarında ise 2011 yılında sırasıyla 0.213 mg g^{-1} ve 0.360 mg g^{-1} olarak belirlenen değerlerin 2012 yılında 0.376 mg g^{-1} ve 0.487 mg g^{-1} ’e yükseldiği Çizelge 4.6’da görülmektedir.

Araştırmada incelenen antioksidan enzim aktivitelerinden biri olan SOD antioksidan enzim aktivitesi üzerine yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kontrol 64.399 ünite mg protein^{-1} ile hem 2011 hem de 71.906 ünite mg protein^{-1} ile 2012 yıllarında en

yüksek ortalamaya sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). En düşük SOD enzim aktiviteleri ise her iki yılda da MeJA-3 ve MeJA-4 uygulamalarında tespit edilirken, ayrıca 2011 yılında MeJA-2 uygulamasında da tespit edilmiştir. Çizelge 4.6'da uygulamaların 2011 ve 2012 ortalamalarını karşılaştırıldığında MeJA-1 uygulamasında 2011 (20.614 ünite mg protein⁻¹) ve 2012 (48.093 ünite mg protein⁻¹) yılları ortalamaları arasında 2 kata yakın artış gösteren bir fark olduğu diğer uygulamaların ortalamalarının yıllara göre istatistiksel olarak önemli derecede değişmediği belirlenmiştir.

Tanelerde bir diğer antioksidan enzim olan CAT enzim aktivitesi bakımından elde edilen verilere göre yapılan varyans analizi sonucunda yıl ve yıl*uygulama interaksiyonu istatistiki olarak önemli bulunmamış, sadece uygulamanın etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çizelge 4.6'dan anlaşılacağı üzere kontrol (4.462 $\mu\text{mol dak}^{-1}$ mg protein⁻¹) dışındaki diğer bütün uygulamaların istatistiki olarak aynı önem seviyesinde buldukları ve 13.717-16.305 $\mu\text{mol dak}^{-1}$ mg protein⁻¹ değerleri arasında geçişerek kontrole göre yüksek miktarlarda oldukları tespit edilmiştir.

Araştırmada tanelerde aktivitesi incelenen bir diğer enzim de APX olup, elde edilen verilere göre yapılan varyans analizi neticesinde yıl*uygulama interaksiyonunun istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Buna göre Çizelge 4.6 incelendiğinde 2011 yılında en yüksek enzim aktiviteleri MeJA-3 uygulamasında 729.211 $\mu\text{mol dak}^{-1}$ mg protein⁻¹, MeJA-4 uygulamasında 701.020 $\mu\text{mol dak}^{-1}$ mg protein⁻¹ ve MeJA-2 uygulamasında 635.615 $\mu\text{mol dak}^{-1}$ mg protein⁻¹ değerleri olarak bulunmuştur. 2012 yılında da interaksiyonun etkili olduğu uygulamalar arasındaki farklılıklara baktığımızda en düşük APX enzim aktivitesinin 303.943 $\mu\text{mol dak}^{-1}$ mg protein⁻¹ ile kontrol uygulamasında olduğu diğer tüm uygulamalar arasında önemli bir fark olmamakla birlikte 401.083-460.136 $\mu\text{mol dak}^{-1}$ mg protein⁻¹ arasında miktarlara sahip oldukları Çizelge 4.6'da sunulmuştur. Çizelge 4.6'da her iki yılda da uygulamalar bazında APX enzim aktivitesi bakımından en düşük miktarlarının 0 mM MeJA uygulanan kontrol gruplarında olduğu tespit edilmiştir. Uygulamaların iki yıl arasındaki ortalamalarını karşılaştıracak olduğumuzda kontrol haricinde tüm uygulamalarda yıllar arasında istatistiki bakımdan önemli bir fark bulunmamıştır. Kontrol de ise 2012 (303.943 $\mu\text{mol dak}^{-1}$ mg protein⁻¹) yılında, 2011 (363.623 $\mu\text{mol dak}^{-1}$ mg protein⁻¹) yılı uygulamalarına göre APX enzim

miktarlarında $59.68 \mu\text{mol dak}^{-1} \text{ mg protein}^{-1}$ 'lik önemli bir düşüş gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Horoz Karası çeşidine ait yapraklarda çözünebilir protein miktarlarının da tespit edildiği çalışmada, yapılan varyans analizi sonucu yılın ve yıl*uygulama interaksyonunun tek başına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Buna karşın uygulamanın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4.6'da görüleceği üzere yaprak örneklerinde çözünebilir protein miktarlarına ilişkin değerlerin, MeJA-3 (1.652 mg g^{-1}) ve MeJA-4 (1.794 mg g^{-1}) uygulamalarında diğer uygulamalara göre istatistiki olarak daha fazla oldukları bulunmuştur.

Araştırmada Horoz Karası üzüm çeşidine ait yapraklarda Çizelge 4.6'da antioksidan enzim aktivitelerinden SOD, CAT ve APX için yapılan varyans analizi sonucunda SOD ve CAT enzim aktivitelerinde yıl*uygulama interaksyonu önemsiz bulunmakla birlikte, uygulamanın ve yılın etkisi istatistiki olarak ayrı ayrı önemli bulunmuştur. APX enzim aktivitesi incelendiğinde ise ise yıl*uygulama interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Elde edilen verilerin yer aldığı Çizelge 4.6'nın incelenmesiyle anlaşılacağı üzere yapraklarda SOD enzim aktivitesinin uygulamalarda $17.205\text{-}25.000$ ünite mg protein^{-1} arasında değerler aldığı, istatistiki olarak en yüksek değerlerin Kontrol ve MeJA-1 ve MeJA-2 uygulamalarında olduğu bulunmuştur. Elde edilen sonuçlardan MeJA-3 (17.205 ünite mg protein^{-1}) ve MeJA-4 (17.419 ünite mg protein^{-1}) uygulamalarının yapraklarda SOD antioksidan enzim aktivitesini düşürdüğü sonucuna varılmıştır. Yıllar bakımından önemli bulunmuş olan SOD antioksidan enzim aktivitesinin 2011 yılındaki uygulamaların ortalamasının 22.0790 ünite mg protein^{-1} ile 2012 yılındaki uygulamaların ortalama değeri 20.5034 ünite mg protein^{-1} 'ne göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Yapraklarda incelenen parametrelerde bir diğer antioksidan enzim aktivitesi olan CAT için Çizelge 4.6'daki verilerden anlaşılacağı üzere MeJA-3 ($12.355 \mu\text{mol dak}^{-1} \text{ mg protein}^{-1}$) ve MeJA-4 ($13.803 \mu\text{mol dak}^{-1} \text{ mg protein}^{-1}$) uygulamalarının yapıldığı yapraklarda istatistiki olarak yüksek miktarda bulunduğu, diğer uygulamaların ve özellikle kontrolün $5.980 \mu\text{mol dak}^{-1} \text{ mg protein}^{-1}$ ile düşük miktarda olduğu

bulunmuştur. Buradan hareketle MeJA konsantrasyonları ve uygulama dönemi sıklığı arttıkça CAT enzim aktivitesinde arttığı saptanmıştır. Yıllara göre CAT antioksidan enzim aktivitesinin istatistiki olarak önemli bir şekilde değişim gösterdiği ve uygulamaların ortalaması alındığında 2011 de $8.3526 \mu\text{mol dak}^{-1} \text{mg protein}^{-1}$ olan değer, 2012 de $11.0414 \mu\text{mol dak}^{-1} \text{mg protein}^{-1}$ olarak bulunduğu saptanmıştır. (Çizelge 4.6).

Araştırma kapsamında analiz edilen APX antioksidan enzim aktivitesinin ise yapraklarda yıl*uygulama interaksyonu $p<0.05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. 2011 yılı verileri için yapılan varyans analizi sonucu Çizelge 4.6'da sunulduğu üzere kontrolün $403.510 \mu\text{mol dak}^{-1} \text{mg protein}^{-1}$ ile en düşük miktara sahip olduğu ve bütün uygulamalarda APX enzim aktivitesinin aynı önem derecesinde ve kontrole göre daha yüksek miktarlarda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Çizelge 4.6 incelendiğinde MeJA uygulamalarının miktar ve sıklığı arttıkça APX enzim aktivitesinde doğrusal bir şekilde arttığı görülebilmektedir. 2012 yılında ise yıl*uygulama interaksyonunun etkisine baktığımızda $360.880 - 498.125 \mu\text{mol dak}^{-1} \text{mg protein}^{-1}$ değerleri arasında kademeli bir şekilde artmakla birlikte tüm uygulamaların istatistiki olarak aynı önem derecesinde olduğu belirlenmiştir. Çizelge 4.6'dan uygulamaların 2011 ve 2012 ortalamalarını karşılaştıracak olduğumuzda kontrolde önemli bir fark tespit edilmezken, 2011 yılında gerçekleştirilen tüm MeJA uygulamalarından elde edilen sonuçların, 2012 yılına göre önemli miktarda fazla olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait tane ve yapraklarda yıllara göre çözünebilir protein, SOD, CAT ve APX antioksidan enzim miktarları üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Tane				Yaprak			
		Protein (mg g ⁻¹)	SOD (U mg ⁻¹ protein)	CAT (µmol dak ⁻¹ mg protein ⁻¹)	APX (µmol dak ⁻¹ mg protein ⁻¹)	Protein (mg g ⁻¹)	SOD (U mg ⁻¹ protein)	CAT (µmol dak ⁻¹ mg protein ⁻¹)	APX (µmol dak ⁻¹ mg protein ⁻¹)
2011	K	0.266 bc A	64.399 a A	4.037	363.623 c A	1.308	24.698	5.656	403.510 b A
	MeJA-1	0.416 a A	38.294 b A	13.022	581.437 b A	1.253	25.495	6.661	719.875 a A
	MeJA-2	0.296 bc A	20.614 c B	13.963	635.615 ab A	1.289	26.638	7.105	747.424 a A
	MeJA-3	0.213 c B	17.180 c A	14.648	729.211 a A	1.783	16.708	10.612	790.789 a A
	MeJA-4	0.360 ab B	23.744 c A	15.221	701.020 ab A	1.841	16.856	11.729	793.467 a A
2012	K	0.220 c A	71.906 a A	4.887	303.943 b A	1.447	21.068	6.304	360.880 a A
	MeJA-1	0.299 bc B	50.103 b A	14.413	401.083 ab B	1.371	22.401	7.375	446.426 a B
	MeJA-2	0.259 c A	48.093 b A	14.667	433.527 ab B	1.293	23.363	11.554	453.866 a B
	MeJA-3	0.376 b A	31.250 c A	15.439	460.136 a B	1.521	17.702	14.097	479.723 a B
	MeJA-4	0.487 a A	33.206 c A	17.388	460.008 a B	1.747	17.983	15.877	498.125 a B
Uygulamanın Etkisi									
	K	0.243	68.153	4.462 b	333.783	1.377 bc	22.883 a	5.980 c	382.195
	MeJA-1	0.358	44.199	13.717 a	491.260	1.312 c	23.948 a	7.018 bc	583.150
	MeJA-2	0.278	34.354	14.315 a	534.571	1.291 c	25.000 a	9.329 bc	600.645
	MeJA-3	0.295	24.215	15.044 a	594.674	1.652 a	17.205 b	12.355 ab	635.256
	MeJA-4	0.424	28.475	16.305 a	580.514	1.794 a	17.419 b	13.803 a	645.796
Yılın Etkisi									
	2011	0.310	32.846	12.178	602.181	1.495	22.079A	8.353 B	691.013
	2012	0.328	46.912	13.359	411.739	1.476	20.503 B	11.041 A	447.804
P değeri									
	Yıl	0.077	<0.000	0.396	<0.000	0.762	0.026	0.000	<0.000
	Uygulama	<0.000	<0.000	0.002	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000	<0.000
	YılxUygulama	<0.000	0.027	0.996	0.036	0.291	0.063	0.082	0.004

* Küçük harfler uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları, büyük harfler ise yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir. İnteraksiyonda aynı yılda farklı küçük harfler, uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları; aynı uygulamada farklı büyük harfler ise yıl ortalamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması

4.5. MeJA Uygulamalarının Sekonder Metabolit Birikimi Üzerine Etkileri

Horoz Karası üzüm çeşidinde kontrol, MeJA-1, MeJA-2, MeJA-3, MeJA-4 uygulamalarının sekonder metabolit birikimi üzerine etkilerinin belirlenmesine ilişkin toplam fenolik madde, *trans*-resveratrol, antosiyanin ve toplam karotenoid, miktarlarına ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

Fenolik maddelerce zengin olduğu bilinen üzümde tane ve yapraklarda toplam fenolik madde miktarının araştırıldığı çalışmada elde edilen veriler Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalarda yıllara göre tane ve yapraklarda toplam fenolik madde miktarları üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Tane	Yaprak
		Toplam fenolik madde (mg g ⁻¹)	Toplam fenolik madde (mg g ⁻¹)
2011	K	2.771 b A	10.798
	MeJA-1	4.537 a A	13.037
	MeJA-2	4.274 a A	13.110
	MeJA-3	4.210 aA	13.063
	MeJA-4	4.121 a A	13.084
2012	K	2.824 b A	10.747
	MeJA-1	3.982 a B	13.065
	MeJA-2	3.872 a A	13.122
	MeJA-3	3.651 a B	13.062
	MeJA-4	3.450 a B	13.048
Uygulamanın Etkisi			
	K	2.798	10.773 b
	MeJA-1	4.260	13.051 a
	MeJA-2	4.073	13.116 a
	MeJA-3	3.931	13.063 a
	MeJA-4	3.786	13.066 a
Yılın Etkisi			
	2011	3.983	12.618
	2012	3.556	12.609
P değeri			
	Yıl	<0.000	0.536
	Uygulama	<0.000	<0.000
	YılxUygulama	0.029	0.368

* Küçük harfler uygulamalar arasındaki istatistikî farklılıkları göstermektedir. İnteraksiyonda aynı yılda farklı küçük harfler, uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları; aynı uygulamada farklı büyük harfler ise yıl ortalamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması.

Horoz Karası üzüm çeşidine ait tanelerde toplam fenolik madde miktarı için yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksiyonu önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan uygulamalara göre her iki yılda da tüm MeJA uygulamalarının aynı önem derecesinde olduğu ve kontrole göre önemli miktarda yüksek buldukları sonucuna ulaşılmıştır. 2011 yılında en düşük miktarın elde edildiği kontrol ile aynı önem derecesindeki MeJA uygulamaları içerisinde en yükseği olan MeJA-1 uygulaması arasında toplam fenolik madde miktarının % 64 oranında arttığı, 2012 yılında da benzer şekilde kontrole göre MeJA-1 uygulamasında % 41 oranında artış olduğu saptanmıştır. Araştırmada görüldüğü üzere MeJA uygulamalarının tanelerde toplam fenolik madde miktarında artışa sebep olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Uygulamaların 2011 ile 2012 ortalamalarını karşılaştırıldığında MeJA-1, MeJA-3 ve MeJA-4 uygulamaları arasındaki farklılıkların önemli olduğu ve 2012 yılında toplam fenolik madde miktarlarının bir önceki yıla göre azaldığı bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Toplam fenolik madde miktarı bakımından yaprak örneklerinden elde edilen bulgular için yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksiyonu önemli bulunmazken sadece uygulamalar istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çizelge 4.8'e göre tüm MeJA uygulamalarının aynı önem derecesinde olmakla birlikte kontrole göre daha yüksek miktarda toplam fenolik madde içerdikleri bulunmuştur. Araştırmada dikkati çeken bir nokta olarak MeJA uygulamalarının yapraklarda toplam fenolik madde miktarını artırdığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının, bir diğer kriter olan *trans-resveratrol* miktarları üzerine etkilerine ait bulgular Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalarda yıllara göre tane ve yapraklarda *trans*-resveratrol miktarları üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Tane	Yaprak
		<i>trans</i> -resveratrol ($\mu\text{g g}^{-1}$)	<i>trans</i> -resveratrol ($\mu\text{g g}^{-1}$)
2011	K	4.893	7.315 d A
	MeJA-1	7.809	9.837 c A
	MeJA-2	8.469	10.661 c A
	MeJA-3	9.020	16.494 b A
	MeJA-4	9.563	19.460 a A
2012	K	4.665	8.916 d A
	MeJA-1	5.112	9.690 cd A
	MeJA-2	6.466	11.524 bc A
	MeJA-3	8.145	12.141 b B
	MeJA-4	9.029	14.653 a B
Uygulamanın Etkisi			
	K	4.779 b	8.115
	MeJA-1	6.461 ab	9.763
	MeJA-2	7.468 ab	11.092
	MeJA-3	8.582 a	14.318
	MeJA-4	9.296 a	17.056
Yılın Etkisi			
	2011	7.951 A	12.753
	2012	6.683 B	11.385
P değeri			
	Yıl	0.011	0.001
	Uygulama	0.011	<0.000
	YılxUygulama	0.322	<0.000

* Küçük harfler uygulamalar arasındaki istatistikî farklılıkları göstermektedir. İnteraksiyonda aynı yılda farklı küçük harfler, uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları; aynı uygulamada farklı büyük harfler ise yıl ortalamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması

Horoz Karasına ait tanelerde resveratrol miktarının tespit edildiği araştırmada, yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksiyonu önemli bulunmamakla birlikte uygulamaların ve yılın seviye ortalamaları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuş olup ($p < 0.05$), elde edilen veriler Çizelge 4.8'de sunulmuştur. Tanelerde gerçekleştirilen MeJA uygulamalarının tamamının kontrol ($4.779 \mu\text{g g}^{-1}$)'e göre resveratrol miktarı bakımından önemli bir artışa neden olduğu belirlenmiştir. Özellikle ben düşmeden 15 gün sonra ve hasatta yapılan 5 mM MeJA (MeJA-3) ve 10 mM MeJA (MeJA-4) uygulamalarında kontrole göre yaklaşık 2 kat artırdığı saptanmıştır. Çizelge 4.8'de tanelere ait resveratrol miktarları yıllar bazında değerlendirildiğinde farklılıkların önemli olduğu, 2011 yılında $7.951 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak daha yüksek bir değer elde edilirken 2012 yılında bu değer $6.683 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğu bulunmuştur.

Horoz Karasına ait yapraklarda tespit edilen resveratrol miktarı bakımından yapılan istatistiki analiz sonucunda yıl*uygulama interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Çizelge 4.8 incelendiğinde hem 2011 hem de 2012 yıllarında ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat dönemindeki 10 mM MeJA (MeJA-4) uygulaması yapılan yapraklarda resveratrol miktarının kontrol ve diğer MeJA uygulamalarına göre daha fazla bulunduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre 2011’de kontrol ve en yüksek verimin elde edildiği uygulama (MeJA-4) arasında 2.66 kat artış olduğu, 2012 yılında da bu artışın 1.64 kat’lık bir yükseliş gösterdiği tespit edilmiştir. Uygulamaların ayrı ayrı 2011 ve 2012 ortalamalarını karşılaştırıldığında MeJA-3 ve MeJA-4 uygulamalarından elde edilen resveratrol miktarlarının 2012’ye göre 2011 yılında daha yüksek olarak saptandığı diğer uygulamaların ise istatistiki olarak önemli bir farklılığa neden olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.8).

Üzüm tanelerinin renk almasını sağlayan önemli sekonder metabolitlerden biri olan antosiyanin miktarı için tanelerden elde edilen bulgular Çizelge 4.9’da sunulmuştur.

Antosiyanin miktarı bakımından yapılan varyans analizi sonucunda yıl*uygulama interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yapılan uygulamalara göre tanelerdeki antosiyanin miktarları Çizelge 4.9’da sunulmuştur. Antosiyanin miktarının 2011 yılında sırasıyla MeJA-1 (61.836 mg 100 g⁻¹), MeJA-2 (58.226 mg 100 g⁻¹) ve MeJA-3 (51.881 100 g⁻¹) uygulamalarında diğer uygulama ve kontrole göre daha yüksek değerler aldıkları bulunmuştur. 2012 yılında ise ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA (MeJA-1) uygulamasında 75.644 mg 100 g⁻¹ ile en yüksek antosiyanin miktarı elde edilmiştir. Buradan hem 2011 hem de 2012 yıllarında hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol ve MeJA-4 uygulamalarının antosiyanin miktarını artırmada diğer MeJA uygulamaları gibi etkili olmadıkları saptanmıştır. Çizelge 4.9’dan 2011 ve 2012 ortalamalarını karşılaştırdığımızda ise ben düşme döneminden 15 gün sonra uygulanan 5 mM MeJA (MeJA-1) uygulamasında farklılığın önemli olduğu tespit edilmekle birlikte diğer uygulamaların ortalamalarının yıllara göre istatistiksel olarak önemli derecede değişmediği görülmektedir. Buna göre MeJA-1 uygulamasından elde edilen 2 yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 2011 yılına göre antosiyanin değerinin % 18.3’lük bir değişim kaydederek daha yüksek bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalarda yıllara göre tanelerde antosiyanin miktarları üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Antosiyanin (mg 100 g ⁻¹)
2011	K	45.390 b A
	MeJA-1	61.836 a B
	MeJA-2	58.226 a A
	MeJA-3	51.881 ab A
	MeJA-4	46.539 b A
2012	K	42.684 c A
	MeJA-1	75.644 a A
	MeJA-2	62.372 b A
	MeJA-3	59.221 b A
	MeJA-4	47.347 c A
Uygulamamın Etkisi		
	K	44.037
	MeJA-1	68.740
	MeJA-2	60.299
	MeJA-3	55.551
	MeJA-4	46.943
Yılın Etkisi		
	2011	52.774
	2012	57.454
P değeri		
	Yıl	0.000
	Uygulama	<0.000
	YılxUygulama	0.003

*Aynı yılda farklı küçük harfler, uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkları; aynı uygulamada farklı büyük harfler ise yıl ortalamaları arasındaki farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması

Üzümde önemli sekonder metabolitlerden bir diğeri olan toplam karotenoid madde miktarının Horoz Karasına ait tane ve yapraklarda belirlenmesi ile elde edilen veriler Çizelge 4.10'da sunulmuştur.

Çizelge 4.10. Farklı uygulama dönemlerindeki MeJA konsantrasyonlarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait tane ve yapraklarda yıllara göre toplam karotenoit miktarı üzerine etkileri

YIL	Uygulama	Tane	Yaprak
		Toplam Karotenoit ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Toplam Karotenoit ($\mu\text{g g}^{-1}$)
2011	K	2.037	110.596
	MeJA-1	2.391	114.700
	MeJA-2	2.484	116.403
	MeJA-3	2.859	118.928
	MeJA-4	3.514	128.386
2012	K	2.324	105.191
	MeJA-1	3.665	117.926
	MeJA-2	3.632	119.766
	MeJA-3	3.930	119.458
	MeJA-4	4.222	113.937
Uygulamanın Etkisi			
	K	2.181 b	107.893
	MeJA-1	3.028 ab	116.313
	MeJA-2	3.058 ab	118.084
	MeJA-3	3.394 a	119.193
	MeJA-4	3.868 a	121.161
Yılın Etkisi			
	2011	2.657 B	117.803
	2012	3.555 A	115.256
P değeri			
	Yıl	0.002	0.537
	Uygulama	0.006	0.252
	YılxUygulama	0.640	0.818

* Küçük harfler uygulamalar arasındaki istatistik farklılıkları, büyük harfler ise yıllar arasındaki farklılıkları göstermektedir. Harfler arasındaki farklılıklar $p < 0.05$ seviyesinde önemlidir. K: Kontrol; MeJA-1: Ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM MeJA; MeJA-2: Ben düşmeden 15 gün sonra 10 mM MeJA; MeJA-3: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 5 mM MeJA; MeJA-4: Ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat döneminde 10 mM MeJA uygulaması.

Sekonder metabolitlerden biri olan toplam karotenoit madde miktarı için yaprak ve tanelerde gerçekleştirilen varyans analizi sonucunda Çizelge 4.10'dan anlaşılacağı üzere yıl*uygulama interaksyonu önemli bulunmamakla birlikte hem yıllar arasında hem de MeJA uygulamaları arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($p < 0.05$). Yapılan uygulamalara göre toplam karotenoit miktarları Çizelge 4.10'da sunulmuştur. Araştırmada hiçbir MeJA uygulaması yapılmamış kontrole ait tanelere göre tüm MeJA uygulamalarının karotenoit miktarı üzerinde artırıcı etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Buna göre kontrole ait tanelerde $2.181 \mu\text{g g}^{-1}$ olan toplam karotenoit madde miktarı MeJA uygulamaların da $3.028-3.868 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişen değerlerde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tanede toplam karotenoit miktarına ilişkin yıllara göre farklılığın önemli bulunduğu araştırmada MeJA'nın 2012 yılında 2011 yılına göre $0.898 \mu\text{g g}^{-1}$ 'lık bir artışa neden olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.10 incelendiğinde yaprakta toplam karotenoit miktarının, 105.191-128.386 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişen değerlere sahip olduğu ve yapılan varyans analizi sonucunda belirlenen küçük farklılıkların istatistiki olarak önemli olmayan bir değişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır ($p<0.05$).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Horoz Karası üzüm çeşidine ait omcalara yapılan hasat öncesi MeJA uygulamalarının yaprak ve tanelerde meydana getirdiği değişimlerin belirlenmesine yönelik gerçekleştirilen iki yıllık bu araştırmada, verim ve kalitenin yanı sıra bazı biyokimyasal özellikler ile sekonder metabolit üretiminde ortaya çıkan değişimler de incelenmiştir. Bu amaçla farklı MeJA uygulamalarına göre ortalama omca başına verim, ortalama salkım ağırlığı, ortalama tane ağırlığı, SÇKM, TA, yaprak en/boy oranı, yaprak stoma sayısı, klorofil, prolin, çözünebilir protein, SOD, CAT, APX antioksidan enzim aktiviteleri belirlenmiştir. Ayrıca sekonder metabolit olarak da toplam karotenoid, toplam fenolik madde, *trans*-resveratrol ile toplam antosiyanin miktarları tespit edilmiştir.

MeJA, bitki gelişiminde birçok fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerde anahtar rol oynayan bitkisel hormon özelliğinde bir bileşiktir (Wasternack ve Hause, 2013). Son yıllarda meyve üretiminde bitkilerin savunma sistemini aktif hale getiren kimyasal bileşikler kullanılarak antioksidan kapasitenin artırılmasına yönelik çalışmalar artmıştır (Cheong ve Choi, 2003; Ruiz-García ve Gómez-Plaza, 2013). Bu çalışmalar üzümün de dahil olduğu pek çok bitki türünde MeJA'nın verim ve kaliteyi etkilediğini, sekonder metabolit üretiminde ise uyarıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Wang ve Zheng, 2005; Fidelibus vd., 2007; Wang vd., 2007; Ghasemnezhad ve Javaherdashti, 2008; Wang vd., 2008; Portu vd., 2015).

Araştırmada, MeJA'nın verim üzerine etkisini belirlemeye yönelik olarak incelenen ilk kriter omca başına verim olup, ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat olmak üzere iki dönemde de yapılan MeJA uygulamalarının (MeJA-3 ve MeJA-4) verimi kontrole göre önemli ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir. Ortalama salkım ağırlığının ise MeJA uygulaması yapılmayan kontrol omcaları ile ben düşmeden 15 gün sonra uygulanan 5 mM MeJA uygulaması (MeJA-1) dışındaki diğer uygulamalarda önemli ölçüde düştüğü saptanmıştır. Bu sonuçlardan yüksek konsantrasyonda ve iki dönemde yapılan MeJA uygulamalarının verimi olumsuz yönde etkilediği ortaya çıkmaktadır. Asmada hasat öncesi MeJA uygulamalarının verim üzerine etkisinin incelendiği bir çalışma bulunmamakla birlikte, benzer şekilde Percival ve MacKenzie (2007), üzümü meyvelerden biri olan yaban mersininde hasat öncesi

MeJA uygulamasının verimi kontrole göre önemli oranda düşürdüğünü tespit etmişlerdir.

MeJA uygulamalarının üzüm kalitesine olan etkilerinin de incelendiği araştırmada, ortalama tane ağırlığı üzerine MeJA uygulamalarının önemli bir etkisi olmamıştır. Ancak yıllar arasındaki farklılıkların önemli bulunduğu araştırmada, 2012 yılında, 2011 yılına göre artan omca başına verim ve salkım ağırlığına paralel olarak tane ağırlığının da arttığı saptanmıştır. Bu araştırma sonuçlarına paralel olarak Fidelibus vd. (2007), Siyah Çekirdeksiz, Cabernet Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde hasat öncesi MeJA uygulamalarının tane ağırlığı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Ruiz-Garcia vd. (2012) Mourvedre üzüm çeşidinde, Portu vd. (2015)'de Tempranillo üzüm çeşidinde hasat öncesi 10 mM MeJA uygulamasının tane ağırlığı üzerinde kontrole göre önemli bir fark yaratmadığını tespit etmişlerdir. Üzümde yapılan bir diğer araştırmada da (Kondo ve Fukuda, 2001), jasmonatların, geç dönem uygulamalarının ortalama tane ağırlığı üzerine etkili olmadığı, erken dönem uygulamalarının ise içsel gibberellik asit sentezini inhibe ederek, üzümde hücre büyümesini engellediği ve tane ağırlığının düşmesine neden olduğu belirlenmiştir. Fuji elma (*Malus sylvestris*) çeşidinde yapılan bir çalışmada ise, erken dönemde (tam çiçeklenmeden 48 gün sonra) yapılan MeJA uygulamalarının, kontrole göre olgunlaşmayı geciktirdiği, ayrıca meyvedeki nişasta miktarını azaltarak meyve boyutlarının küçülmesine ve meyve ağırlığının önemli derecede azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. Geç dönemde (tam çiçeklenmeden 119 gün sonra) yapılan MeJA uygulamalarının ise, elmalarda hücre bölünmesinin tam çiçeklenmeden 3-12 hafta sonra durması nedeniyle meyve ağırlığı üzerinde etkili olmadığı tespit edilmiştir (Rudell vd., 2005).

Bir diğer kalite kriteri olarak SÇKM bakımından yapılan incelemelerden sonra, en yüksek değerlerin sırasıyla MeJA-1, MeJA-3 ve MeJA-4 uygulamalarında bulunduğu belirlendiği bu tez çalışmasında, özellikle MeJA-1 uygulamasının kontrol ve MeJA-2 uygulamasına göre SÇKM miktarını önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır. Ruiz-Garcia vd. (2012)'de, hasat öncesi MeJA uygulamasının Mourvedre üzüm çeşidine ait tanelerde SÇKM yüzdesinde ilk yıl önemli bir değişikliğe neden olmazken, 2. yıl kontrole göre önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir. Diğer taraftan Fidelibus vd. (2007), Siyah Çekirdeksiz üzüm

çeşidinde kontrole göre MeJA konsantrasyonu arttıkça SÇKM'nin düştüğü, Cabernet Sauvignon ve Merlot üzüm çeşitlerinde ise önemli bir farklılığa neden olmadığını tespit etmişlerdir. Bu konuda yine asmada yapılan birkaç çalışmada, SÇKM bakımından hasat öncesi MeJA uygulamalarının kontrole göre önemli bir değişikliğe neden olmadığını belirtmişlerdir. Elde edilen bu farklı sonuçlar, MeJA konsantrasyonu ile uygulamanın yapıldığı dönem, ekolojik şartlar ve çeşidin SÇKM yüzdesini farklı şekillerde etkilediğini göstermektedir. Ancak bu araştırmadan elde edilen sonuçlara paralel olarak, MeJA'nın meyvelerde olgunlaşmayı ve önemli bir olgunlaşma kriteri olan SÇKM yüzdesini artırdığı daha önce farklı bitkilerde yapılan araştırmalarla da tespit edilmiştir (Gonzalez-Aguilar vd., 2004; Wang vd., 2008; Lolaei vd., 2013).

TA'da üzümlerdeki bir diğer kalite kriteri olup, bu kriter bakımından TA üzerine MeJA uygulamaları, kontrole göre önemli bir farklılığa neden olmamıştır. Benzer şekilde üzümde daha önceden yapılan çalışmalarda hasat öncesi MeJA uygulamalarının TA miktarını değiştirmediği saptanmıştır (Fidelibus vd., 2007; Portu vd., 2015). Ruiz-García vd. (2012) ise Mourvedre üzüm çeşidinde MeJA uygulamasının ilk yıl TA miktarını kontrole göre artırdığını; 2. yılda ise herhangi bir değişikliğe neden olmadığını belirtirken; Fernandez-Marin vd. (2014) ise Syrah üzüm çeşidinde MeJA'nın TA miktarını kontrole kıyasla düşürdüğünü belirtmişlerdir. Alınan bu farklı sonuçlar SÇKM'de de olduğu gibi çeşide, üzümün yetiştiği ekolojik faktörlere, kültürel işlemlere, MeJA konsantrasyonuna ve uygulama dönemine göre değişebileceğini göstermektedir. Ancak genel olarak olgunlaşmayı teşvik edici yönü bulunan MeJA'nın TA miktarını düşürdüğü daha önce farklı bitki türlerinde yapılan çalışmalarla da belirlenmiştir (Wang ve Zheng, 2005; Wang vd., 2008; Lolaei vd., 2013).

Fotosentezle ilişkisi nedeniyle, yaprak büyüklüğü ile stoma sayısının yapılan farklı uygulamalardan ne şekilde etkilendiğinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Yaprak boyutları fotosentez, bitki gelişimi ve sağlığı ile verim potansiyelini etkilemektedir (Smart, 1985; Williams, 1987; Ali ve Anjum, 2004). Dışsal uygulamalar da yaprak boyutlarını ve dolayısıyla stoma sayısını değiştirerek bitki büyüme, gelişme ve verimliliğini etkilemektedir (Al-Imam ve Alsaidi, 2007; Babalık, 2012). Bu nedenle sunulan bu projede yaprak en/boy oranı ile stoma sayıları

da belirlenmiştir. Araştırmada, MeJA uygulanan yapraklarda ortalama en/boy ölçümleri ile stoma sayıları bakımından kontrole göre önemli bir fark göstermemiş hatta özellikle ikinci yıl en/boy oranı ilk yıla göre düşmüştür.

Bitki biyotik ya da abiyotik kökenli herhangi bir stres faktörü ile karşılaştığında, bünyelerinde jasmonatların miktarının arttığı, bunun da lokal ve sistemik olarak alkaloidler ve fenolik maddeler gibi değişik savunma maddelerinin üretimini teşvik ettikleri bilinmektedir (Redman vd., 2001). Dışsal MeJA uygulamaları herhangi bir stres faktörüne maruz kalmasına gerek olmadan bitkilerde savunma sistemlerini harekete geçirerek, hem bitkileri farklı stres faktörlerine karşı korumakta, hem de elde edilen meyvelerin antioksidan kapasitelerinin artmasına neden olmaktadır (Fang vd., 1999; Cheong ve Choi, 2003; Ruiz-García ve Gómez-Plaza, 2013). Bu nedenle araştırmada MeJA uygulamalarının klorofil miktarı ile bitkilerin savunma sistemlerinin bir parçası olan prolin, çözünebilir protein ve antioksidan enzim aktivitelerini nasıl etkiledikleri de incelenmiştir. Buna göre ben düşme döneminden 15 gün sonra uygulanan 5 mM MeJA uygulamasının (MeJA-1) genel olarak klorofil miktarını artırdığı, ancak 2 dönemde tekrarlanan MeJA uygulamalarının (MeJA-3 ve MeJA-4) klorofil miktarını düşürdüğü belirlenmiştir. Seema (2003), MeJA'nın şeker kamışı fidelerine ait yapraklarda hücre bölünmesi ve besin alınımının çok aktif olduğu yaprak oluşumu aşamasında kloroplastlardaki protein sentezini baskılaması nedeniyle klorofil kaybına neden olduğunu ve Gonzalez-Aguilar vd. (2006)'de benzer olarak MeJA uygulamalarının klorofil bozulmasını teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçların aksine Bidabadi vd. (2013), İran'da yetişen Asgari, Shahani, Ghermez Ghazvin, ve Yaghuti Sefid üzüm çeşitlerinde 0 ve 500 mg l⁻¹ konsantrasyonlarında yapılan MeJA uygulamasının klorofil birikimi üzerinde önemli bir etki yaratmazken, 1000 mg l⁻¹ konsantrasyonundaki MeJA uygulamasının klorofil miktarını kontrole göre önemli miktarda artırdığını belirlemişlerdir.

Bitkilerde toksik oksijen türevlerine karşı enzimatik olmayan savunma sistemlerinden birini oluşturan prolin, osmatik basıncı düzenlemeye ve olumsuz çevre koşullarına yani strese maruz kalan bitkilerin toleransını artırmaya katkıda bulunan bir aminoasittir (Heuer, 1993). Araştırmada yapraklarda bir stres göstergesi olan prolin miktarının, kontrole göre MeJA uygulanan örneklerde önemli miktarda azaldığı belirlenmiştir. Tanelerde ise en yüksek prolin miktarının her iki yılda da ve

MeJA-3 uygulamalarından elde edildiği saptanmıştır. Araştırmamızda dikkat çeken sonuçlardan biri de özellikle 10 mM konsantrasyonunda uygulanan MeJA'nın tanelerde prolin birikiminin düşmesine neden olduğunun saptanmış olmasıdır. Yapılan ayrıntılı literatür taramaları sonucunda, asmalarda bu konuda yapılan tek çalışmanın Bidabadi vd. (2013) tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Dışsal MeJA uygulamalarının prolin ve antioksidan enzim aktiviteleri üzerindeki etkilerinin incelendiği bu araştırmada, Asgari, Shahani, Ghermez Ghazvin ve Yaghuti Sefid üzüm çeşitlerinde MeJA uygulamalarının yapraklarda prolin miktarını kontrole göre önemli derecede düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Seema vd. (2003)'de, şeker kamışı fidelerine ait yapraklara MeJA uygulamaları sonucunda prolin miktarının azaldığını belirlemişlerdir.

Araştırmada incelenen bir diğer kriter olan çözünebilir protein miktarının genel olarak MeJA uygulamaları ile arttığı saptanmıştır. En yüksek çözünebilir proteinin tanelerde, 2011 yılında MeJA-1 ve MeJA-4 uygulamalarından; 2012 yılında ise MeJA-4 uygulamasından elde edildiği bulunmuştur. Yapraklarda ise ben düşme döneminden 15 gün sonra ve hasat dönemi olmak üzere 2 farklı dönemde MeJA uygulaması yapılan omcalarda (MeJA-3 ve MeJA-4), kontrol ve sadece ben düşme döneminde MeJA uygulaması yapılmış omcalara (MeJA-1 ve MeJA-2) göre çözünebilir protein miktarlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarının aksi olarak Seema vd. (2003), şeker kamışı bitkisinde MeJA konsantrasyonlarının artışıyla birlikte çözünebilir protein miktarının azaldığını belirtmişlerdir.

Bitkilerin reaktif oksijen türevlerine karşı oluşturdukları enzimatik savunma sisteminin önemli bir parçasını oluşturan antioksidan enzimlerden biri olan SOD enzimi, süperoksit radikalini ortadan kaldırmaktadır (Yaşar vd., 2008). Araştırmada her iki yılda da tanelerde en yüksek SOD aktivitesi kontrol grubuna ait tanelerden elde edilmiş, MeJA uygulamaları SOD enzim aktivitesini düşürmüştür. MeJA uygulamalarının yapraklardaki SOD enzim aktivitesine olan etkilerinin önemli bulunduğu araştırmada, MeJA-3 ve MeJA-4 uygulamalarının yapraklardaki SOD enzim aktivitesini düşürdüğü saptanmıştır. Yıllar arasında ise yapraklardaki SOD enzim aktivitesi bakımından, ilk yıl elde edilen verilerin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sonuçların aksine Jiang vd. (2015), *V. vinifera* x *V. labrusca* melezi

Kyoho üzüm çeşidinde gri küfe karşı, hastalık etmenlerinin azaltılmasına yönelik tanelere yapılan MeJA uygulamasının, SOD enzim aktivitesini kontrole kıyasla önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir. SOD aktivitesindeki bu artış, biyotik bir stres faktörü olan gri küf etmenine karşı bitkide doğal olarak aktif hale gen MeJA'nın bir sinyal molekülü olarak hareket etmesiyle artış gösteren SOD enzim aktivitesinin, dışsal MeJA uygulamasıyla daha da aktif hale getirilmesiyle açıklamışlardır. Araştırma sonuçlarına uygun olarak şeker kamışı fidelerinde gerçekleştirilen bir araştırmada farklı konsantrasyonlardaki MeJA uygulamalarının, yapraklarda SOD enzim aktivitesini azalttığı ve bu azalışın özellikle 1 ppm konsantrasyonunda en yüksek seviyede gerçekleştiği belirtilmiştir (Seema vd., 2003).

Peroksizomlarda bulunan bir diğer antioksidan enzim olan CAT, hidrojen peroksidazın moleküler oksijen ve suya çevrilmesini katalizlemektedir (Gill ve Tuteja, 2010). Araştırmada CAT enzim aktivitesi tanelerde en düşük kontrol grubundan elde edilirken, bütün MeJA uygulamalarının kontrole göre CAT enzim aktivitesinin yükselmesine neden olduğu tespit edilmiştir. Yapraklarda ise MeJA-3 ve MeJA-4 uygulamalarında en yüksek seviyelerde bulunurken, bu uygulamalara göre tek dönemde yapılan MeJA uygulamaları ile kontrolede CAT enzim aktivitesinin önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar hasata yakın yapılan dışsal MeJA uygulamalarının CAT enzim aktivitesini artırdığını göstermektedir. Ayrıca yapraklardaki CAT enzim aktivitesi bir önceki yılda 2012'ye göre daha yüksek seviyede tespit edilmiştir. Benzer şekilde Bidabadi vd. (2013)'de üzümde MeJA uygulamalarının kontrole göre CAT enzim aktivitesinin önemli seviyede arttığını tespit etmişlerdir. Farklı bitkilerde de hasat öncesi yapılan MeJA uygulamalarının CAT enzim aktivitesini artırdığını belirtmişlerdir (Zapata vd., 2014; XiaoAn vd., 2015).

CAT'ten sonra Hidrojen peroksidin parçalanmasında etkili olan bir diğer enzim de APX'dir. Araştırmada tanelerde en yüksek APX aktivitesinin 2011 yılında MeJA-3, MeJA-4 ve MeJA-2 uygulamalarından elde edildiği tespit edilmiştir. 2012 yılında ise genel olarak MeJA uygulamalarının APX enzim aktivitesini artırdığı belirlenmiştir. Özellikle MeJA-3 ve MeJA-4 uygulamalarında tespit edilen APX enzim aktivitesi, kontrole göre önemli derecede yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Yapraklarda ise ilk yıl bütün MeJA uygulamalarının kontrole göre APX enzim aktivitesini önemli

dercede artırırken, 2012 yılında önemli bir farklılığa neden olmadığı tespit edilmiştir. Sonuçlara uygun olarak, Bidabadi vd. (2013), Asgari, Shahani, Ghermez Ghazvin, Yaghati Sefid üzüm çeşitlerinde MeJA uygulamalarının, APX enzim aktivitesini kontrole göre önemli derecede artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Benzer sonuçlar erikte de elde edilmiştir (Zapata vd., 2014).

MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidine ait tane ve yapraklardaki sekonder metabolit içeriğine olan etkileri de incelenmiştir. Farklı bitkilerde yapılan çalışmalar, MeJA uygulamalarının önemli sekonder metabolitler arasında yer alan fenolik maddelerin miktarını artırdığını göstermiştir (Ayala-Zavala vd., 2005; Chanjirakul vd. 2006; Wang vd., 2008). Bu nedenle çalışmamızda tane ve yapraklarda toplam fenolik madde miktarları da belirlenmiştir. Araştırmada hem taneler hem de yapraklara yapılan tüm MeJA uygulamalarının, kontrole göre fenolik madde miktarını önemli derecede artırmıştır. Sonuçlara paralel olarak Ruiz Garcia vd. (2012), 110R anacı üzerine aşılı Mourvedre şaraplık üzüm çeşidine ait tanelere yapılan MeJA uygulamalarının fenolik bileşik miktarını önemli seviyede artırdığını tespit etmişlerdir. *In vitro* hücre süspansiyon kültürlerinde de Gamay, Kalecik Karası ve Öküzgözü üzüm çeşitlerinde MeJA uygulamalarının kontrole göre toplam fenolik madde miktarında önemli artışlara neden olduğu tespit edilmiştir (Çetin ve Göktürk Baydar, 2016). Ayrıca siyah ahudududa Wang ve Zheng, (2005), ahudududa Chanjirakul vd. (2006), turpta Kim vd. (2006), böğürtlende Wang vd. (2008), buğdayda Kim vd. (2011), elmada Shafiq vd. (2011), yaban mersininde Huang vd. (2014), erikte Karaman vd. (2013), Küçüker vd. (2014), Martínez-Esplá vd. (2014) ve Zapata vd. (2014) farklı MeJA konsantrasyonlarında gerçekleştirmiş oldukları çalışmalarda toplam fenolik madde miktarını kontrole göre artırdığını belirtmişlerdir. MeJA uygulamalarının fenolik madde miktarı üzerindeki artırıcı etkisinin, fenilalenin amonyum ligaz (PAL) enzimi ile bitkide fenilpropanoid yolunun aktifleşmesi ile meydana geldiği bildirilmektedir (Kim vd., 2007).

Araştırmada MeJA'nın, en iyi bilinen biyoetken olmasının yanı sıra asmaları stres faktörlerine karşı koruyan ve insan sağlığı üzerine olumlu etkileri bulunan *trans*-resveratrol miktarı üzerine olan etkisi de incelenmiştir. Tanelerde, MeJA uygulamalarının *trans*-resveratrol birikimini teşvik ettiği, özellikle ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat olmak üzere 2 dönemde yapılan MeJA (MeJA-3 ve MeJA-4)

uygulamalarının kontrole göre *trans*-resveratrol miktarını yaklaşık olarak 2 kat artırdığı belirlenmiştir. Horoz Karası üzüm çeşidine ait yapraklarda ise her iki yılda da en yüksek *trans*-resveratrol miktarı ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat olmak üzere 2 farklı dönemde 10 mM MeJA uygulaması (MeJA-4) yapılan yapraklarda tespit edilmiştir. MeJA'nın *trans*-resveratrol miktarı üzerine etkisini inceleyen Larronde vd. (2003), dışsal MeJA uygulamasının Cabernet Sauvignon üzüm çeşidine ait tane ve yapraklarda kontrole göre *trans*-resveratrol birikimini artırdığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Vezzulli vd. (2007)'de bağda 3309 anacı üzerine aşılı Barbera üzüm çeşidinde MeJA uygulamalarının, olgunlaşma dönemindeki tanelerde *trans*-resveratrol üretimini önemli derecede artırdığını saptamışlardır. Asma da farklı zamanlarda ve farklı konsantrasyonlarda hasat öncesi MeJA uygulamasının yapıldığı bir çalışmada ise Mahmoodi Pour vd. (2008), İran'da yetişen iki farklı üzüm çeşidi (Rajabie Sefide Shiraz ve Keshmeshie Ghermez)'ne ait yaprak ve tanelerde *trans*-resveratrol miktarları araştırılmıştır. Rajabie Sefide Shiraz çeşidinin, Keshmeshie Ghermez çeşidine göre, tanelerde de yapraklara göre daha fazla miktarlarda *trans*-resveratrol sentezlendiğini tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada her iki çeşitte de en yüksek *trans*-resveratrol miktarı tam çiçeklenmeden 4 hafta sonra 1 mM konsantrasyonunda yapılan MeJA uygulamasında saptanmıştır. Ruiz-Garcia vd. (2013), MeJA uygulamalarının Monastrell üzüm çeşidinde klonlara göre değişmekle birlikte stilben sentezini 5 kata kadar artırdığını belirlemişlerdir. Yine bağda gerçekleştirilen başka bir çalışmada, Syrah üzüm çeşidine hasat öncesi MeJA uygulamasının; *trans*-resveratrol sentezi üzerinde olumlu etkilerde bulunduğunu tespit edilmiştir (Fernandez-Marin vd., 2014). MeJA uygulamaları sonucunda *trans*-resveratrol miktarındaki artış, MeJA'nın stilben sentaz (STS) enzim aktivitesini yükselterek *trans*-resveratrol sentezini uyarması sonucunda gerçekleştiği şeklinde açıklanmaktadır (Belhadj vd., 2006). Ancak, MeJA'nın uygulama dozu ve dönemi ile çeşit, farklı sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir. Nitekim Portu vd. (2015), 110 R anacı üzerine aşılı Tempranillo üzüm çeşidinde hasat öncesi 10 mM konsantrasyonunda yapılan MeJA uygulamasının, *trans*-resveratrol miktarında önemli bir değişikliğe neden olmazken; *trans*-piceid, *cis*-piceid ve toplam stilben miktarını kontrole göre önemli ölçüde artırdığını tespit etmişlerdir. MeJA uygulamalarının *trans*-resveratrol gibi stilben grubu bileşikleri artırmasını, Belhadj vd. (2008) polifenol biyosentezinden sorumlu genlerin MeJA tarafından düzenlenmesine bağlamışlardır. Nitekim Belhadj vd. (2006), MeJA uygulanmış

Cabernet Sauvignon üzüm çeşitlerinde stilben sentaz gibi stilben sentezinden sorumlu enzimlerin biriktiğini saptamışlardır.

Araştırmada incelenen bir diğer sekonder metabolit de üzüm tanelerinin kendilerine özgü renklerini oluşturarak üzüm kalitesinde rol oynayan antosiyaninlerdir. Yapılan incelemeler sonucunda her iki yılda da MeJA-4 uygulaması dışındaki MeJA uygulamalarının kontrole göre antosiyanin birikimini artırmada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yıllara göre ise ben düşme döneminden 15 gün sonra uygulanan 5 mM MeJA uygulamasında (MeJA-1) farklılığın önemli olduğu, buna karşın kontrole diğer uygulamalar arasında yıllara göre önemli bir farklılığın bulunmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca 2012 yılında 2011 yılına göre antosiyanin miktarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ruiz-Garcia vd., (2012), MeJA uygulamalarının Monastrell üzüm çeşidinde kontrole göre antosiyanin miktarını % 16 oranında artırdığını tespit etmişlerdir. Yine Monastrell klonlarında MeJA uygulamasının yapıldığı bir diğer çalışmada (Ruiz-Garcia vd., 2013) en yüksek antosiyanin miktarının MeJA uygulamasının yapıldığı üzümlerden elde edildiği saptanmıştır. Fernandez-Marin vd. (2014) de MeJA uygulamasının Syrah üzüm çeşidinde antosiyanin miktarını kontrole göre yaklaşık % 11 oranında artırdığını bulmuşlardır. Benzer sonuçlar *in vitro* koşullarda yapılan çalışmalarla da elde edilmiş olup, asma hücre kültüründe MeJA'nın antosiyanin miktarında kontrole göre önemli ölçüde artışa neden olduğu tespit edilmiştir (Belhadj vd., 2008; Çetin ve Göktürk Baydar, 2016). Antosiyanindeki bu artış, fenilpropanoid yolundaki farklı enzimlerin artışı ile açıklanmaktadır (Belhadj vd., 2006). Nitekim, asmada, stilbenler, antosiyaninler gibi fenolik bileşiklerin miktarındaki artışın, fenolik bileşiklerin sentezinden sorumlu fenilalanin amonyum liyaz, kalkon sentaz, stilben sentaz, UDP-glukoz:flavonoid-O-transferaz, proteinaz inhibitörleri ve kitinaz gibi enzimlerin ekspresyonundan sorumlu genlerin MeJA uygulanmasıyla teşvik edilmesi sonucunda ortaya çıkabileceği ifade edilmektedir (Belhadj vd., 2008). Hasat öncesi MeJA uygulamalarının farklı bitkilerde antosiyanin birikimini artırmada kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır (Franceschi ve Grimes, 1991; Wang ve Zeng, 2005; Percival ve Mackenzie, 2007; Wang vd., 2008; Lolaei vd., 2013; Shafiq vd., 2013).

Araştırmada değişimi incelenen kriterlerden biri de toplam karotenoit miktarıdır. Araştırmada genel olarak bütün MeJA uygulamalarının kontrole göre toplam

karotenoit miktarı üzerinde olumlu etkilerde bulunduğu; özellikle ben düşmeden 15 gün sonra ve hasat olmak üzere 2 farklı dönemde yapılan MeJA uygulamalarının (MeJA-3 ve MeJA-4), kontrole göre toplam karotenoit miktarını önemli derecede artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada, 2012 yılında bir önceki yıla göre daha yüksek miktarda toplam karotenoit miktarının elde edildiği tespit edilmiştir. Erikte yapılan bir çalışmada ise MeJA uygulamalarının karotenoit miktarı bakımından kontrole göre önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir (Martínez-Esplá vd., 2014). Bu durum genotip, MeJA konsantrasyonu ve uygulama dönemleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabilir.

Sonuç olarak; hasat öncesi MeJA uygulamalarının Horoz Karası üzüm çeşidinde verim, kalite, sekonder metabolit üretimi ve bazı biyokimyasal değişimler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu doktora tez çalışmasından elde edilen veriler toplu olarak değerlendirildiğinde,

1. Ardışık iki dönemde yapılan MeJA uygulamalarının (MeJA-3 ve MeJA-4) omca başına verimi; tek dönemde yüksek konsantrasyonda yapılan MeJA uygulaması (MeJA-2) ile iki dönemde yapılan uygulamaların (MeJA-3 ve MeJA-4) salkım ağırlığını kontrole göre önemli derecede düşürdüğü tespit edilmiştir.
2. MeJA uygulamalarının ortalama tane ağırlığı ve TA bakımından farklılık yaratmadığı, SÇKM bakımından ise özellikle MeJA-1 uygulamasının, kontrol ve MeJA-2 uygulamasına göre önemli ölçüde artışa neden olduğu bulunmuştur.
3. Yapılan uygulamaların yaprak en/boy oranı ve stoma sayıları üzerinde önemli bir farklılığa neden olmadığı bununla birlikte ilk yıla ait yaprak örneklerinde yaprak en/boy oranının daha fazla olduğu saptanmıştır.
4. Yapraklarda klorofil miktarlarının, MeJA-1 uygulaması ile önemli derecede artarken; 2 dönemde yapılan (MeJA-3 ve MeJA-4) uygulamaların klorofil miktarını düşürdüğü belirlenmiştir.
5. Tanelerde 10 mM konsantrasyonunda yapılan MeJA uygulamalarının (MeJA-2, MeJA-4), yapraklarda ise tüm MeJA uygulamalarının prolin miktarını kontrole göre düşürdükleri tespit edilmiştir.

6. Çözünebilir protein miktarı tanelerde genel olarak MeJA uygulaması ile artarken; yaprak örneklerinde özellikle 2 farklı dönemde yapılan MeJA uygulamalarının (MeJA-3 ve MeJA-4), kontrol ve diğer uygulamalara göre çözünebilir protein miktarını daha da artırdığı tespit edilmiştir.

7. SOD enzim aktivitesi tanelerde MeJA uygulaması ile kontrole göre düşürürken; yapraklar da sadece 2 dönemde yapılan MeJA uygulamalarının (MeJA-3 ve MeJA-4) SOD enzim aktivitesini düşürdüğü saptanmıştır.

8. CAT enzim aktivitesi tanelerde MeJA uygulamaları ile kontrole göre yükselirken; yapraklarda MeJA konsantrasyonları ve uygulama dönemi sıklığı arttıkça CAT enzim aktivitesinin de arttığı belirlenmiştir.

9. APX enzim aktivitesi genel olarak tane ve yapraklarda MeJA uygulamaları ile artmıştır.

10. Tane ve yapraklarda kontrole göre MeJA uygulamalarının fenolik madde miktarını önemli derecede artırdığı tespit edilmiştir.

11. MeJA uygulamalarının *trans*-resveratrol birikimini teşvik ettiği, özellikle iki dönemde MeJA uygulaması yapılmış tanelerde (MeJA-3 ve MeJA-4) kontrol grubuna kıyasla *trans*-resveratrol miktarını yaklaşık olarak 2 kat artırdığı tespit edilmiştir. Yapraklarda ise en yüksek *trans*-resveratrol miktarı, 2 farklı dönemde 10 mM MeJA uygulaması (MeJA-4) yapılanlarda tespit edilmiştir.

12. Toplam antosiyanin bakımından tek dönemde yapılan MeJA uygulamalarının çok daha başarılı olduğu tespit edilmiştir.

13. Toplam karotenoit miktarı genel olarak tanelerde kontrole göre tüm MeJA uygulamaları ile artarken; yapraklarda toplam karotenoit miktarı bakımından önemli bir fark saptanmamıştır.

Sonuç olarak, MeJA uygulamasının üzümlerde verim ve tane iriliğini artırmak için önerilemeyeceği, ancak özellikle antioksidan kapasitesini artırarak üzüm ve üzümünden yapılan ürünlerin sağlık yönüyle kapasitesinin artırılmasında ya da üzümünden değerli metabolitlerin elde edilmesinde kullanılacak önemli bir strateji olduğu tespit edilmiştir. Özellikle ben düşmeden 15 gün sonra 5 mM konsantrasyonunda yapılan MeJA uygulamasının, araştırmada incelenen bütün metabolitleri artırdığı için en uygun uygulama olarak önerilebileceği görülmektedir. Ancak amaç sadece en yüksek *trans*-resveratrol miktarını elde etmekse, bu durumda da en yüksek *trans*-resveratrol değerinin elde edildiği MeJA-4 uygulamasının ön plana çıktığı ifade edilebilir.

KAYNAKLAR

- Akter, N., Sobahan, M.A., Hossain, M.A., Uraji, M., Nakamura, Y., Mori, I.C., Murata, Y., 2010. The Involvement of Intracellular Glutathione in Methyl Jasmonate Signaling in *Arabidopsis* Guard Cells. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 74, 2504-2506.
- Ali, H., Anjum, M.A., 2004. Aerial Growth and Dry Matter Production of Potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. Desiree in Relation to Phosphorus and Biology, 6, 458-61.
- Al-Imam, N.M.A., Alsaidi, I.H., 2007. Effect of Foliar Applications of Zinc and Npk Fertilization on Flowering, Setting and Vegetative Growth of Halwani Lebanon and Kamali Grape (*Vitis vinifera* L.). *African Crop Science Conference Proceedings*, 8, 541-545.
- Aras, Ö., 2006. Üzüm ve Üzüm Ürünlerinin Toplam Karbonhidrat, Protein, Mineral Madde ve Fenolil Bileşik İçeriklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 59s, Isparta.
- Ayala-Zavala, J.F., C.Y. Wang, Gonzalez-Aguilar, G.A., 2005. Methyl Jasmonate in Conjunction with Ethanol Treatment Increases Antioxidant Capacity, Volatile Compounds and Postharvest Life of Strawberry Fruit. *European Food Research and Technology*, 221, 1438-1443.
- Babalık, Z., 2012. Tuz Ve Su Stresinin Asmaların Bazı Fiziksel Ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 235s, Isparta.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water Stress Studies. *Plant and Soil*, 39, 205-207.
- Baumes, R., Wirth, J., Bureau, S., Gunata, Y., Razungles, A., 2002. Biogenesis of C13-Norisoprenoid Compounds: Experiments Supportive for an Apocarotenoid Pathway in Grapevines. *Analytica Chimica Acta*, 458(1), 3-14.
- Bavaresco, L., Fregoni, C., 2001. Physiological Role and Molecular Aspects of Grapevine Stilbenic Compounds. *Molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine*, 153-182.
- Belguendouz, L., Fremont, L., Gozzelino, M.T., 1998. Interaction of *Trans*-resveratrol with Plasma Lipoproteins. *Biochemical Pharmacology*, 55, 811-816.
- Belhadj, A., Saigne, C., Telef, N., Cluzet, S., Bouscaut, J., Corio-Costet, M.F., Meärillon, J.M., 2006. Methyl Jasmonate Induces Defense Responses in Grapevine and Triggers Protection against *Erysiphe necator*. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 54, 9119-9125.

- Belhadj, A., Telef, N., Saigne, C., Cluzet, S., Barrieu, F., Hamdi, S., Mérillon, J.M., 2008. Effect of Methyl Jasmonate in Combination with Carbohydrates on Gene Expression of PR Proteins, Stilbene and Anthocyanin Accumulation in Grapevine Cell Cultures. *Plant Physiology and Biochemistry*, 46(4), 493-499.
- Bidabadi, S.S., Mehri, H., Ghobadi, C., Baninasab, B., Afazel, M., 2013. Morphological, Physiological and Antioxidant Responses of Some Iranian Grapevine Cultivars to Methyl Jasmonate Application. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, 16(4), 277-283.
- Blond, J.P., Denis, M.P., Bezard, J., 1995. Action Antioxydante du Resveratrol sur la Lipoperoxydation. *Sciences des Aliments*, 15, 347-358.
- Bohm, H., Boeing, H., Hempel, J., Raab, B., Kroke, A.Z., 1998. Flavonols, Flavone and Anthocyanins as Natural Antioxidants of Food and Their Possible Role in the Prevention of Chronic Diseases. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 37,147-163.
- Bradford. M.M., 1976. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitaion of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Britton, G., 1998. Overview of Carotenoid Biosynthesis. (Editors), In: Britton, G., Liaaen-Jensen, S., Pfander, H., *Carotenoids*, Birkhauser, Basel, 3, 13-147p.
- Burns, J., Fraser, P.D., Bramley, P.M., 2003. Identification and Quantification of Carotenoids, Tocopherols and Chlorophylls in Commonly Consumed Fruits and Vegetables. *Phytochemistry*, 62, 939-947.
- Cao, S., Zheng, Y., Wang, K., Jin, P., Rui, H., 2009. Methyl jasmonate Reduces Chilling Injury and Enhances Antioxidant Enzyme Activity in Postharvest Loquat Fruit. *Food Chemistry*, 115, 1458-1463.
- Celotti, E., Ferrarini, R., Zironi, R., 1996. Resveratrol Content of some Wines Obtained from Dried Vapolicella Grapes: Reccioto and Amarone. *Journal of Chromatography A*, 730, 47-52.
- Chanjirakul, K., Wang, S.Y., Wang, C.Y., Siriphanich, J., 2006. Effect of Natural Volatile Compounds on Antioxidant Capacity and Antioxidant Enzymes in Raspberries. *Postharvest Biology and Technology*, 40(2), 106-115.
- Cheong, H., Ryu, S., Kim, K., 1999. Anti-Allergic Action of Resveratrol and Related Hydroxystilbens. *Planta Medica*, 65(3), 266-268.
- Cheong, J.J., Choi, Y.D., 2003. Methyl Jasmonate as a Vital Substance In Plants. *Trends in Genetics*, 19(7), 409-413.
- Cicerali, I.N., 2004. Effect of Salt Stress on Antioxidant Defense Systems of Sensitive and Resistant Cultivars of Lentil (*Lens culinaris* M.). Submitted to

The Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technological University, M.Sc Thesis, 90p, Ankara.

- Cocetta, G., Rossoni, M., Gardana, C., Mignani, I., Ferrante A., Spinardi, A., 2015. Methyl jasmonate affects phenolic metabolism and gene expression in blueberry (*Vaccinium corymbosum*). *Physiologia Plantarum*, 153, 269-283.
- Collins, A.R., 2001. Carotenoids and Genomic Stability. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 475(1), 21-28.
- Concha, C.M., Figueroa, N.E., Poblete, L.A., Oñate, F.A., Schwab, W., Figueroa, C.R., 2013. Methyl Jasmonate Treatment Induces Changes in Fruit Ripening By Modifying The Expression of Several Ripening Genes In *Fragaria chiloensis* Fruit. *Plant Physiology and Biochemistry*. 70, 433-444.
- Corre, L.L., Chalabi, N., Delort, L., Bingon, Y.J., Bernard-Gallon, D.J., 2005. Resveratrol and Breast Cancer Chemoprevention: Molecular Mechanisms. *Molecular Nutrition and Food Research*, 49(5), 462 - 471.
- Costa, C.T., Horton, D., Margolis, S.A., 2000. Analysis of Anthocyanins in Foods by Liquid Chromatography, Liquid Chromatography-Mass Spectrometry and Capillary Electrophoresis. *Journal of Chromatography*, 881, 403-410.
- Creelman, R.A., Rao, M.V., 2002. The Oxylipin Pathway in *Arabidopsis*. In: *The Arabidopsis Book*. (Eds.): Somerville, C.R., Meyerowitz, E.M., American Society of Plant Biologists, USA.
- Cui, J., Juhasz, A., Maulik, N., Das, D.K., 2002. Cardioprotection with Grapes. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 40, 762-769.
- Çakmak, I., Strbac, D., Marschner, H., 1993. Activities of Hydrogen Peroxide-Scavenging Enzymes in Germinated Wheat Seeds. *Journal of Experimental Botany*, 44, 127-132.
- Çelik, H. 2006. Üzüm Çeşit Kataloğu (Grape Cultivar Catalog). Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi: 3, 165s. Ankara.
- Çetin, E.S., Göktürk Baydar, N., 2016. Elicitor Applications on Cell Suspension Culture for Synthesis of Phenolic Compounds on Grapevine. *Journal of Agricultural Sciences (Basımda)*.
- Demole, E., 1962. Isolement Et Détermination De La Structure du Jasmonate de Méthyle, Constituant Odorant Caractéristique de L'essence de Jasmin. *Helvetica Chimica Acta*, 45, 675-685.

- Doğmuş, D., Durucasu, İ., 2013. Keten Tohumu Çeşitlerinin n-Bütanol Fraksiyonlarının Fenolik Bileşenlerinin Antioksidan Aktivitesi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 47-56.
- Edem, D.O., 2009. Vitamin A: a Review. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 1, 65-82.
- Edreva, A., 1998. Stress Physiology, Definitions and Concepts of Stress, Symposium on Molecular Bases of Stress in Plant (Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri), 22-26 June 1998, Ege Üniversitesi Bilim- Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi Bornova, İzmir, 1-33.
- Esteban, R., Moran, J.F., Becerril, J.M., García-Plazaola, J.I., 2015. Versatility of Carotenoids: An Integrated View on Diversity, Evolution, Functional Roles and Environmental Interactions. Environmental and Experimental Botany, 119, 63-75.
- Fan, X., Matheis, J.P., 1999. Methyl Jasmonate Promotes Apple Fruit Degreening Independent of Ethylene Action. HortScience, 34(2), 310-312.
- Fan, E., Zhang, K., Yao, C., Yan, C., Bai, Y., Jiang, S., 2005. Determination of *Trans*-resveratrol In China Great Wall “Fazenda” Red Wine by Use of Micellar Electrokinetic Chromatography. Chromatographia, 62, 289-294.
- Fang, Y., Smith, M.A.L., Pepin, M.F., 1999. Effects of Exogenous Methyl Jasmonate in Elicited Anthocyanin Producing. *In vitro* Cellular Developmental Biology. 35, 106-113.
- Fedina, I.S., Tsonev, T.D., 1997. Effect of Pre-Treatment with Methyl Jasmonate on the Response of *Pisum sativum* to Salt Stress. Journal of Plant Physiology, 151, 735-740.
- Fernandez-Marin, M.I., Puertas, B., Guerrero, R.F., Garcia-Parrilla, M.C., Cantos-Villar, E., 2014. Preharvest Methyl Jasmonate and Postharvest UV-C Treatments: Increasing Stilbenes in Wine. Journal of Food Science. 79(3), 310-317.
- Fidelibus, M.W., Cathline, K.A., Burns, J.K., 2007. Potential Abscission Agents for Raisin, Table, and Wine Grapes. HortScience, 42(7), 1626-1630.
- Fidelibus, M.W., Cathline, K.A., 2010. Dose and Time Dependent Effects of Methyl Jasmonate on Abscission of Grapes. Acta Horticulturae, 884, 725-728.
- Fonseca, S., Chini, A., Hamberg, M., Adie, B., Porzel, A., Kramell, R., Solano, R., 2009. (+)-7-iso-Jasmonoyl-L-iso-leucine is The Endogenous Bioactive Jasmonate. Nature Chemical Biology, 5(5), 344-350.
- Fragrantica Company, 2011. *Jasminium grandiflorum*. Author: Dr. Chandra Shekhar Gupta, Erişim Tarihi: 26.10.2015. <http://www.fragrantica.com/news/Jasmine-2376.html>

- Franceschi, V.R., Grimes, H.D. 1991. Induction of Soybean Vegetative Storage Proteins and Anthocyanins by Low-Level Atmospheric Methyl Jasmonate. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88(15), 6745-6749.
- Frankel, E.N., Waterhouse, A.L., Teissedre, P.L., 1995. Principal Phenolic Phytochemicals in Selected California Wines and Their Antioxidant Activity in Inhibiting Oxidation of Human Low-Density Lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 890-894.
- Fraser, P.D., Bramley, P.M., 2004. The Biosynthesis and Nutritional Uses of Carotenoids. *Progress in Lipid Research*, 43, 228-265.
- Freedman, J.E., Parker, C., Li, L., Perlman, J.A., Frei, B., Ivanov, V., Deak, L.R., Iafrazi, D., Folts, J.D., 2001. Select Flavonoids and Whole Juice from Purple Grapes Inhibit Platelet Function and Enhance Nitric Oxide Release. *Circulation*, 103(23), 2792-2798.
- Galvano, F., La Fauci, L., Lazzarino, G., Fogliano, V., Ritieni, A., Ciappellano, S., Battistini, N.C., Tavazzi, B., Galvano, G.J., 2004. Cyanidins: Metabolism and Biological Properties. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 15, 2-11.
- Ghasemnezhad, M., Javaherdashti, M., 2008. Effect of Methyl Jasmonate Treatment on Antioxidant Capacity, Internal Quality and Postharvest Life of Raspberry Fruit. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 6(1), 73-78.
- Gill, S.S., Tuteja, N., 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crops. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48, 909-930.
- Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S., Zhang, C., 2005. Silicon Alleviates Oxidative Damage of Wheat Plants in Pots Under Drought. *Plant Science*, 169, 313-321.
- Gonzalez-Aguilar GA, Tiznado-Hernandez ME, Zavaleta-Gatica R, Martinez-Tellez MA., 2004. Methyl Jasmonate Treatments Reduce Chilling Injury and Activate The Defense Response of Guava Fruits. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 313, 694-701.
- Gonzalez-Aguilar, G.A., Tiznado-Hernandez, M., Wang, C.Y., 2006. Physiological and Biochemical Responses of Horticultural Products to Methyl Jasmonate. *Stewart Postharvest Review*, 2(1), 1-9.
- Gonza'lez-Herranz, R., Kimberley A., Cathline, K.A., Fidelibus, M.W., Burns, J.K., 2009. Potential of Methyl Jasmonate as a Harvest Aid for 'Thompson Seedless' Grapes: Concentration and Time Needed for Consistent Berry Loosening. *Hortscience*, 44(5), 1330-1333.

- Göktürk Baydar, N., Özkan, G., Sağdıç, O., 2004. Total Phenolic Contents and Antibacterial Activities of Grape (*Vitis Vinifera* L.) Extracts. *Food Control*, 15, 335-339.
- Göktürk Baydar, N., Özkan, G., Yaşar, S., 2007. Evaluation of The Antiradical and Antioxidant Potential of Grape Extracts. *Food Control*, 18, 1131-1136.
- Gronbaek, M., Becker, U., Johansen, D., Gottschau, A., Schnohr, P., Hein, H.O., Jensen, G., Sorensen, T.I.A., 2000. Type of Alcohol Consumed and Mortality From All Causes, Coronary Heart Disease and Cancer. *Annual International Medicine*, 133, 411-419.
- Guerrero, R.F., García-Parrilla, M.C., Puertas, B., Cantos-Villar, E., 2009. Resveratrol, Wine and Mediterranean Diet, A Review. *Natural Products Communications*, 4(5), 635-658.
- Haneke, K.E., 2002. Review of Toxicological Literature, *Trans-resveratrol* (501-36-0). Integrated Laboratory Systems, P.O. Box 13501, Research Triangle Park, North Carolina 27709, Contract No. N01-ES-65402.
- Harborne, J.B., Williams, C.A., 2000. Advances in Flavonoids Research Since 1992. *Phytochemistry*, 55, 481-504.
- Hernández-Almanza, A., Montañez-Sáenz, J., Martí'nez-Ávila, C., Rodríguez-Herrera, R., Aguilar, C.N., 2014. Carotenoid Production by *Rhodotorula glutinis* YB-252 in Solid-State Fermentation. *Food Bioscience*, 7, 31-36.
- Heuer, B., 1993. Osmoregulatory Role of Proline in Water and Salt Stressed Plants. In: "Handbook of Plant and Crop Stress", (Ed): Pessarakli, M. Marcel Dekker. Inc, 363-379p, USA.
- Hirschberg, J., 2001. Carotenoid Biosynthesis in Flowering Plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 4(3), 210-218.
- Holton, T.A., Cornish, E.C., 1995. Genetics and Biochemistry of Anthocyanin Biosynthesis. *The Plant Cell*, 7(7), 1071.
- Hossain, M.A., Munemasa, S., Uraji, M., Nakamura, Y., Mori, I.C., Murata, Y., 2011. Involvement of Endogenous Abscisic Acid in Methyl Jasmonate Induced Stomatal Closure in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 156, 430-438.
- Howitt, C.A., Pogson, B.J., 2006. Carotenoid Accumulation and Function in Seeds and Non-Green Tissues. *Plant Cell Environment* 29, 435-445.
- Huang, X., Li, J., Shanga, H., Menga, X., 2014. Effect of Methyl Jasmonate on the anthocyanin Content and Antioxidant Activity of Blueberries During Cold Storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(2), 337-343.

- Hui, C., Bin, Y., Xiaoping, Y., Long, Y., Chunye, C., Mantian, M., Wenhua, L., 2010. Anticancer Activities of an Anthocyanin-Rich Extract from Black Rice Against Breast Cancer Cells *In vitro* and *In vivo*. *Nutr Cancer*. 62(8),1128-36.
- Jang, M., Cai, L., Udeani, G.O., Slowing, K.V., Thomas, C.F., Beecher, C.W.W., Fong H.H.S., Farnsworth, N.R., Kinghorn, A.D., Mehta, R.G., Moon, R.C., Pezzuto, J.M., 1997. Cancer Chemopreventive Activity of Resveratrol, A Natural Product Derived From Grapes. *Science* 275, 218-220.
- Jeandet, P., Douillet-Breuil, A.C., Bessis, R., Debord, S., Sbaghi, M., Adrian, M., 2002. Phytoalexins from the Vitaceae: Biosynthesis, Phytoalexin Gene Expression in Transgenic Plants, Antifungal Activity, and Metabolism. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(10), 2731-2741.
- Jiang, L., Jin, P., Wang, L., Yu, X., Wang, H., Zheng, Y., 2015. Methyl Jasmonate Primes Defense Responses Against *Botrytis cinerea* and Reduces Disease Development in Harvested Table Grapes. *Scientia Horticulturae*, 192, 218-223.
- Jin, P., Zheng, Y.H., Tang, S.S., Rui, H.J., Wang, C.Y., 2009. Enhancing Disease Resistance in Peach Fruit with Methyl Jasmonate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 802-808.
- Kaçar, B., Katkat, A.V, Öztürk, Ş., 2006. Bitki Fizyolojisi. 2.Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, 563s, Ankara.
- Kaefer, C., Milner, J., 2008. The Role Of Herbs and Spices in Cancer Prevention. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 19(6), 347-361.
- Kaiser, P., Surmann, P., Vallentin, G., Fuhrmann, H., 2007. A Small-Scale Method For Quantification of Carotenoids in Bacteria and Yeasts. *Journal Microbiology Methods*, 70,142-149.
- Karaman, S., Özturk, B., Genç, N., Çelik, S.M., 2013. Effect of preharvest application of methyl jasmonate on fruit quality of plum (*Prunus salicina* Lindell cv.“Fortune”) at harvest and during cold storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37(6), 1049-1059.
- Karanlık, S., 2001. Değişik buğday genotiplerinde tuz stresine dayanıklılık ve dayanıklılığın fizyolojik nedenlerinin araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 125s, Adana.
- Khalil, M.Y., Moustafa, A.A., Naguib, N.Y., 2007. Growth, Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Some Medicinal Plants Grown Under Organic Farming Condition. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(4), 451-457.
- King, R.E., Bomser, J.A., Min, D.B., 2006. Bioactivity of Resveratrol. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5, 65-70.

- Kim, H.J., Chen, F., Wang, X., Choi J.H., 2006. Effect of Methyl Jasmonate on Phenolics, Isothiocyanate, and Metabolic Enzymes in Radish Sprout (*Raphanus sativus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 7263-7269
- Kim, H.J., Fonseca, J.M., Choi, J.H., Kubota, C., 2007. Effect of Methyl Jasmonate on Phenolic Compounds and Carotenoids of Romaine Lettuce (*Lactuca sativa* L.), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(25), 10366-10372.
- Kim, H.J., Park, K.J., Lim, J.H., 2011. Metabolomic Analysis of Phenolic Compounds in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* M.) Sprouts Treated with Methyl Jasmonate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5707-5713.
- Kirk, J.T., Allen, R.L., 1965. Dependence of Pigment Synthesis on Protein Synthesis, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 21, 523-530.
- Kondo, S., Fukuda, K., 2001. Changes of Jasmonates in Grape Berries and Their Possible Roles in Fruit Development. *Scientia Horticulturae*, 91(3), 275-288.
- Korukluoğlu, M., Sahan, Y., Yiğit, A., Özer, E., Gücer, S., 2010. Antibacterial Activity and Chemical Constitutions of *Olea europaea* L. Leaf Extracts. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(3), 383-396.
- Kuc, J., 1995. Phytoalexins, Stress Metabolism, and Disease Resistance in Plants. *Annual Review of Phytopathology*, 33, 275-297.
- Kuhnle, G., Spencer, P. E., Chowrimootoo, G., Schroeter, H., Debnam, E. S., Srai, S. K.,S., Rice-Evans, C., Hahn, U., 2000. Resveratrol is Absorbed in the Small Intestine as Resveratrol Glucuronide. *Biochemical and Biophysical Communications*, 272, 212-217.
- Küçüker, E., Öztürk, B., Çelik, S.M., Akşit, 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.
- Lamuela-Raventos, R.M., Gimeno, E., Fito, M., Castellote, A.I., Covas, M., Torre-Boronat, M.C.D., Lopez-Sabater, M.C., 2004. Interaction of Olive Oil Phenol Antioxidant Components with Low-Density Lipoprotein. *Biological Research*, 37, 247-252.
- Larronde, F., Gaudillere, J.P., Decendit, A., Deffieux, G., Merillon, J.M., 2003. Airborne Methyl Jasmonate Induces Stilbene Accumulation in The Leaves and Berries of Grapevine Plants. *American Journal of Enology and Viticulture*, 54, 63-66.
- Lichtenstein, A.H., 2009. Nutrient Supplements and Cardiovascular Disease: A Heartbreaking Story. *Journal of Lipid Research*, 50, 429-433.

- Linkies, A., Leubner-Metzger, G., 2012. Beyond Gibberellins and Abscisic Acid: How Ethylene and Jasmonates Control Seed Germination. *Plant Cell Reports*, 31(2), 253-270.
- Lolaei, A., Zamani, S., Mobasheri, S., Ahmadian, E., 2013. Effects of Methyl Jasmonate Application on some Characteristics in Strawberry Cultivars (Camarosa and Queen Elisa). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(8), 845.
- Macheix, J.J., Fleuriet, A., Jay-Allemand, C., 2005. Les Composés Phénoliques des Végétaux. Un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes. Switzerland.
- Mahajan, S., Tuteja, N., 2005. Cold, Salinity and Drought Stresses: An Overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 444, 139- 158.
- Mahmoodi Pour, A., Esna-Ashari, M., Karami, O., Hesari, M., 2008. Effect of Methyl Jasmonate on Resveratrol Production in Leaf and Fruit of Two Iranian Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivars. *Journal of Science and Technology of Agriculture of Natural Resources*, 12(45), 571-579.
- Marais, J., Wyk, C.J., Rapp, A., 1991. Carotenoid Levels in Maturing Grapes as Affected By Climatic Regions, Sunlight and Shade. *South African Journal for Enology and Viticulture*, 12, 64-69.
- Martínez-Esplá, A., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D., Valero, D., 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.
- Mckersie, B.D., Leshem, Y.Y., 1994. Stress and Stress Coping in Cultivated Plants. Kluwer Academic Publishers, 256p, Nederland.
- Melendez-Martínez, A.J., Britton, G., Vicario, I.M., Heredia, F.J., 2005. Identification of Zeinoxanthin in Orange Juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 6362-6367.
- Melzoch, K., Hanzlikova, I., Filip, V., Buckiova, D., Smidrkal, J., 2001. Resveratrol in Parts of Vine and Wine Originating from Bohemian and Moravian Vineyard Regions. *Agriculture Conspectus Scientificus*, 66(1), 53-57.
- Meyer, A., Miersch, O., Buttner, C., Dathe, W., Sembdner G., 1984. Occurrence of the Plant-Growth Regulator Jasmonic Acid in Plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 3, 1-8.
- Mithöfer, A., Schulze, B., Boland, W., 2004. Biotic and Heavy Metal Stress Response in Plants: Evidence for Common Signals. *FEBS Letters*, 566, 1-5.

- Missouri State University. Phenol Biosynthesis Map, Maintained by: Marilyn Odneal, Erişim Tarihi: 15.12.2015. <http://mtngrv.missouristate.edu/vgdp/phenolmain.htm>.
- Morgan, J.A., Lecain, D.R., Mccaig, T.N., Quick, J.S., 1993. Gas Exchange, Carbon Isotope Discrimination, and Productivity in Winter Wheat. *Crop Science*, 33, 178-186.
- Nazzaro, F., Caliendo, G., Arnesi, G., Veronesi, A., Sarzi, P., Fratianni, F., 2009. Comparative Content of Some Bioactive Compounds in Two Varieties of *Capsicum annuum* L. Sweet Pepper and Evaluation of Their Antimicrobial and Mutagenic Activities. *Journal Food Biochemistry*, 33(6), 852-868.
- Nelson, K.E., 1985. Harvesting and Handling and California Table Grapes for Market. DANR Publications. 72p, Universty of California.
- Nishino, H., Murakoshi, M., Tokuda, H., Satomi, Y., 2009. Cancer Prevention by Carotenoids. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 483, 165-168.
- Niyogi, K.K., Shih, C., Chow, W.S., Pogson, B.J., DellaPenna, D., Björkman, O., 2001. Photoprotection in a Zeaxanthin-and Lutein-Deficient Double Mutant of *Arabidopsis*. *Photosynthesis Research*, 67(1-2), 139-145.
- Nychas, G.J.E., Tassou, C.C., Skandamis, P., 2003. Antimicrobials From Herbs and Spices, in *Natural Antimicrobials for The Minimal Processing of Food*, Ed: By Roller, S., Woodhead Publishing Ltd., 176-200p, Cambridge, UK.
- Özcan, M., Gürel, S., Babaoğlu, E., 1995. Bitki Biyoteknolojisi Kitabı. Selçuk Üniversitesi Yayınları. 65s, Konya.
- Özden, M., Demirel, U., Kahraman, A., 2009. Effects of Proline on Antioxidant System in Leaves of Grapevine (*Vitis vinifera* L.) Exposed to Oxidative Stress By H₂O₂. *Scientia Horticulturae*, 119, 163-168.
- Park, Y.K., Lee, S.H., Park, E., Kim, J.S., Kang, M.H., 2009. Changes in Antioxidant Status, Blood Pressure, and Lymphocyte DNA Damage from Grape Juice Supplementation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1171(1), 385-390.
- Pauwels, L., Morreel, K., De Witte, E., Lammertyn, F., Van Montagu, M., Boerjan, W., Goossens, A., 2008. Mapping Methyl Jasmonate-Mediated Transcriptional Reprogramming of Metabolism and Cell Cycle Progression in Cultured *Arabidopsis* Cells. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(4), 1380-1385.
- Pazourek, J., Gonzales, G., Revilla, A.L., Havel, J., 2000. Separation of Polyphenols in Canary Islands Wine by Capillary Zone Electrophoresis without Preconcentration. *Journal of Chromatography A*, 874, 111-119.

- Percival, D., MacKenzie, J.L., 2007. Use of Plant Growth Regulators to Increase Polyphenolic Compounds in The Wild Blueberry. *Canadian Journal of Plant Science*, 87, 333-336.
- Perumalla, A., Hettiarachchy, N., 2011. Green Tea and Grape Seed Extracts – Potential Applications in Food Safety and Quality. *Food Research International*, 44 (4), 827-839.
- Portu, J., Santamaría, P., López-Alfaro, I., López, R., Garde-Cerdán, T., 2015. Methyl Jasmonate Foliar Application to Tempranillo Vineyard Improved Grape and Wine Phenolic Content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 63(8), 2328-2337.
- Qiu-Xiong, Y., Wei, H., 2013. Extraction of Resveratrol from *Polygonum cuspidatum*. *Modern Food Science and Technology*, 29(6), 1301-1327.
- Razungles, A.J., Babic, I., Sapis, J.C., Bayonove, C.L., 1996. Particular Behaviour of Epoxy Xanthoppylls During Veraison and Maturation of Grape. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44(12), 3821-3825.
- Redman, A.M., Cipollini Jr, D.F., Schultz, J.C., 2001. Fitness Costs of Jasmonic Acid-Induced Defense in Tomato, *Lycopersicon esculentum*. *Oecologia*, 126(3), 380-385.
- Repka, V., Fischerova, I., Silhárová, K., 2004. Methyl Jasmonate is a Potent Elicitor of Multiple Defense Responses in Grapevine Leaves and Cell-suspension Cultures. *Biologia Plantarum*, 48(2), 273-283.
- Revilla, E., José-María Ryan, J.M., Martín-Ortega, G., 1998. Comparison of Several Procedures Used for the Extraction of Anthocyanins from Red Grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(11), 4592-4597.
- Rodriguez-Amaya, D.B., 2010. Quantitative Analysis, *In vitro* Assessment of Bioavailability and Antioxidant Activity of Food Carotenoids-A Review. *Journal Food Composition and Analysis*, 23(7), 726-740.
- Rudell, D.R., Fellman, J.K., Mattheis, J.P., 2005. Preharvest Application of Methyl Jasmonate to 'Fuji' Apples Enhances Red Coloration and Affects Fruit Size, Splitting, and Bitter Pit Incidence. *HortScience*, 40(6), 1760-1762.
- Ruiz-García, Y., Romero Cascales, I., Gil-Muñoz, R., Fernandez-Fernandez, J.I., Lopez-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E., 2012. Improving Grape Phenolic Content and Wine Chromatic Characteristics Through The Use of Two Different Elicitors: Methyl Jasmonate Versus Benzothiadiazole. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 1283-1290.
- Ruiz-García, Y., Gómez-Plaza, E., 2013. Elicitors: A Tool for Improving Fruit Phenolic Content. *Agriculture*, 3, 33-52.

- Ruiz-García, Y., Romero-Cascales, I., Bautista-Ortín, A. B., Gil-Muñoz, R., Martínez-Cutillas, A., Gómez-Plaza, E., 2013. Increasing Bioactive Phenolic Compounds in Grapes: Response of Six Monastrell Grape Clones To Benzothiadiazole and Methyl Jasmonate Treatments. *American Journal of Enology and Viticulture*, 64, 459-465.
- Ruiz-García, Y., Silva, C.L., Gómez-Plaza, E., Câmara, J.S., 2015. A Powerful Analytical Strategy Based on QuEChERS-Dispersive Solid-Phase Extraction Combined with Ultrahigh Pressure Liquid Chromatography for Evaluating the Effect of Elicitors on Biosynthesis of *Trans-resveratrol* in Grapes. *Food Analytical Methods*, DOI 10.1007/s12161-015-0227-2.
- Saito, N., Munemasa, S., Nakamura, Y., Shimoishi, Y., Mori, I.C., Murata, Y., 2008. Roles of RCN1, Regulatory A Subunit of Protein Phosphatase 2A, in Methyl Jasmonate Signaling and Signal Crosstalk between Methyl Jasmonate and Abscisic Acid. *Plant and Cell Physiology*, 49, 1396-1401.
- Sarig, P., Zutkhi, Y., Monjauze, A., Lisker, N., Ben Arie, R., 1997. Phytoalexin elicitation in grape berries and their susceptibility to *Rhizopus stolonifer*. *Physiology of Molecular Plant Pathology*, 50, 337-347.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Serrano, M., 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, 964-970.
- Scalbert, A., Manach, C., Morand, C., Rémésy, C., Jiménez, L., 2005. Dietary Polyphenols and The Prevention of Diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45(4), 287-306.
- Seema, G., Srivastava, M.K., Srivastava, S., Shrivastava, A.K., 2003. Effect of Methyl Jasmonate on Sugarcane Seedlings. *Division of Plant Physiology and Biochemistry*, 5(3), 189-191.
- Sembdner, G., Parthier, B., 1993. The Biochemistry and The Physiological and Molecular Action of Jasmonates. *Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 33, 569-589.
- Shafiq, M., Singh, Z., Khan, A.S., 2011. Pre-Harvest Spray Application of Methyl Jasmonate Improves Red Blush and Flavonoid Content in Cripps Pink Apple. *Journal of Horticultural Science Biotechnology*, 86 (4), 422-430.
- Shafiq, M., Singh, Z., Khan, A.S., 2013. Time of Methyl Jasmonate Application Influences The Development of 'Cripps Pink' Apple Fruit Colour. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 93, 611-618.
- Sieferman-Harms, D., 1987. The Light Harvesting and Protective Function of Carotenoids in Photosynthetic Membrane. *Physiologia Plantarum*, 69(3), 561-568.

- Singleton, V.L., Rossi, J.R., 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158.
- Smart, R.E., 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36(3), 230-239.
- Sovak, M., 2001. Grape Extract, Resveratrol, and its Analogs: A Review. *Journal of Medicinal Food*, 4, 93-105.
- Sökmen, A., Gürel, E., 2001. Sekonder Metabolit Üretimi. *Bitki Biyoteknolojisi. Selçuk Üniversitesi Yayınları*, 211-261s, Konya.
- Takaoka, M.J., 1940. Of The Phenolic Substances of White Hellebore (*Veratrum grandiflorum* Loes. Fil.). *Journal of The Faculty of Science*, 3, 1-16.
- Tassoni, A., Fornale, S., Franceschetti, M., Federica, M., Michael, A., Perry, B., Bagni, N., 2005. Jasmonates and Na-Orthovanadate Promote Resveratrol Production in *Vitis vinifera* cv. Barbera Cell Cultures. *New Phytologist*, 166(3), 895-905.
- Tassoni, A., Durante, L., Ferri, M., 2012. Combined Elicitation of Methyl-Jasmonate and Red Light on Stilbene and Anthocyanin Biosynthesis. *Journal of Plant Physiology*, 169(8), 775-781.
- Theis, N., Lerdau, M., 2003. The Evolution of Function in Plant Secondary Metabolites. *International Journal Plant Science*, 164(3), 93-102.
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2014. Üzüm 1988-2014 Raporu. Erişim Tarihi: 19.03.2015. <http://www.tuik.gov.tr>
- Valenzano, D.R., Terzibasi, E., Genade, T., Cattaneo, A., Domenici, L., Cellerino, A., 2006. Resveratrol Prolongs Lifespan and Retards The Onset of Age-Related Markers in A Short-Lived Vertebrate. *Current Biology*, 16(3), 296-300.
- Vermerris, W., Nicholson, R., 2007. Phenolic compound biochemistry. Springer Science Business Media, 276p, USA.
- Vezzulli, S., Civardi, S., Ferrari, F., Bavaresco, L., 2007. Methyl Jasmonate Treatment as A Trigger of Resveratrol Synthesis in Cultivated Grapevine. *American Journal of Enology and Viticulture*, 58(4), 530-533.
- Waffo-Teguo, P., Hawthorne, M.E., Cuendet, M., Merillon, J.M., Kinghorn, A.D., Pezzuto, J.M., Mehta, R.G., 2001. Potential Cancer-Chemopreventive Activities of Wine Stilbenoid and Flavans Extracted from Grape (*Vitis vinifera*) Cell Cultures. *Nutrition And Cancer*, 40, 173-179.

- Walter, M.H., Strack, D., 2011. Carotenoids and Their Cleavage Products: Biosynthesis and Functions. *Natural Product Reports*, 28(4), 663-692.
- Wang, S.Y., Zheng, W., 2005. Preharvest Application of Methyl Jasmonate Increases Fruit Quality and Antioxidant Capacity in Raspberries. *International Journal of Food Science Technology*, 40, 187-195.
- Wang, S.Y., Chen, C.T., Wang, C.Y., Chen, P. 2007. Resveratrol Content in Strawberry Fruit is Affected by Preharvest Conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 8269-8274.
- Wang, S.Y., Bowman, L., Ding, M., 2008. Methyl Jasmonate Enhances Antioxidant Activity and Flavonoid Content in Blackberries (*Rubus sp.*) and Promotes Antiproliferation of Human Cancer Cells. *Food Chemistry*, 107, 1261-1269.
- Wang, K., Liao, Y., Kan, J., Han, L., Zheng, Y., 2015. Response of Direct or Priming Defense Against *Botrytis cinerea* to Methyl Jasmonate Treatment at Different Concentrations in Grape Berries. *International Journal of Food Microbiology*, 194, 32-39.
- Wasternack, C., Hause, B., 2002. Jasmonates and Octadecanoids-Signals in Plant Stress Responses and Development. In: Moldave, K., (ed) *Progress in Nucleic Acid Research and Molecular Biology*. Academic, 165, 22p, New York.
- Wasternack, C., Hause, B., 2013. Jasmonates: Biosynthesis, Perception, Signal Transduction and Action in Plant Stress Response, Growth and Development. *Annals of Botany*, 111, 1021-1058.
- Williams, L.E., 1987. Growth of 'Thompson Seedless' Grapevines. I. Leaf Area Development and Dry Weight Distribution. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112, 325-330.
- Wilson, T., 1999. Whole Foods, Antioxidants and Health. In: *Antioxidants in Human Health*. Edts: Basu, T.K., Temple, N.J., Garg, M.L., The Centre for Biosciences and Agriculture International, 141-150.
- Wink, M., 1999. Biochemistry, Role and Biotechnology of Secondary Metabolites. In: "Function of Plant Secondary Metabolites and Their Exploitation in Biotechnology". Sheffield Academic Press and CRC Press, *Annual Plant Reviews*, 3, 1-16.
- Witham, F.H., Blaydes, D.F., Devlin, R.M., 1971. *Experiments of Plant Physiology*. Von Nostrand Reinhold Co., 55-58.
- Wrolstad, R.E., 1976. *Color and Pigment Analysis in Fruit Products*. S Bulletin 624, Agricultural Experiment Station. Oregon State University, Corvallis.
- XiaoAn, L., Cong, H., Fan, G., QingHong, L., Peng, J., YongHua, Z., 2015. Effect of Methyl Jasmonate Pre-Treatment on Quality and Antioxidant Activity of Fresh-Cut Pitaya Fruit. *Journal of Food Safety and Quality*, 6(7), 2502-2508.

- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ő., Özpáy, T., Uzal, Ö., 2008. Tuz stresinin karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) antioksidatif enzim (SOD, CAT, APX ve GR) aktivitesi üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 18(1), 61-65.
- Yazıcı, I., Türkan, I., Sekmen, A. H., Demiral, T., 2007. Salinity Tolerance of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) is Achieved by Enhanced Antioxidative System, Lower Level of Lipid Peroxidation and Proline Accumulation. *Environmental and Experimental Botany*, 61(1), 49-57.
- Young, P.R., Lashbrooke, J.G., Alexandersson, E., Jacobson, D., Moser, C., Velasco, R., 2012. The Genes and Enzymes of the Carotenoid Metabolic Pathway in *Vitis vinifera* L., *BMC Genomics*, 13(1), 243.
- Zamboni, A., Vrhovsek, U., Kassemeyer, H.H., Mattivi, F., Velasco, R., 2006. Elicitor-Induced Resveratrol Production in Cell Cultures of Different Grape Genotypes (*Vitis* spp.). *Vitis-Journal of Grapevine Research*, 45(2), 63.
- Zapata, P.J., Martínez-Esplá, A., Guillén, F., Díaz-Mula, H.M., Martínez-Romero, D., Serrano, M., 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.
- Zhang, Q., Bian, Y., Shi, Y., Zheng, S., Gu, X., Zhang, D., Zhu, X., Wang, X., Jiang, D., Xiong, Q., 2015. An Economical and Efficient Technology for The Extraction of Resveratrol from Peanut (*Arachis hypogaea*) Sprouts by Multi-Stage Countercurrent Extraction. *Food Chemistry*, 179, 15-25.
- Zhao, J., Davis, L.C., 2005. Verpoorte, R. Elicitor Signal Transduction Leading to Production of Plant Secondary Metabolites. *Biotechnology Advances*, 23, 283-333.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özlem ARAS AŞCI

Doğum Yeri ve Yılı : ISPARTA, 1981

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : ozlemaras@sdu.edu.tr

Eğitim Durumu

Lise : Isparta ŞAİK Lisesi, 1997

Lisans : SDÜ, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Yüksek Lisans : SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri

Mesleki Deneyim

SDÜ Senirkent MYO 2007-2011

Yenişarbademli MYO, 2011-.....(halen)

Yayımları

Aras, Ö., 2006. Üzüm ve Üzüm Ürünlerinin Toplam Karbonhidrat, Protein, Mineral Madde ve Fenolil Bileşik İçeriklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 59s, Isparta.

HALLAÇ TÜRK, F., ARAS AŞCI, Ö., BABALIK, Z. ve GÖKTÜRK BAYDAR, N., 2009. Kırmızı Üzüm Suyu ile Sirkenin Fenolik Bileşik İçerikleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. Türkiye 7. Bağcılık Sempozyumu, Cilt II., 247-253, Manisa.