

Siyah mersin (*Myrtus communis* L.) meyvesinde gibberellik asit (GA₃) uygulamalarının fenolik bileşen miktarları üzerine etkisi

Esra ALIM¹ Halil İbrahim UZUN² Orçun ÇINAR¹

¹ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

² Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: esra.alim@tarimorman.gov.tr

ORCID:0000-0003-2433-8834

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2020/37(1): 1-9

doi: 10.16882/derim.2020.561947

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 08.05.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 24.01.2020



Öz

Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) ülkemizde Akdeniz ikliminin hakim olduğu sahil bölgelerinde kendiliğinden yetişmektedir. Mersinin meyveleri sofralık tüketimde, yapraklarının uçucu yağları ise başta ilaç sanayinde olmak üzere kozmetik ve bitkisel ilaç gibi sektörlerde kullanılmaktadır. Bitkinin siyah ve beyaz renkli iki tipte meyvesi bulunmaktadır. Siyah mersin meyveleri beyaz meyvelere göre daha yüksek oranda fenolik bileşen, antosiyanin ve antioksidan aktiviteye sahiptir. Bu nedenle son zamanlarda siyah mersin meyvelerine talep artmıştır. Çalışmalar Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi'nde siyah mersin bahçesinde gerçekleştirilmiştir. Çiçeklenmenin farklı aşamalarında, tüm bitkilere 100 ppm GA₃ uygulanmıştır. Antioksidan aktivite analizi ABTS/TEAC yöntemine göre yapılmıştır. Fenolik bileşen miktarlarının analizleri ise LC-MS/MS cihazında belirlenmiştir. Bazı uygulamalar meyvelerde fenolik bileşen miktarlarını arttırırken, ağaç başı verim ve antioksidan aktivite miktarlarının azalmasına neden olmuştur. İkinci GA₃ uygulaması gallik asiti 2.43'den 3.58'e (mg 100 g⁻¹), kuersetini 1.48'den 2.74'e (mg 100 g⁻¹), kamferolü 0.48'den 1.10'a (mg 100 g⁻¹), rutini 0.34'den 0.58'e (mg 100 g⁻¹), epikatesini 0.31'den 0.41'e (mg 100 g⁻¹), mirisetini 11.21'den 17.90'a (mg 100 g⁻¹) ve benzoik asiti 0.27'den 0.68'e (mg 100 g⁻¹) arttırmıştır. Üçüncü GA₃ uygulaması ise ağaç başı verimin 8265'den 4393'e (g ağaç⁻¹), antioksidan aktivitenin ise 262.86'dan 137.18'e (µM troloks g⁻¹) düşmesine neden olmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Myrtus communis*; Siyah mersin meyvesi; Gibberellik asit; Fenolik bileşen

Effects of gibberellic acid (GA₃) on phenolic compounds in black myrtle fruit (*Myrtus communis* L.)

Abstract

Myrtle (*Myrtus communis* L.) grows naturally in the Mediterranean climate zone in our country. The fruits of myrtle are used in table consumption and the essential oils of the leaves are used especially in the sectors such as pharmaceutical, cosmetics and pesticide industry. Myrtle fruits are white and black colour. Black myrtle fruits have higher phenolic compounds, anthocyanins and antioxidant activity than white berries. Therefore, demand for fruits of black myrtle has recently increased. The studies were carried out in the orchard of black myrtle cultivar located in Akdeniz University, Faculty of Agriculture. At different flowering stages, GA₃ dose of 100 ppm were applied to the whole of the plants. Antioxidant activity analysis was made according to the ABTS/TEAC method. The ratios of phenolic compounds were determined by LC-MS/MS. Some applications significantly increased ratios of phenolic compounds in fruits, reduced the amount of yield and antioxidant activity. As a result of the study, 2nd GA₃ application increased amount of gallic acid from 2.43 to 3.58 (mg 100 g⁻¹), quercetin from 1.48 to 2.74 (mg 100 g⁻¹), kaempferol from 0.48 to 1.10 (mg 100 g⁻¹), rutin from 0.34 to 0.58 (mg 100 g⁻¹), epicatechin from 0.31 to 0.41 (mg 100 g⁻¹), myricetin from 11.21 to 17.90 (mg 100 g⁻¹) and benzoic acid from 0.27 to 0.68 (mg 100 g⁻¹). In addition, 3rd. GA₃ application decreased fruit yield from 8265 to 4393'e (g tree⁻¹) and antioxidant activity from 262.86 to 137.18'e (µM trolox g⁻¹).

Keywords: *Myrtus communis*; Black myrtle fruits; Gibberellic acid; Phenolic compounds

1. Giriş

Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) orman altı açıklıklarında ve maki alanlarında yetişen herdem yeşil, çalı formunda, tıbbi ve aromatik özelliğe sahip bir bitkidir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Tunus, Fas ve Fransa gibi Akdeniz

ikliminin hakim olduğu ülkelerde kendiliğinden yetişmektedir. Ülkemizde ise Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde en düşük rakımdan itibaren, 600 metreye kadar yayılış göstermektedir. Mersin ülkemizde erduran, erdüren, sazrak, zazar, murt, mort gibi isimlerle de anılmaktadır (Baytop, 2007; Baytop, 1999;

Davis, 1982; Oğur, 1994). Mersin meyveleri yuvarlak veya yumurta şeklinde, bezelye büyüklüğünde, siyah ve beyaz meyveli olmak üzere doğada iki tipte doğal olarak yetişmektedir. Akdeniz bölgesinde beyaz mersin meyveleri sofralık olarak tüketilmekte ve ticareti yapılmaktadır. Raf ömrü 2-3 ay olan siyah mersin meyveleri sofralık tüketimde beyazlara göre daha uzun süre pazarda kalmaktadır. Siyah mersin meyveleri hem taze hem de kuru meyve olarak kullanılmaktadır. Ayrıca marmelat, reçel ve meyve çayı şeklinde tüketimi de yaygındır (Baytop, 2007; Alım ve Uzun, 2017).

Doğal olarak yetişen mersin bitkisi hem hastalık ve zararlılara hem de kuraklık ve topraktan kaynaklanan stres faktörlerine dayanıklıdır. Bu özellik mersinin organik olarak yetiştirilmesini sağlamaktadır (Uzun vd., 2014). Mersinin yaprakları ve meyveleri öksürükte, ağız yaralarında, kabızlıkta, iştah açmada, yaraların iyileştirilmesinde, hipoglisemik ve antimikrobik olarak kullanılmaktadır (Aydın ve Özcan, 2007).

Mersinin meyve, yaprak ve tohumları önemli oranda fenolik madde içermektedir. Özellikle siyah meyveli olan genotiplerin beyaz meyveli olanlara göre daha fazla fenolik madde içerdiği belirlenmiştir (Şan vd., 2015). Ayrıca başka çalışmalarda siyah meyveli genotiplerin toplam fenolik madde, flavonoidler, flavonoller ve antosiyaninler bakımında beyaz meyvelilere göre daha zengin olduğu bildirilmiştir (Messaoud ve Boussaid, 2011). Fenolik bileşikler bitkilerde ikincil metabolizma ürünleri şeklinde doğal olarak oluşmaktadır. Fenolik bileşikler insan sağlığındaki fonksiyonlarının anlaşılmasıyla birlikte önem kazanmıştır. Son yıllarda üzerinde yapılan çalışmalar ile fenolik bileşenlerin oksidatif stresi önledikleri, enzim aktivitelerini düzenledikleri, hücre çoğalmasını inhibe ettikleri ve enzim inhibisyonuna neden oldukları tespit edilmiştir. Bu nedenle fenolik bileşikler bakımından zengin tıbbi ve aromatik bitkiler başta ilaç sanayi olmak üzere gıda, kozmetik, zirai mücadele gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca siyah mersin meyvelerinin oldukça yüksek antioksidan özelliği nedeniyle, mersin tüketiminin serbest radikallerin bertaraf edilmesinde ve lipit peroksidasyonunu önlemede etkili olduğu belirlenmiştir (Ekşi ve Karadeniz, 2002; Saldamlı, 1998; Serçe vd., 2010; Yıldız ve Baysal, 2003).

Mersin meyveleri içinde yüksek miktarda bulunan fenolik bileşenler ve antosiyaninler insan sağlığı açısından son derece önemli maddelerdir (Messaoud ve Boussaid, 2011; De Oliveira vd., 2017). Meyvelerde tanımlanan ana fenolik bileşikler, kuersetin 3-O-galaktosit, kuersetin 3-O-ramnosit, mirisetin 3-O-ramnosit, kuersetin 3-O-glukozit, ellajik asit ve mirisetindir (Tuberoso vd., 2010; Sarais vd., 2016). Ayrıca mersin meyvelerinin özellikle gallik asit, kafeik asit, p-hidroksibenzoik asit, klorogenik asit, siringik asit, ellajik asit ve naringin bakımından zengin olduğu yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır. Özellikle kafeik asit, p-hidroksibenzoik asit ve siringik asit içerikleri bakımından, siyah meyveli türlerin beyaz meyveli türlere göre çok daha zengin olduğu bildirilmiştir (Montoro vd., 2006; Reynertson vd., 2008; Barboni vd., 2010; Tuberoso vd., 2006; Şan vd., 2015). Siyah mersin meyveleri son yıllarda özellikle içeriğindeki zengin fenolik madde ve antioksidan aktivite içeriğine sahip olması nedeniyle önemini ve ticari olarak değerini arttırmıştır (Alım ve Uzun, 2017). Mersin meyveleri insan sağlığına katkı sağlayan fenolik asitler, antioksidanlar, flavonoller ve antosiyaninleri içermektedir. Bu nedenle siyah mersin meyvelerinin taze olarak tüketimindeki kalitesin artırılması için fenolik bileşiklerin nicel ve nitel özelliklerini etkileyen uygulamaların incelenmesi önemlidir.

Gibberellik asit (GA₃) çekirdeksiz meyve üretiminde ve meyve ağırlığının artırılmasında kullanılmaktadır. Günümüze kadar yapılan bir çok çalışmada, optimal GA₃ konsantrasyonunun çeşide, yıla ve ekolojiye göre değiştiği bildirilmektedir. Pires vd. (1990), İtalya üzüm çeşidinde tam çiçeklenme döneminde 40 mgL⁻¹ GA₃ uygulandığında %100 çekirdeksiz meyve oluşumu ile birlikte salkımların daha az geliştiğini ve ağırlıklarında azalma olduğunu bildirmiştir. Lu vd. (1995), Muscadine üzüm çeşidi meyve salkımlarına çiçeklenme öncesinde ve sonrasında 100, 200 ve 300 ppm dozlarında GA₃ püskürtmüşlerdir. Çalışmada 100 ppm GA₃ uygulamasının meyve ağırlığı, olgunlaşma süresi ve çekirdeksizlik için en uygun doz olduğu belirlenmiştir. Uzun ve Alım (2016) siyah mersin ağaçlarına tomurcuk uyanmasından ve tam çiçeklenmeden 1 hafta önce 0, 50, 100 ve 200 ppm dozlarında GA₃ uygulamışlardır. Tomurcuk uyanmasından 1 hafta önce yapılan 200 ppm GA₃ uygulamasında çekirdek sayısı

14.72 adet meyve⁻¹ iken, tam çiçeklenmeden 1 hafta önce yapılan 50, 100 ve 200 ppm GA₃ uygulamalarında meyvedeki çekirdek sayısını sırayla 3.01, 2.80 ve 3.96 adet meyve⁻¹'ye düşürmüştür. Ayrıca çekirdek sayısının azalması ile birlikte meyve tutma oranlarında da azalma saptanmıştır. Alım vd. (2018) tarafından, siyah mersinde balon, tam çiçeklenme ve meyve tutumu dönemlerinde GA₃'in ardı ardına üç kez uygulanması çekirdek sayısını 9.20'den 2.17 adet meyve⁻¹'ye düşürmüştür. Ancak GA₃ uygulamaları meyve ağırlığı (mg), meyve eni ve boyu (mm) üzerinde etkili olmamıştır. Gibberellik asit gibi büyüme düzenleyici maddelerin meyvelerin fenolik bileşen miktarları üzerindeki etkileri hakkında çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Araştırmada, çiçeklenme döneminde uygulanan GA₃'ün siyah mersin meyvelerinin fenolik bileşen ve antioksidan miktarlarına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi uygulama bahçesinde 2016 ve 2017 yıllarında yapılmıştır. Araştırmada bitkisel materyal olarak çelikle çoğaltılan 10 yaşlı Yakup tipi siyah mersin (tescil edilmemiş) kullanılmıştır. Deneme alanında ağaçlar damlama sulama yöntemi ile sulanmış ve her yıl düzenli olarak budama ve yabancı ot temizliği yapılmıştır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizler Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM)'nde yapılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. GA₃ uygulamaları

Siyah mersin ağaçlarına, Haziran ayında, çiçeklenmenin farklı aşamalarda, 100 ppm GA₃

(Sigma, ürün no: 48880) + yayıcı yapıştırıcı tek başına ya da kombine olarak, sabah erken saatlerde, püskürtülmüştür. Kontrolde ağaçlara sadece saf su+yayıcı yapıştırıcı uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan GA₃'ün uygulama zamanları ve dozları Çizelge 1'de verilmiştir.

Meyvelerin suda çözünebilir kuru madde miktarının (SÇKM) %22'ye ulaştığı dönem hasat zamanı olarak kabul edilmiş ve ilk yıl 16.11.2017, ikinci yıl da yine 16.11.2017 tarihinde hasat yapılmıştır (Angioni vd., 2011). Hasat zamanında, uygulamaların yapıldığı dallardan toplanan meyveler tartılmış ve her bir uygulamaya ait olan ağacın ana ve yan dalları sayılarak, uygulamanın yapıldığı daldan elde edilen değer yardımı ile ağacın tümü için teorik hesaplamayla ağaç başı verim belirlenmiştir. Siyah mersin meyveleri ekstraksiyon zamanına kadar -18°C'de muhafaza edilmiştir. Araştırma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre, 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bulguların analizi Minitab paket programında değerlendirilmiştir. Grup ortalamalarındaki farklılıklar Tukey çoklu karşılaştırma yöntemi ile belirlenmiştir (Düzgüneş vd., 1987).

2.2.2. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

Biyokimyasal analizlerin ekstraksiyonları için öncelikle 5 g taze meyve 9.5 ml %80'lik metanol ile ultra- turrax homojenizatör yardımıyla yüksek devirde 2 dakika boyunca homojenize edilmiştir. Daha sonra örnekler orbital çalkalayıcıda 1 saat çalkalanmış ve ardından 5000 devirde 10 dakika santrifüj edilmiştir. Bu işlemten sonra üst kısımdaki sıvı kısım alınarak 0.45 µm gözenek çaplı filtre kağıdından (Whatman) geçirilmiştir.

Tüplerdeki kalıntı üzerine bir miktar %80'lik metanol eklenmiş ve ekstraksiyon işlemi 3 kez tekrarlanmış, ardından ekstraktlar %80'lik metanol ile 50 ml'ye tamamlanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

Çizelge 1. GA₃ uygulama zamanları ve dozları

Uygulamalar	GA ₃ uygulama zamanları	GA ₃ dozları
Kontrol	Balon (B)	0 ppm (kontrol)
1. uygulama	Balon (B)	100 ppm
2. uygulama	Balon (B)+Tam çiçeklenme (TÇ)	100 +100 ppm
3. uygulama	Balon (B)+Tam çiçeklenme (TÇ)+Meyve tutumu (MT)	100 +100 +100 ppm
4. uygulama	Tam çiçeklenme (TÇ)	100 ppm
5. uygulama	Tam çiçeklenme (TÇ) + Meyve tutumu (MT)	100 +100 ppm
6. uygulama	Meyve tutumu (MT)	100 ppm

2.2.3. Fenolik bileşen ve antioksidan aktivite miktarlarının belirlenmesi

Siyah mersin meyvelerinden elde edilen ekstraktlarda fenolik bileşen ve antioksidan aktivite değerleri belirlenmiştir. Bileşenler, Fischer vd. (2011) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi (LC-MS/MS, Agilent 6430) cihazında C₁₈ kolonu (1.8 µm 2.1x150 mm) kullanılarak analiz edilmiştir. Bu amaçla gallik asit, kuersetin, kamferol, rutin, epikateşin gallat, epikateşin ve mirisetin standartları metanol ile hazırlandıktan sonra analiz koşullarında yürütülmüş ve her birinin tutulma zamanları belirlenmiştir. Bu standartların tutulma zamanları ile örnek kromatogramlarında belirlenen piklerin tutulma zamanları karşılaştırılarak tespit edilen pikler tanımlanmaya çalışılmıştır. Fenolik bileşen miktarları hazırlanan standart verileri yardımıyla hesaplanmıştır.

Çalışmada, örnekler ön denemeler sonucunda tespit edilen oranlarla seyreltildikten sonra vorteks ile homojenize edilmiş ve 5000 rpm'de 10 dakika santrifüjlenmiştir. Berrak kısım alınarak 0.45 µm membran filtrelerden geçirilerek LC-MS/MS cihazına enjekte edilmiştir.

LC-MS/MS koşulları: Hareketli fazlar: A; Metanol: Su (5:95, %0.01 formik asit ve 5 µM amonyum format içeren), B; Metanol (%0.01 formik asit ve 5 µM amonyum format içeren); Hareketli faz akışı: Gradient akış 0.30 mL dak⁻¹, 0.00-1.00 dak %5 çözelti B (sabit akış), 1.01-3.00 dak %30 çözelti B, 3.01-4.00 dak %60 çözelti B, 4.01-5.00 dak %60 çözelti B (sabit akış), 5.01-6.00 dak %70 çözelti B, 6.01-8.00 dak %80 çözelti B, 8.01-10.0 dak %5 çözelti B (sabit akış), 10.01-15.0 dak %5 çözelti B (sabit akış); Enjeksiyon hacmi ve analiz süresi: 3 µL, 15 dakika ve Dedektör: MS-MS (Çalışma pozitif ve negatif iyon modunda yürütülmüştür).

Örneklerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde ABTS/TEAC yöntemi kullanılmıştır (Cemeroğlu 2010). Antioksidan aktivite tayini analizinde öncelikle 2.45 mM potasyum persülfat içeren 7 mM'lık ABTS çözeltisi hazırlanmıştır. ABTS + radikal çözeltisi PBS çözeltisi ile 734 nm'de absorbans değeri 0.700±0.02 olacak şekilde seyreltilmiştir. Mikro küvete seyreltilmiş ABTS radikal çözeltisinden

300 µl alınmış ve başlangıç absorbans değeri kaydedilmiştir. Daha radikal çözeltisi üzerine 5 µl örnek ekstratı eklenerek 6 dakika boyunca 1'er dakika arayla absorbans değerleri kaydedilmiş ve yüzde azalma oranı (inhibisyon oranı, %) belirlenmiştir. Sonuçlar µM troloks g⁻¹ taze meyve olarak ifade edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Gibberellik asit uygulamalarına ait siyah mersin meyvelerinin 2016, 2017 yılları ve uygulama ortalamalarına ait gallik asit, kuersetin, kamferol, rutin, epikateşin gallat, epikateşin, mirisetin ve benzoik asit (mg 100 g⁻¹) değerleri Çizelge 2 ve Çizelge 3'te; ağaç başı verim (g ağaç⁻¹) ve antioksidan aktivite (µM troloks g⁻¹) miktarları ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Gibberellik asit uygulamalarının gallik asit, kuersetin ve kamferol miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; her iki yılda ve uygulamalar arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir (p≤0.05). Çalışmada 2016 yılında, gallik asit miktarı 5.26 mg 100 g⁻¹ ile en yüksek 3. uygulamada, en düşük ise aynı istatistikî grup içinde yer alan kontrol, 1., 4. ve 5. uygulamalarda sırasıyla 3.51; 2.62; 2.87; 3.50 mg 100 g⁻¹ olarak tespit edilmiştir. 2017 yılı verileri değerlendirildiğinde; gallik asit miktarı 3.40 mg 100 g⁻¹ ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise aynı grupta yer alan kontrol, 3., 4., 5. ve 6. uygulamalarında sırasıyla 1.35; 1.67; 1.43; 1.47 ve 1.73 mg 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. İki yıllık uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, gallik asit miktarları en yüksek aynı istatistikî grup içinde yer alan 2. ve 3. uygulamalarda 3.58 ve 3.47 mg 100 g⁻¹, en düşük ise 2.15 mg 100 g⁻¹ ile 4. uygulamada saptanmıştır. 2016 yılında belirlenen kuersetin miktarı 4.16 mg 100 g⁻¹ ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise aynı grup içindeki 1., 4. ve 5. uygulamalarda sırasıyla 1.74 ; 1.36 ve 1.68 mg 100 g⁻¹ olmuştur. 2017 yılı verileri değerlendirildiğinde ise; kuersetin miktarı 1.31 mg 100 g⁻¹ ile en yüksek 2. uygulama, en düşük ise 0.41 mg 100 g⁻¹ ile 1. uygulamada olduğu tespit edilmiştir. Uygulama ortalamalarında ise kuersetin miktarları 2.74 mg 100 g⁻¹ ile en yüksek 2. uygulama, en düşük ise 1.08 mg 100 g⁻¹ ile aynı istatistikî grupta yer alan 1. ve 4. uygulamada saptanmıştır.

Çizelge 2. GA₃ uygulamalarının siyah mersin meyvelerinin gallik asit, kuersetin, kamferol ve rutin (mg 100 g⁻¹) miktarına etkisi

Uygulamalar	Gallik asit			Kuersetin			Kamferol			Rutin		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Kontrol	3.51 b*	1.35 b	2.43 bc	2.37 b	0.58 d	1.48 bc	0.48 b	0.48 b	0.48 b	0.35 c	0.33	0.34 c
1. Uygulama	2.62 b	2.26 ab	2.44 bc	1.74 c	0.41 e	1.08 d	0.67 b	0.71 b	0.69 b	0.45 bc	0.34	0.39 c
2. Uygulama	3.76 ab	3.40 a	3.58 a	4.16 a	1.31 a	2.74 a	1.05 a	1.15 a	1.10 a	0.75 a	0.40	0.58 a
3. Uygulama	5.26 a	1.67 b	3.47 a	2.28 b	0.96 b	1.62 b	1.35 a	1.21 a	1.28 a	0.67 ab	0.32	0.50 ab
4. Uygulama	2.87 b	1.43 b	2.15 c	1.36 c	0.80 c	1.08 d	0.65 b	0.45 b	0.55 b	0.32 c	0.31	0.32 c
5. Uygulama	3.50 b	1.47 b	2.48 bc	1.68 c	1.00 b	1.34 c	0.57 b	0.56 b	0.56 b	0.36 c	0.32	0.34 c
6. Uygulama	4.13 ab	1.73b	2.93 ab	2.72 b	0.57 d	1.65 b	0.42 b	0.60 b	0.51 b	0.43 c	0.38	0.41 bc
Ortalama	3.66	1.90		2.27	0.81		0.74	0.73		0.48	0.34	
CV (%)	14.00	18.85	6.45	7.17	6.84	5.53	16.26	17.78	13.32	16.39	13.98	8.40

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (p≤0.05)

Çizelge 3. GA₃ uygulamalarının siyah mersin meyvelerinin epikateşin gallat, epikateşin, mirisetin ve benzoik asit (mg 100 g⁻¹) miktarına etkisi

Uygulamalar	Epikateşin gallat			Epikateşin			Mirisetin			Benzoik asit		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Kontrol	0.29	0.71	0.50	0.33 c*	0.29 ab	0.31 bc	9.78 c	12.64	11.21b	0.26 e	0.27 c	0.27 d
1. Uygulama	0.31	0.72	0.51	0.38 bc	0.31 ab	0.34 ac	10.61 bc	13.12	11.87b	0.38 cd	0.38 bc	0.38 c
2. Uygulama	0.37	0.86	0.61	0.45 ab	0.37 a	0.41 a	19.78 a	16.01	17.90a	0.77 a	0.59 a	0.68 a
3. Uygulama	0.21	0.76	0.49	0.54 a	0.21 b	0.37 ab	15.40 ab	15.15	15.28ab	0.55 b	0.46 ab	0.50 b
4. Uygulama	0.30	0.68	0.49	0.28 cd	0.30 ab	0.29 c	8.11 c	12.89	10.50b	0.33 de	0.38 bc	0.36cd
5. Uygulama	0.32	0.68	0.50	0.22 d	0.32 a	0.27 c	8.93 c	14.86	11.89b	0.42 c	0.32 bc	0.37 cd
6. Uygulama	0.37	0.81	0.59	0.38 bc	0.37 a	0.37 ab	13.12 bc	13.47	13.29ab	0.45 c	0.43 ac	0.44 bc
Ortalama	0.31	0.74		0.37	0.31		12.25	14.02		0.44	0.40	
CV (%)	13.49	13.20	13.42	10.27	12.16	8.44	15.44	16.39	12.82	5.82	15.54	8.40

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (p≤0.05)

Çizelge 4. GA₃ uygulamalarının siyah mersin meyvelerinin ağaç başı verim ve antioksidan aktivite miktarına etkisi

Uygulamalar	Verim (g ağaç ⁻¹)			Antioksidan aktivite (µM troluks g ⁻¹)		
	2016	2017	Ort.	2016	2017	Ort.
Kontrol	7917 a*	8612 a	8265 a	256.84 a	268.88 a	262.86 a
1. Uygulama	3331 b	4617 c	3974 c	118.93 b	219.93 b	169.43 bc
2. Uygulama	2198 b	7541 b	4869 c	142.38 b	175.80 c	159.09 bc
3. Uygulama	4018 b	4767 c	4393 c	140.31 b	134.06 d	137.18 c
4. Uygulama	6589 a	7886 b	7237 b	215.82 ab	176.05 c	195.93 b
5. Uygulama	7270 a	7788 b	7530 ab	214.32 ab	180.05 c	197.18 b
6. Uygulama	7918 a	8518 a	8218 ab	218.65 ab	177.43 c	198.04 b
Ortalama	5606	7104		186.75	190.31	
CV (%)	13.10	3.04	5.54	18.73	2.80	9.12

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (p≤0.05)

2016 yılında kamferol miktarının en yüksek aynı grupta yer alan 2. ve 3. uygulamalarda (1.05 ve 1.35 mg 100 g⁻¹) olduğu görülürken, en düşük kontrol, 1., 4., 5. ve 6. uygulamalarda 0.48; 0.67; 0.65; 0.57 ve 0.42 mg 100 g⁻¹ olduğu belirlenmiştir. 2017 yılı verileri değerlendirildiğinde ise; kamferol değerleri en yüksek aynı grupta yer alan 2. ve 3. uygulamalarda 1.15 ve 1.21 mg 100 g⁻¹, en düşük ise aynı istatistiki grupta yer alan kontrol, 1., 4., 5. ve 6. GA₃ uygulamalarında sırasıyla 0.48, 0.71, 0.45, 0.56, 0.60 mg 100 g⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları üzerinden bir değerlendirme yapıldığında kamferol miktarları en yüksek aynı istatistiki grup içinde

yer alan 2. ve 3. uygulamalarda 1.10 ve 1.28 mg 100 g⁻¹ olduğu belirlenirken, en düşük kontrol, 1., 4., 5. ve 6. uygulamalarında sırasıyla 0.48, 0.69, 0.55, 0.56 ve 0.51 mg 100 g⁻¹ olduğu saptanmıştır.

Gibberellik asit uygulamalarının rutin miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; 2016 yılı ve iki yıllık uygulama ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenirken, 2017 yılındaki farklılıklar istatistik olarak önemsiz bulunmuştur (p≤0.05). Araştırmamızda 2016 yılında, rutin miktarı en yüksek 2. uygulamada (0.75 mg 100 g⁻¹), en düşük ise aynı grupta yer

alan kontrol, 4., 5. ve 6. uygulamalarda (0.35, 0.32, 0.36 ve 0.43 mg 100 g⁻¹) olduğu belirlenmiştir. 2017 yılında istatistik olarak önemli olmamasına rağmen rutin içeriğinin en yüksek 2. uygulamada (0.40 mg 100 g⁻¹), en düşük ise 4. uygulamada (0.31 mg 100 g⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. Uygulama ortalamaları üzerinden bir değerlendirme yapıldığında rutin miktarının en yüksek 2. uygulama (0.58 mg 100 g⁻¹), en düşük ise aynı gruptaki kontrol, 4. ve 5. uygulamalarda (0.34, 0.32 ve 0.34 mg 100 g⁻¹) belirlenmiştir.

Gibberellik asit uygulamalarının epikateşin gallat miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; istatistiksel olarak 2016 ve 2017 yılları ile iki yıllık uygulama ortalamaları arasındaki farklılıkların önemsiz, epikateşin miktarı bakımından ise önemli olduğu tespit edilmiştir (p≤0.05). 2016 yılında epikateşin miktarı en yüksek 3. uygulamada (0.54 mg 100 g⁻¹), en düşük ise 5. uygulama (0.22 mg 100 g⁻¹) sonucunda elde edilen meyvelerde belirlenmiştir. 2017 yılı verileri değerlendirildiğinde ise; epikateşin miktarı en yüksek aynı gruptaki 2., 5. ve 6. uygulamalarda sırasıyla 0.37; 0.32; ve 0.37 mg 100 g⁻¹, en düşük ise 0.21 mg 100 g⁻¹ ile 3. uygulamada olduğu tespit edilmiştir. İki yıllık ortalama verilere göre, en yüksek epikateşin miktarı 0.41 mg 100 g⁻¹ ile 2. uygulamada, en düşük ise 4. ve 5. uygulamalarda sırasıyla 0.29 ve 0.27 mg 100 g⁻¹ olduğu belirlenmiştir.

Gibberellik asit uygulamalarının mirisetin miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; 2016 yılı ve iki yıllık ortalamaları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenirken, 2017 yılındaki farklılıklar istatistik olarak önemsiz olmuştur (p≤0.05). 2016 yılında meyvelerdeki mirisetin miktarı 19.78 mg 100 g⁻¹ ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise kontrol, 4. ve 5. uygulamalarında 9.78; 8.11 ve 8.93 mg 100 g⁻¹ olduğu tespit edilmiştir. Uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, mirisetin miktarları 17.90 mg 100 g⁻¹ miktarı ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise aynı grupta yer alan kontrol, 1. ve 4. uygulamalarda 11.21; 11.87 ve 10.50 mg 100 g⁻¹ olduğu saptanmıştır.

Gibberellik asit uygulamalarının benzoik asit miktarına olan etkisini ortaya koymak için yapılan varyans analiz sonucuna göre; 2016,

2017 yılları ve yıl ortalamaları arasındaki farklılıklar önemlidir (p≤0.05). Gibberellik asit uygulamalarının tümü siyah mersin meyvelerinin benzoik asit miktarını arttırmıştır. Meyvelerin benzoik asit içeriği 2016 ve 2017 yıllarında 2. GA₃ uygulamasında sırasıyla 0.77 ve 0.59 mg 100 g⁻¹ ile en yüksek değerleri göstermiştir. Buna karşın en düşük benzoik asit miktarı sırasıyla 0.26 ve 0.27 mg 100 g⁻¹ ile kontrolden elde edilmiştir. Uygulama ortalamaları üzerinden bir değerlendirme yapıldığında, benzoik asit miktarının 0.68 mg 100 g⁻¹ ile en yüksek 2. uygulamada, en düşük ise 0.27 mg 100 g⁻¹ ile kontrol meyvelerinde olduğu belirlenmiştir.

Denemede 2016 yılında en yüksek ağaç başına verim sırasıyla aynı grupta yer alan kontrol, 4., 5. ve 6. uygulamalarda (7917, 6589, 7270 ve 7918 g ağaç⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Çalışmada 1., 2. ve 3. uygulamaları ise (3331, 2198 ve 4018 g ağaç⁻¹) aynı istatistik grupta yer alarak en düşük verimi göstermiştir. 2017 yılında en yüksek ağaç başına verimin kontrol ve 6. uygulamasında (8612 ve 8518 g ağaç⁻¹), en düşük ise 1. ve 3. uygulamalarında (4617 ve 4767 g ağaç⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. İki yıllık uygulama ortalamaları değerlendirildiğinde, en yüksek ağaç başı verimin kontrolde (8265 g ağaç⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Çalışmada GA₃ uygulamalarının tamamı verimin azalmasına neden olmuştur. En düşük verimin 1. 2. ve 3. uygulamalarda (3974, 4869 ve 4393 g ağaç⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Antioksidan aktivite miktarı bakımından 2016 yılında en yüksek içeriğin kontrolde (256.84 µM troloks g⁻¹), en düşük ise sırasıyla 1., 2. ve 3. uygulamalarında (118.93, 142.38 ve 140.31 µM troloks g⁻¹) olduğu tespit edilmiştir. 2017 yılında antioksidan aktivite miktarları en yüksek kontrolde (268.88 µM troloks g⁻¹), en düşük ise 3. uygulamasında (134.06 µM troloks g⁻¹) olduğu belirlenmiştir. Uygulama ortalamaları bakımından değerlendirildiğinde; antioksidan aktivite miktarları en yüksek kontrolde (262.86 µM troloks g⁻¹), en düşük ise 3. uygulamada (137.18 µM troloks g⁻¹) olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmamızda siyah mersin meyvelerine GA₃ uygulama dozunun artmasına paralel olarak fenolik bileşen içeriklerinde artışların olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçlarımızla uyumlu olarak [Sardoei vd. \(2014\)](#) ve [Kaplan vd. \(2019\)](#)

tarafından yapılan çalışmalarda GA₃ uygulamalarında uygulanan dozun artması ile birlikte fenolik madde içeriklerinde artışların olduğu bildirilmektedir. Bayır (2011), siyah mersin meyvelerinde gallik asitin 0.67-6.54 mg 100 g⁻¹, kuersetinin 0.54-3.02 mg 100 g⁻¹, mirisetinin 6.17-26.94 mg 100 g⁻¹, kamferolün 0.02-0.25 mg 100 g⁻¹, epikateşinin 1.11-61.52 mg 100 g⁻¹ arasında olduğunu belirlemiştir. Ayrıca mersin genotiplerinde rutine rastlamadığını, dut meyvelerinde ise ortalama 1.33 mg/100 g⁻¹ rutin olduğunu tespit etmiştir. Çalışmamızda meyvelerin rutin içeriklerinin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz sonuçların rutin dışında araştırmacının sonuçları ile uyumlu olduğu görülmüştür. Üzümlerde ise mirisetinin miktarının mersin meyvelerinden daha düşük olduğu, tane kabuğunda ve tanede, sırasıyla 0.57 mg 100 g⁻¹ ve 0.36 mg 100 g⁻¹ olduğu, üzüm çekirdeklerinde ise mirisetinin bulunmadığı belirlenmiştir. Buna ilaveten üzüm çekirdeğinin gallik asitin 3.35 mg 100 g⁻¹, kuersetinin üzüm tane kabuğunda 2.79 mg 100 g⁻¹, tane etinde ise 0.65 mg 100 g⁻¹ olduğu, ancak üzüm çekirdeklerinde kuersetin bulunmadığı saptanmıştır. Aynı çalışmada üzümlerde baskın bulunan fenolik bileşenlerin tane etinde epikateşin, tane kabuğunda ve tanede epikateşin gallat, çekirdekte ise kateşin olduğunu belirlemiştir.

Üzümsü meyvelerden olan *Vaccinium* türlerinin (*V. corymbosum*, *V. macrocarpon* ve *V. myrtillus*) meyvelerinde Hakkinen vd. (1999a; 1999b; 2000) tarafından yapılan çalışmalarda sırasıyla 0.9-6.90 mg 100 g⁻¹; 0-6.20 mg 100 g⁻¹; 10.3 mg 100 g⁻¹ mirisetin; 2.4-16 mg 100 g⁻¹; 7.3-25 mg 100 g⁻¹; 0.01-4.63 mg 100 g⁻¹ kuersetin içerdiği belirlenmiştir. Araştırma bulgularımızda mersin meyvelerinin mirisetin içeriğinin *Vaccinium* meyvelerinden oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmalar arasındaki bu farklılığın Karadeniz Bölgesi'nde asitli topraklarda yetişen farklı bir meyve türünden daha yüksek olması olağandır. Korsika'da yapılan çalışma kapsamında, yedi farklı bölgeden alınan mersin meyvelerinde epikateşin gallat içeriğinin 124.0-952.9 mg 100 g⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten liyofilize edilerek kurutulan mersin meyvelerinde mirisetin miktarları 207.8-1053.6 mg 100g⁻¹ olarak saptanmıştır (Barboni vd., 2010). Araştırma bulgularımız,

araştırmacıların belirledikleri değerlerden oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Genotip farklılıkları ve araştırmacıların kuru materyalle farklı bir ekstraksiyon yöntemini kullanmış olmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Clague ve Fellers (1934) olgunlaşmış meyvede koruyucu bir etkiye sahip olan benzoik asitin yeterli miktarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışma sonucunda yirmi dört farklı üzüm meyve çeşitinde benzoik asit içeriğinin %0.029 ile %0.098 arasında değiştiğini bildirmiştir. Zadernowski vd. (2005) tarafından genotip, iklim ve toprak koşulları ile meyvenin olgunluk derecesi gibi nedenlerden dolayı fenolik bileşik miktarının değiştiği bildirilmiştir.

Gibberellik asit uygulamaları siyah mersin meyve veriminin azalmasına neden olmuştur. Uygulamalar sonrasında ağaç başı verim birinci yıl 2198-7918 g ağaç⁻¹, ikinci yıl 4617-8518 g ağaç⁻¹, ortalama ise 3974-8218 g ağaç⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Gibberellik asit uygulaması yapılmayan (kontrol) ağaçlarının verimi ise 8265 g ağaç⁻¹ olarak belirlenmiştir. Uzun vd. (2016) siyah mersin tipleri arasında üç yaşında Yakup tipi ağaç başına verimin 1169 g ağaç⁻¹, Işlangıç tipi için ise 656 g ağaç⁻¹ olduğu, sahil koşullarında sulanan bahçedeki ölçülen verim değerlerinin de 7670-7830 g ağaç⁻¹ arasında olduğu bildirmiştir.

Çalışmada, GA₃ uygulamaları meyvelerin antioksidan aktivite miktarının azalmasına neden olarak 137.18 ile 198.04 µM troloks g⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Alım vd. (2017)'nin siyah mersin meyvelerinde yaptığı çalışmada, bulgularımızla uyumlu olarak, GA₃ dozlarına ve uygulama zamanına göre meyvelerin biyokimyasal özelliklerini değiştirdiği bildirmiştir. Serçe vd. (2010) mersin meyvelerinde antioksidan aktivitenin 74.51-91.65 µg mL⁻¹ DPPH arasında değiştiğini belirlemiştir. Pereira vd. (2016) tarafından mersin meyvelerinde TEAC yöntemi ile elde edilen antioksidan aktivitenin ekstraksiyon yöntemine göre değişiklik gösterdiğini, bu nedenle de önemli olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışmalarda belirlenen antioksidan aktivite miktarlarının sonuçlarımızdan daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılıkların araştırmacıların da bildirdiği üzere ekstraksiyon yönteminden kaynaklanmış olabileceği muhtemeldir.

4. Sonuç

Araştırma kapsamında siyah mersin meyvelerinde farklı GA₃ uygulamalarında gallik asit 2.15-3.58 mg 100 g⁻¹; kuersetin 1.08-2.63 mg 100 g⁻¹; kapferol 0.48-1.28 mg 100 g⁻¹; rutin 0.32-0.58 mg 100 g⁻¹; epikateşin gallat 0.48-0.61 mg 100 g⁻¹; epikateşin 0.27-0.41 mg 100 g⁻¹; mirisetin 10.50-17.90 mg 100 g⁻¹ ve benzoik asit 0.36-0.68 mg 100 g⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Siyah mersin meyvelerinde 2. ve 3. uygulamaların gallik asit, kuersetin, kamferol, rutin, epikateşin, mirisetin ve benzoik asit içeriklerinin artmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Siyah mersin ağaçlarında 8265 g ağaç⁻¹ olan verim 3. uygulamada 4869 ve 4393 g ağaç⁻¹ değerine düşmüştür. Ayrıca kontrolde 262.86 µM troloks g⁻¹ olan antioksidan aktivite miktarının 3. uygulamada 137.18 µM troloks g⁻¹'e düşmesine neden olmuştur. Siyah mersin, taze tüketiminin yanı sıra değişik endüstriyel değerlendirmeleri olabilecek ve organik yetiştiriciliği yapılabilecek bir meyvedir. Yukarıdaki verilerin ışığı altında fenolik bileşik maddeler ve antioksidan aktivite bakımından zengin siyah mersin meyvelerinin farmasötik sanayide kullanımına yönelik çalışmaların yapılmasında yarar vardır.

Teşekkür

Bu çalışma doktora tezinin bir parçası olup 2017-2647 proje numarasıyla Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

Kaynakça

- Alım, E., & Uzun, H.İ. (2017). Siyah mersin (*Myrtus communis* L.)'de gibberellik asit (GA₃) uygulamalarının meyve kalitesi ve çekirdeksizlik üzerine etkisi. *Derim*, 34(2):113-121.
- Alım, E., Uzun, H.İ., & Aktürk, B. (2018). The effect of different application times of GA₃ on black myrtle berries (*Myrtus communis* L.). *The Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28:19-23.
- Angioni, A., Pirisi, F., Caboni, P., D'Aquino, S., Fadda, A., & Schirra, M. (2011). Effects of cold storage on quality traits of sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) berries and their alcoholic extracts. *Journal of Agricultural Science and Technology B*, 1:790-798.
- Aydın, C., & Özcan, M.M. (2007). Determination of nutritional and physical properties of myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits growing wild in Turkey. *Journal of Food Engineering*, 79(2):453-458.
- Barboni, T., Cannac, M., Massi, L., Perez-Ramirez, Y., & Chiaramonti, N. (2010). Variability of

polyphenol compounds in *Myrtus communis* L. (Myrtaceae) berries from Corsica. *Molecules*, 15(11):7849-7860.

- Bayır, A. (2011). Üzüm, dut ve mersinin fenolik bileşik içerikleri ile antiradikal aktiviteleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya.
- Baytop, T. (2007). Türkçe Bitki Adları Sözlüğü. Türk Dil Kurumu Yayınları, 515 s, Ankara.
- Baytop, T. (1999). Türkiye'de Bitkiler İle Tedavi Geçmişte ve Bugün. Nobel Tıp Kitap Evleri, 480 s, İstanbul.
- Clague, J.A., & Fellers, C.R. 1934. Relation of benzoic acid content and other constituents of cranberries to keeping quality. *Plant Physiology*, 9(3):631-636.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojileri Derneği Yayınları, 657s, Ankara.
- Davis, P.H. (1982). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. University Press, 172 pp, Edinburgh.
- De Oliveira, C.B., Comunello, L.N., Lunardelli, A., Amaral, R.H., Pires, M.G.S., Da Silva, G.L., Manfredini, V., Vargas, C.R., Gnoatto, S.C.B., De Oliveira, J.R. & Gosmann, G. (2017). Phenolic enriched extract of baccharis trimera presents anti-inflammatory and antioxidant activities. *Molecules*, 17(1):1113-1123.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., & Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 295 s, Ankara.
- Ekşi, A., & Karadeniz, F. 2002. Fenoliklerin gıda bileşenleri olarak önemi. *Dünya Gıda*, 3:64-69.
- Fischer, U.A., Carle, R., & Kammerer, D.R. (2011). Identification and quantification of phenolic compounds from pomegranate (*Punica granatum* L.) peel, mesocarp, aril and differently produced juices by HPLC-DAD-ESI/MSn. *Food Chemistry*, 127(2):807-821.
- Hakkinen, S.H., Karenlampi, S.O., Heinonen, I. M., Mykkanen, H.M., & Torronen, A.R. (1999a). Content of the flavonols quercetin, myricetin, and kaempferol in 25 edible berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(6):2274-2279.
- Hakkinen, S., Heinonen, M., Karenlampi, S., Mykkanen, H., Ruuskanen, J., & Torronen, R. (1999b). Screening of selected flavonoids and phenolic acids in 19 berries. *Food Research International*, 32(45):345-353.
- Hakkinen, S.H., Karenlampi, S.O., Mykkanen, H.M., & Torronen, A.R. (2000). Influence of domestic processing and storage on flavonol contents in berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(7):2960-2965.
- Kaplan, M., Najda, A., Klimek, K., & Borowy, A. (2019). Effect of gibberellic acid (GA₃) inflorescence application on content of bioactive compounds and antioxidant potential of grape (*Vitis* L.) 'Einset Seedless' berries. *South African*

- Journal for Enology and Viticulture*, 40(1):1-10.
- Lu, J., Lamikna, O. & Leong, S. (1995). Effects of gibberellic acid on Muscadine Grape production. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 108:360-361.
- Messaoud, C., & Boussaid, M. (2011). Myrtus communis berry color morphs: a comparative analysis of essential oils, fatty acids, phenolic compounds and antioxidant activities. *Chemistry Biodiversity*, 8(2):300-310.
- Montoro, P., Tuberoso, C.I.G., Piacente, S., Perrone, A., De Feo, V., Cabras, P., & Pizza, C. (2006). Stability and antioxidant activity of polyphenols in extracts of *Myrtus communis* L. berries used for the preparation of myrtle liqueur. *Journal Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41(5):1614-1619.
- Oğur, R. (1994). Mersin bitkisi (*Myrtus communis* L.) hakkında bir inceleme. *Çevre Dergisi*, 10:21-25.
- Pereira, P., Cebola, M.J., Oliveira, M.C., & Gil, M.G.B. (2016). Supercritical fluid extraction vs conventional extraction of myrtle leaves and berries: comparison of antioxidant activity and identification of bioactive compounds. *The Journal of Supercritical Fluids*, 113:1-9.
- Pires, E.J.P., Pommer, C.V., Gelli, D.S., Terra, M.M., Passos, I.R.S., & Silva, A.C.P. (1990). The use of streptomycin and gibberellic acid to promote seedlees and looseness in Italy grapes. *Revista di Vilticultura edi Enologina Canegliano*, 2:23-29.
- Reynertson, K.A., Yang, H., Jiang, B., Basle, J.M., & Kennelly, E.J. (2008). Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible myrtaceae fruits. *Food Chemistry*, 109:883-890.
- Saldamlı, İ. 1998. Gıda Kimyası, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 527 s, Ankara.
- Sarais, G., D'Urso, G., Lai, C., Pirisi, F.M., Pizza, C., & Montoro, P. (2016). Targeted and untargeted mass spectrometric approaches in discrimination between *Myrtus communis* cultivars from Sardinia region. *Journal of Mass Spectrometry*, 51:704-715.
- Sardoei, A.S., Shahadadi, F., Vakili, M.A., & Gholamshahi, S. (2014). Effects of gibberellic acid (GA₃) on phenolic compounds and antiradical activity of marigold (*Calendula officinalis*). *International Journal of Biosciences*, 4(3):1-8.
- Serçe, S., Ercisli, S., Sengul, M., Gunduz, K., & Orhan, E. (2010). Antioxidant activities and fatty acid composition of wild grown myrtle (*Myrtus communis* L.) fruits. *Pharmacogn Magazine*, 6:9-12.
- Şan, B., Yıldırım, A.N., Polat, M., & Yıldırım, F. (2015). Chemical composition of myrtle (*Myrtus communis* L.) genotypes having bluish-black and yellowish-white fruits. *Erwerbs-Obstbau*, 57:203-210.
- Tuberoso, C.I.G., Barra, A., Angon, A., Sarritzu, E., & Pirisi, F.M. (2006). Chemical composition of volatiles in sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) alcoholic extracts and essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54:1420-1426.
- Tuberoso, C.I.G., Rosa, A., Bifulco, E., Melis, M.P., Atzeri, A., Pirisi, F.M., & Dessì, M.A. (2010). Chemical composition and antioxidant activities of *Myrtus communis* L. berries extracts. *Food Chemistry*, 123:1242-1251.
- Uzun, H.İ., Aksoy, U., & Gözlekçi, Ş. (2014). Endüstriyel amaçlı organik siyah mersin yetiştiriciliğinin geliştirilmesi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tagem-10/Ar-Ge/02, Antalya.
- Uzun, H.İ., Aksoy, U., Gözlekçi, Ş., Bayır Yeğın, A. & Selçuk, N. (2016). Siyah mersin (*Myrtus communis* L.)'in değişik ekolojilerde verim ve kalite özellikleri üzerine araştırmalar. *Derim*, 33(2):159-174.
- Uzun, H.İ., Alım, E. & Baktır, İ. (2019). Effects of gibberellic acid applications on induction of partenocarpy in black myrtle fruits. *Acta Horticulturae*. 1242(2): 927-930.
- Yıldız, H., & Baysal, T. 2003. Bitkisel fenoliklerin kullanım olanakları ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 7(14):29-35.
- Zadernowski, R., Naczek M., & Nesterowicz, J. (2005). Phenolic acid profiles in some small berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(6):2118-2124.