



Ege Bölgesi Zeytinyağlarının Fenolik Bileşenleri

Hasan Hüseyin Kara^{1*}, Mustafa Kıralan², Eda Çalıklıoğlu³, Ali Bayrak⁴

¹Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, 42060 Selçuklu/Konya Türkiye

²Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 14030 Gölköy Kampüsü/Bolu Türkiye

³Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırma ve Politikalar Genel Müdürlüğü, 06800 Çankaya/Ankara, Türkiye

⁴Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 06830 Gölbaşı/Ankara, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş 14 Haziran 2017

Kabul 27 Kasım 2017

Anahtar Kelimeler:

Fenolik madde

Toplam fenol

Zeytinyağı

Ege Bölgesi

HPLC

*Sorumlu Yazar:

E-mail: hasankara@konya.edu.tr

Ö Z E T

Bu çalışmada, Türkiye’de başlıca zeytin yetiştiriciliği yapan Ege bölgesinin bazı illerinden (Muğla, Aydın, İzmir ve Manisa) 2 hasat dönemi (2007-2008 ve 2008-2009) süresince yerli zeytin çeşitlerinin (Gemlik, Memecik, Ayvalık, Uslu ve Domat) yağı incelenmiştir. Bu yağların toplam fenolik madde ve fenolik bileşimi belirlenmiştir. Yağların toplam fenolik madde içeriği, 2007-2008 hasat dönemi örneklerinde 23,69-153,64 mg kafeik asit/kg, 2008-2009 hasat dönemi örneklerinde 16,18-136,22 mg kafeik asit/kg aralığında belirlenmiştir. Tüm zeytinyağı örneklerinde tespit edilen fenolik maddeler; tirozol, oleuropein, 4-hidroksifenil asetik asit, luteolin, vanilik asit, hidroksitirozol, rutin, sinamik asit, verbaskozit, hidroksi fenilkarboksilik asit, siringik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, kafeik asit, ferulik asit, *p*-kumarik asit, taksifolin ve apigenindir. Tirozol ve oleuropeinin, 2007-2008 hasat döneminde 1,80-13,39 mg/kg, 1,26-19,50 mg/kg ve 2008-2009 hasat döneminde ise 1,76-11,66 mg/kg, 0,20-13,12 mg/kg aralığında en fazla miktarda değişen bileşenler olduğu saptanmıştır.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(1): 07-15, 2018

Phenolic Compounds of Olive Oils from Aegean Region

ARTICLE INFO

Research Article

Received 14 June 2017

Accepted 27 November 2017

Keywords:

Olive oil

Phenolic compounds

Total phenols

Aegean Region

HPLC

*Corresponding Author:

E-mail: hasankara@konya.edu.tr

ABSTRACT

In this study the domestic monocultivar (Gemlik, Memecik, Ayvalık, Uslu and Domat cv.) virgin olive oil samples obtained from some provinces (Muğla, Aydın, İzmir ve Manisa) of the Aegean region with the main olive growing zones in Turkey during two harvest periods (2007–2008 and 2008-2009) were investigated. The total phenols and phenolic composition of the oils were determined. The total phenol compound content of olive oils were determined to be 23.69-153.64 mg caffeic acid/kg oil for the 2007-2008 harvest period and 16.18-136.22 mg caffeic acid/kg oil for the 2008-2009 harvest period. Tyrosol, oleuropein, 4-hidroksifenil acetic acid, luteolin, vanilic acid, hydroxytyrosol, rutin, cinnamic acid, verbascoside, hidroksifenil carboxylic acid, syringic acid, 3,4-dihidroksibenzoic acid, cafeic acid, ferulic acid, *p*-coumaric acid, taxifolin, apigenin were detected in all the olive oil samples. In the olive oil samples, tyrosol and oleuropein were determined to be the maximum amounts of compounds changing between 1.80-13.39 mg/kg, 1.26-19.50 mg/kg for the 2007-2008 harvest period and 1.76-11.66 mg/kg, 0.20-13.12 mg/kg for the 2008-2009 harvest year, respectively.

DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i1.07-15.1368>

Giriş

Zeytin insan sağlığına yararlı çok sayıda bileşene sahip olup, bu bileşenlerin önemli bir kısmı tamamen fiziksel işlemlerden oluşan üretim prosesi sayesinde yağına geçmektedir (Konuşkan ve Altan, 2008). Zeytinyağı tüketiciler tarafından en fazla tercih edilen bitkisel yağlardandır. Bu tercihin sebepleri, zeytinyağının kendine has aromaya sahip olması ve bunu yanında insan sağlığına önemli katkılar sunan minör bileşenleri içermesinden kaynaklanmaktadır. Minör bileşenler içerisinde en fazla üzerinde durulan ve çalışılan bileşen grubu fenolik maddelerdir (Visioli ve Galli, 1998; Boskou ve ark., 2006).

Zeytinyağının önemli bir kısmını (yaklaşık %90-99) gliserid fraksiyonu oluşturmakta, %0,4-5'lik kısmını ise gliserol olmayan yada sabunlaşmayan fraksiyon oluşturmaktadır (Tripoli ve ark., 2005). Bu minör kısımda triterpenik alkoller, steroller, hidrokarbonlar, tokoferoller ve renk maddeleri gibi çeşitli bileşikler yer almaktadır. Bu bileşenlerin çeşit ve miktarı, zeytin çeşidi, iklim koşulları, işleme ve depolama şartları gibi birçok faktöre göre değişim göstermektedir (Alonso-Salces ve ark., 2010; Aparicio ve Harwood, 2013). Bu minör bileşenler, zeytinyağının tat ve koku gibi duyuşal özelliklerine, renk ve antioksidan özelliklerine katkı sağlamaktadır.

Bu bileşenler içerisinde fenolik maddeler özel bir öneme sahiptir. Zeytinyağında belirlenen başlıca fenolik maddeler üç farklı sınıfta değerlendirilmiştir. Bu üç sınıfı, basit fenoller (vanilik, gallik, kumarik, kadeik asitler, hidroksitirozol, tirozol), sekoiridoitler (oleuropein ve ligstrosit) ve lignanlar (1-adetoksipinoresinol ve pinosresinol) oluşturmaktadır (Servili ve ark., 2009; Alonso-Salces ve ark., 2010). Bu üç sınıfa ait bileşenlerin antioksidan etkileri mevcuttur. Bu fenolik antioksidanlar açısından zengin olan zeytinyağlarının tüketilmesi durumunda oksidatif stres engellenerek, çeşitli kanser türleri (kolon, meme ve deri kanseri gibi), kronik kalp rahatsızlıkları ve yaşlanmaya karşı koruyucu etki sağlanabilir (Owen ve ark., 2000). Fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri yanında zeytinyağının duyuşal özelliklerine de katkısı mevcuttur (Kalua ve ark., 2005, 2006). Fenolik maddelerden, oleuropein aglikon (3,4-DHPEA-EA), elenolik asidin tirozole bağlı aldehidik formu (*p*-HPEA-EA), elenolik asidin hidroksitirozole bağlı dialdehidik formu (3,4-(DHPEA-EDA), elenolik asidin tirozole bağlı dialdehidik formu (*p*-HPEA-EDA), elenolik asit (EA) ve elenolik asit metil esterinin (EAME) acı ve keskin tat ile yüksek korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Dierkes ve ark., 2012). Zeytinlerin hasat edildiği olgunluk düzeyi, çeşit, işleme koşulları ve depolama koşulları gibi birçok faktör zeytinyağının fenolik bileşimini etkiler (De Torres ve ark., 2016; Hbaieb ve ark., 2016; Peres ve ark., 2016; Kelebek ve ark. 2017).

Bu çalışmada, Ege bölgesinde önemli bir üretim payına sahip zeytin çeşitlerinden farklı lokasyonlardan 2 hasat döneminde üretilen zeytinlerin yağlarında fenolik madde profili ve toplam fenolik madde miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Elde edilecek bulgular ile çeşit, hasat dönemi ve lokasyona bağlı olarak yağ örneklerinin fenolik madde dağılımları incelenecek ve bu dağılımdan yola çıkılarak yağ kalitesi hakkında fikir edinilebilecektir.

Materyal ve Yöntem

Aydın, Muğla, İzmir ve Manisa illerinden bölgeye özgü Memecik, Gemlik, Domat, Uslu ve Ayvalık çeşitlerinden o bölgelerde yaşayan halkın hasat yaptığı zaman olan, ekim-ocak ayları arasında, alınarak zeytinler, 2 hasat dönemi süresince (2007-2008 ve 2008-2009) elle toplanmıştır. Makalede, 2007-2008 hasat dönemi 1. yıl, 2008-2009 hasat dönemi 2. yıl örnekleri olarak ele alınmıştır. Zeytinlerin örnek kodları, çeşitleri ve lokasyonu Çizelge 1'de verilmiştir. Elle hasat edilen zeytinler laboratuvar tipi sistemle (HAUS, Aydın, Türkiye) yağa işlenmiştir. Zeytinler metal zeytin kırıcıda kırılmış ve zeytin hamuru elde edilmiştir. Hamur, 30°C'a ayarlanabilir yoğurucuda 60 dakika süre ile karıştırılarak yoğrulmuştur. Yağın hamurdan ayrılması için dikey santrifüj (3000 d/d) kullanılmış olup, böylece sıvı faz (yağ-karasu), katı fazdan ayrılmıştır. Cam mezürde yağ-karasu ayırımından sonra, az da olsa yağda bulunan karasu, sanayide de kullanılan pamuk filtrelerden süzölmüş ve ayrıca bu işlemle az miktardaki posa da ayrılmıştır.

Toplam fenol ve fenolik bileşimin belirlenmesi için 2 g yağ santrifüj tüpüne tartılıp, üzerine 1.0 ml n-hekzan ve 2,0 ml CH₃OH-su (60-40, v/v) ilave edilmiştir.

Çizelge 1 Zeytinlerin çeşitleri, hasat dönemi ve lokasyonları

2007 – 2008 Hasat dönemi		
Kod	Çeşit	Kod
E1	Memecik	Aydın/Didim
E2	Memecik	Muğla/Fethiye
E3	Gemlik	Manisa /Akhisar
E4	Memecik	Muğla/Zeytinaları
E5	Ayvalık	Muğla /Yeşilyurt
E6	Memecik	Muğla /Yeşilyurt
E7	Memecik	İzmir/Bayındır
E8	Uslu	Manisa /Akhisar
E9	Domat	Manisa /Akhisar
E10	Ayvalık	Manisa /Akhisar
E11	Gemlik	Muğla /Milas
E12	Memecik	Muğla /Milas
2008-2009 Hasat dönemi		
F1	Memecik	Aydın/Didim
F2	Memecik	Muğla/Fethiye
F3	Gemlik	Manisa/Akhisar
F4	Memecik	Muğla/Zeytinaları
F5	Ayvalık	Muğla/Yeşilyurt
F6	Memecik	Muğla/Yeşilyurt
F7	Memecik	İzmir/Bayındır
F8	Uslu	Manisa/Akhisar
F9	Domat	Manisa/Akhisar
F10	Ayvalık	Manisa/Akhisar
F11	Gemlik	Muğla/Milas
F12	Memecik	Muğla/Milas
F13	Ayvalık	Aydın/Didim
F14	Gemlik	Aydın/Bozdoğan
F15	Memecik	Aydın/Bozdoğan
F16	Memecik	Muğla/Milas
F17	Memecik	Muğla/Yatağan
F18	Memecik	Aydın/Dalama

Karışım vortex ile 2 dak. karıştırılıp, 3000 dev./dak. 5 dak. süre ile santrifüj edilmiştir. Metanol fazı ayrılıp, ekstraksiyon iki kez tekrarlanmıştır. Ekstraktlar birleştirilmiş ve 0,45µm (AIM Syringe Filter PTFE) filtreden geçirilmiştir. Fenol ekstraktından 0,2 mL bir tüpün içine alınarak saf su ile 5 mL'ye tamamlanmış daha sonra 0,5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilmiştir. Üç dakika sonra 1 mL sodyum karbonat çözeltisi (%35, ağırlık/hacim) ilave edilerek, karışım saf su ile 10 mL'ye seyreltilmiştir. Çözeltinin absorbanı iki saat sonra şahit çözeltiliye karşı 725 nm dalga boyunda spektrofotometre ile ölçülmüştür. Sonuçlar, kafeik asit cinsinden ifade edilmiştir (Pirisi ve ark. 2000, Bonoli ve ark. 2003, Kalantzakis ve ark., 2006).

Fenolik bileşenlerin HPLC analizinde Vinha ve ark. (2005)'nin yöntemi temel teşkil etmiştir. Fenolik bileşenlerin belirlenmesinde kullanılan cihaz ve çalışma koşulları şöyledir:

Cihaz: Shimadzu LC 10A vp, Kyoto, Japonya. Software: PC running Class VP chromatography manager software (Shimadzu, Japonya). Enjeksiyon hacmi: 40 µL. Kolon: Inertsil ODS3 (GL Sciences, Tokyo, Japonya) (5µm, 25cmx4,6mm i.ç). Hareketli faz: A (%2 formik asit sulu çözeltisi), B (metanol). Akış hızı: 0.85 mL/dak. Dedektör: Shimadzu SPD-M20 A Diode Array Dedector. Sıcaklık: 40°C. (280 nm: fenolik asitler ve sekoiridoitler, 320 nm: flavonoitler).

Gradient çalışma programı:

t= 0.01	A=95	B=5
t= 3.00	A=85	B=15
t=13.00	A=80	B=20
t=25.00	A=75	B=25
t=35.00	A=70	B=30
t=40.00	A=65	B=35
t=45.00	A=60	B=40
t=47.00	A=55	B=45
t=50.00	A=53	B=47
t=60.00	A=52	B=48
t=64.00	A=50	B=50
t=70.00	A=50	B=50
t=75.00	A=95	B=5

Analizde kullanılan standartlar şunlardır: oleuropein, verbaskosit, hidroksitirozol (Extrasynthèse, Genay, Fransa), sinamik asit, *p*-kumarik asit, luteolin, ferulik asit, vanilik asit, apigenin, tirozol (2-(4-Hidroksifenil) ethanol), sirinjik asit, kafeik asit, taksifolin, 3,4-dihidroksibenzoik asit (Fluka, Steinheim, Almanya), rutin, 4-hidroksi-4-bifenil-karboksilik asit, 4-hidroksi-fenil-asetik asit (Sigma-Aldrich, Steinheim, Almanya). Pikler, standart maddelerin alıkonma süreleri, piklerin UV-DAD spektrumları ile karşılaştırılarak ve ekstraktların içerisine standartlar ilave edilerek tanımlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toplam fenol içeriği kafeik asit cinsinden verilmiş olup, örneklerin toplam fenol içeriğine ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Toplam fenol içeriği 1. yıl örneklerinde 23,69-153,64 mg kafeik asit/kg, 2. yıl örneklerinde 16,18-136,22 mg kafeik asit/kg arasında belirlenmiştir. Memecik çeşidi

Bayındır (İzmir) lokasyonundan (1.yıl), Gemlik çeşidi Bozdoğan (Aydın) lokasyonundan (2.yıl) elde edilen örnekler toplam fenol açısından en zengin örnekler olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 2 Zeytinyağı örneklerinin toplam fenol içeriği (mg kafeik asit/kg yağ)

2007-2008 Hasat dönemi	
Kod	Toplam fenol (X _{ort} ±SH) [*]
E1	87,15±0,48 ^{g**}
E2	114,00±0,80 ^d
E3	35,84±3,20 ⁱ
E4	135,43±3,68 ^b
E5	122,95±0,48 ^c
E6	103,93±0,32 ^f
E7	153,64±0,16 ^a
E8	64,93±0,00 ^h
E9	104,73±0,16 ^{ef}
E10	23,69±0,32 ^j
E11	62,53±0,16 ^h
E12	108,89±0,48 ^e
2008-2009 Hasat dönemi	
F1	16,18±0,16 ^l
F2	75,80±0,00 ^{de}
F3	62,21±0,16 ^{fg}
F4	124,07±0,32 ^b
F5	66,85±0,00 ^{efg}
F6	110,81±0,16 ^c
F7	103,93±0,32 ^c
F8	111,13±0,47 ^c
F9	29,76±0,32 ^h
F10	105,05±0,16 ^c
F11	33,76±0,80 ^h
F12	56,78±0,16 ^g
F13	60,45±0,64 ^g
F14	136,22±2,88 ^a
F15	85,39±2,88 ^d
F16	71,64±0,64 ^{ef}
F17	103,29±12,47 ^c
F18	82,68±3,36 ^d

*: ± Ortalama standart hata, **: Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05)

İlyasoğlu ve ark. (2010), Ege bölgesinden 2006-2007 ve 2007-2008 hasat döneminde Ayvalık ve Memecik çeşitlerinin yağlarında toplam fenol içeriğini incelemiştir. Ayvalık çeşitlerinin yağlarında 2006-2007 hasat döneminde toplam fenol miktarını 76,14-143,58 mg kafeik asit/kg, 2007-2008 hasat döneminde 126,06-159,45 mg kafeik asit/kg; Memecik çeşidinin yağlarında 2006-2007 hasat döneminde 136,37-185,38 mg kafeik asit/kg, 2007-2008 hasat döneminde 172,08-254,30 mg kafeik asit/kg arasında belirlemiştir. Ocaoğlu ve ark., (2009), Ayvalık, Memecik, Gemlik ve Domat çeşitlerinde toplam fenol içeriğini 2005 yılı örneklerinde 274,09 mg gallik asit/kg ile 330,92 mg gallik asit/kg arasında, 2006 örneklerinde ise 67,04-143,8 mg gallik asit/kg arasında belirtmişlerdir. Öğütçü ve Yılmaz (2009), Ege Bölgesinden elde ettikleri örneklerin yağlarında toplam fenol içeriğini 30,26-97,19 mg gallik asit/kg arasında belirlemiştir. Konuşkan ve Canbaş (2014), Gemlik, Halhalı ve Sarı Haşebi çeşitleri ile yaptıkları çalışmada toplam fenolik madde miktarını

23,27-65,17 mg kafeik asit/kg olarak saptamışlardır. Boselli ve ark. (2009) İtalyada Frantoio ve Leccino karışımı ile Coratina çeşitlerinden bizim yoğurucu sıcaklığımıza yakın sıcaklıkta (35°C) ürettiği zeytin yağlarında toplam fenolik madde içeriğini sırasıyla 133 mg gallik asit/kg ve 201 mg gallik asit/kg olarak saptamıştır. Japonyada yapılan bir araştırmada yedi farklı dönemde (25 Ekim-25 Aralık zaman diliminde) yapılan Mission çeşidine ait zeytinlerde toplam fenolik madde miktarı 253 – 413mg/kg olarak saptanmıştır (Shibasaki, 2005). Cerretani ve ark. (2004) dört farklı dönemde (Ekim-Aralık zaman diliminde) İtalyanın, Nostrana di Brisighella ve Ghiacciole çeşitlerinde toplam fenolik madde içeriğini 209,5–585,2 mg/kg aralığında saptamışlardır. Ögütçü ve Yılmaz (2009), Ege bölgesi yağlarında farklı lokasyonlarda toplam fenol içeriğinin değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları da Ocaoğlu ve ark. (2009) ile Ögütçü ve Yılmaz (2009)'ın sonuçlarına bu açıdan benzerlik göstermektedir. Konuşkan ve Canbaş (2014)'ın sonuçlarının, bizim sonuç aralığımızda olması yönüyle benzerlik arz etmektedir. Boselli ve ark. (2009)'nın sonuçları genel olarak bizim sonuçlarımıza benzer ve yakın, Shibasaki (2005) ve Cerretani ve ark. (2004)'nın sonuçları ise genel olarak bizim sonuçlarımızdan yüksek bulunmuştur.

Zeytinyağı örneklerinde belirlenen fenolik bileşenlerin tüm örneklerdeki miktarlarının toplamlarına göre azalan sıra ile; tirozol, oleuropein, 4-hidroksifenil asetik asit, luteolin, vanilik asit, hidroksitirozol, rutin, sinamik asit, verbaskozit, hidroksi fenilkarboksilik asit, sirinjik asit, 3,4-dihidroksibenzoik asit, kafeik asit, ferulik asit, p-kumarik asit, taksifolin ve apigenin'dir. Fenolik bileşenlere ilişkin sonuçlar Çizelge 3'de verilmiştir. Garcia ve ark. (2001), iki farklı zeytin çeşidine ait

zeytinyağında başlıca; hidroksitirozol, tirozol, vanilik asit, vanilin, 4-(asetoksietil)-1,2- dihidroksibenzen, p-kumarik asit, hidroksitirozol, elenolik asitin dialdehidik formu, 1-asetoksinpinoresinol, pinoresinol, oleuropein aglukon, luteolin, ligstrosit aglikon ve apigenin fenoliklerini saptamışlardır. Bazı bileşenlerin bizim çalışmamızda, bazı bileşenlerin ise çeşitli araştırmacıların çalışmalarında saptanmadığı görülmüştür.

Tirozol, 1. yıl örneklerinde en düşük 1,80 mg/kg (E4 kodlu Muğla ili Zeytinalanı mahallesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 13,39 mg/kg (E7 kodlu İzmir ili Bayındır ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 1,76 mg/kg (F8 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Uslu çeşidi), en yüksek 11,66 mg/kg (F9 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Domat çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Ocaoğlu ve ark., (2009), 2005 yılı örneklerinde 0,67-14,17 mg/kg, 2006 yılı örneklerinde 0,40-4,33 mg/kg arasında, İlyasoğlu ve ark., (2010), 2006-2007 yılı Ayvalık çeşidi örneklerinde 3,84-6,41 mg/kg, 2007-2008 yılı örneklerinde 2,18-9,13 mg/kg, Memecik çeşidi 2006-2007 örneklerinde 7,41-20,08 mg/kg, 2007-2008 yılı örneklerinde 8,12-14,11 mg/kg arasında, Konuşkan ve Canbaş (2014), Gemlik, Halhalı ve Sarı Hasebi çeşitleri ile yaptığı çalışmada 0,07-0,51mg/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir. Artajo ve ark. (2006) Zeytinyağı imalatı esnasında fenolik bileşenlerin meyvenin olgunlaşma evresine göre zeytinyağındaki değişimine ilişkin İspanyada yaptıkları çalışmada Arbequin çeşidi zeytinde tirozol içeriğini 82,94-92,59mg/kg aralığında saptamışlardır. Araştırma sonuçları, Ocaoğlu ve ark., (2009) ve İlyasoğlu ve ark. (2010)'ın sonuçlarına benzerlik göstermekte, Konuşkan ve Canbaş (2014)'ün sonuçlarından yüksek, Artajo ve ark. (2006)'nın sonuçlarından düşük bulunmuştur.

Çizelge 3a Zeytinyağı örneklerinin fenol bileşimi, mg/kg (2007-2008 Hasat dönemi)

K	2007-2008 hasat dönemi								
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9
E1	1,16±0,16a**	0,45±0,01b	10,70±0,25ab	0,37±0,17c	1,94±0,07ab	0,06±0,00bc	0,56±0,01a	0,14±0,00ab	0,03±0,01ab
E2	1,38±0,55a	0,63±0,11a	3,21±0,13c	2,49±0,46b	1,93±0,11ab	0,01±0,00c	0,29±0,01bc	0,19±0,00a	0,01±0,00b
E3	0,04±0,01b	0,04±0,01c	12,66±0,36a	1,13±0,07bc	0,30±0,09de	0,19±0,02b	0,02±0,00d	0,00±0,00c	0,06±0,02ab
E4	1,33±0,01a	0,01±0,01c	1,80±0,06c	1,41±0,20bc	0,25±0,00de	0,07±0,04bc	0,07±0,03cd	0,06±0,00bc	0,02±0,00ab
E5	0,60±0,03b	0,48±0,02b	5,65±0,05bc	1,54±0,03bc	2,34±0,19a	0,03±0,00c	0,24±0,07bcd	0,05±0,00bc	0,02±0,00b
E6	0,29±0,01b	0,01±0,00c	2,00±0,02c	6,50±1,37a	0,28±0,00de	0,10±0,02bc	0,03±0,01d	0,09±0,02abc	0,02±0,00b
E7	1,62±0,06a	0,05±0,01c	13,39±4,84a	1,24±0,17bc	0,15±0,02de	0,36±0,14a	0,04±0,02d	0,19±0,12a	0,09±0,07a
E8	0,02±0,00b	0,01±0,00c	3,28±0,01c	0,62±0,10c	0,06±0,00e	0,04±0,00bc	0,13±0,00cd	0,03±0,02bc	0,03±0,00ab
E9	0,50±0,12b	0,01±0,00c	4,94±0,01bc	1,32±0,29bc	0,58±0,35d	0,03±0,01c	0,09±0,03cd	0,02±0,01bc	0,01±0,00b
E10	0,04±0,01b	0,08±0,04c	3,63±1,17c	1,81±0,60bc	1,22±0,25c	0,14±0,04bc	0,08±0,01cd	0,00±0,00c	0,02±0,00b
E11	0,41±0,17b	0,11±0,08c	1,85±0,01c	0,37±0,01c	0,49±0,01de	0,03±0,00c	0,38±0,22ab	0,02±0,00bc	0,02±0,00b
E12	0,39±0,14b	0,47±0,06b	12,00±3,78a	2,55±0,09b	1,72±0,00b	0,03±0,01c	0,56±0,00a	0,03±0,00bc	0,02±0,00ab
K	10	11	12	13	14	15	16	17	
E1	5,60±0,11ef	0,03±0,00c	1,49±1,32a	0,18±0,08cd	0,07±0,02c	0,92±0,06b	0,03±0,00a	0,67±0,03c	
E2	3,63±0,20g	0,02±0,00c	0,83±0,03ab	1,05±0,05a	0,19±0,15abc	0,07±0,01e	0,00±0,00c	0,11±0,00g	
E3	2,96±0,36gh	0,03±0,00c	0,06±0,03b	0,08±0,00de	0,27±0,01abc	0,11±0,07de	0,00±0,00c	1,78±0,04a	
E4	13,42±0,43b	0,25±0,00a	0,25±0,00ab	0,12±0,01cde	0,08±0,02c	0,25±0,01d	0,00±0,00c	1,70±0,15a	
E5	4,97±0,02f	0,03±0,00c	0,83±0,02ab	0,23±0,04c	0,11±0,00bc	0,05±0,01e	0,00±0,00bc	0,48±0,00cd	
E6	12,22±0,22c	0,01±0,00c	0,34±0,02ab	0,08±0,00de	0,32±0,02ab	0,10±0,05e	0,00±0,00c	0,25±0,00efg	
E7	19,50±0,19a	0,06±0,00c	0,65±0,09ab	0,55±0,04b	0,16±0,03bc	0,03±0,01e	0,00±0,00c	0,40±0,10de	
E8	8,08±0,04d	0,03±0,01c	0,17±0,00ab	0,05±0,00e	0,39±0,15a	0,42±0,09c	0,00±0,00bc	0,18±0,05fg	
E9	6,26±0,78e	0,14±0,05b	0,30±0,10ab	0,63±0,07b	0,17±0,03bc	0,13±0,06de	0,00±0,00c	0,23±0,01efg	
E10	2,47±0,15h	0,01±0,00c	0,26±0,03ab	0,04±0,01e	0,14±0,02bc	2,61±0,04a	0,01±0,01b	0,35±0,07def	
E11	1,26±0,06i	0,04±0,03c	0,12±0,05b	0,03±0,01e	0,16±0,01bc	0,12±0,01de	0,00±0,00c	0,51±0,01cd	
E12	8,15±0,07d	0,03±0,00c	0,15±0,00b	0,05±0,00e	0,17±0,01bc	0,02±0,00e	0,01±0,00bc	1,28±0,08b	

*:1) Hidroksitirozol, 2) 3,4-Dihidroksibenzoik asit, 3) Tirozol, 4) 4-Hidroksifenil asetik asit, 5) Vanilik asit, 6) Kafeik asit, 7) Sirinjik asit, 8) p-Kumarik asit, 9) Taksifolin, 10) Oleuropein, 11) Ferulik asit, 12) Sinamik asit, 13) Hidroksi fenilkarboksilik asit, 14) Verbaskozit, 15) Rutin, 16) Apigenin, 17) Luteolin, **: ± Ortalama standart hata, Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05)

Çizelge 3b Zeytinyağı örneklerinin fenol bileşimi, mg/kg (2008-2009) Hasat dönemi

K	2008-2009 hasat dönemi								
	1*	2	3	4	5	6	7	8	9
F1	1,53±0,01b**	0,31±0,08a	7,78±4,24abc	0,47±0,07c	0,21±0,06b	0,03±0,00c	0,31±0,09bc	0,37±0,00a	0,02±0,00b
F2	0,07±0,01fg	0,02±0,01d	2,27±0,31d	0,77±0,17c	0,20±0,02b	0,02±0,01c	0,03±0,01ef	0,01±0,00cd	0,15±0,02b
F3	0,03±0,01g	0,06±0,03d	2,01±0,06d	0,54±0,08c	0,05±0,01b	0,02±0,00c	0,03±0,01ef	0,16±0,06b	0,02±0,01b
F4	0,53±0,05d	0,05±0,00d	7,50±0,05abc	0,59±0,25c	2,03±0,97a	0,25±0,12a	0,04±0,02ef	0,01±0,00cd	0,02±0,00b
F5	0,34±0,19def	0,05±0,02d	1,99±0,25d	0,96±0,18bc	0,04±0,01b	0,01±0,00c	0,35±0,02ab	0,07±0,01c	0,01±0,00b
F6	0,04±0,01fg	0,01±0,00d	4,19±1,48cd	0,35±0,09c	0,08±0,02b	0,01±0,00c	0,01±0,00f	0,12±0,04b	0,02±0,01b
F7	0,07±0,02fg	0,02±0,01d	6,79±0,31bcd	1,15±0,48bc	0,11±0,03b	0,02±0,00c	0,02±0,00f	0,01±0,00cd	0,05±0,01b
F8	0,16±0,09efg	0,05±0,01d	1,76±0,02d	2,19±0,01bc	0,65±0,08b	0,01±0,00c	0,02±0,00f	0,02±0,00cd	0,04±0,02b
F9	2,31±0,01a	0,00±0,00d	11,66±0,03a	0,50±0,12c	0,08±0,00b	0,15±0,00ab	0,23±0,00cd	0,00±0,00d	0,01±0,00b
F10	0,70±0,18c	0,02±0,01d	5,80±3,74bcd	4,00±2,94b	0,61±0,16b	0,12±0,03bc	0,26±0,04bcd	0,03±0,00cd	0,02±0,00b
F11	0,08±0,03fg	0,08±0,05cd	3,46±0,43cd	0,39±0,04c	0,14±0,04b	0,04±0,02bc	0,04±0,02ef	0,01±0,01cd	0,04±0,01b
F12	0,37±0,24de	0,07±0,03cd	9,37±1,10ab	0,35±0,04c	0,42±0,30b	0,10±0,09bc	0,15±0,10de	0,02±0,01cd	0,05±0,03b
F13	0,25±0,04defg	0,01±0,01d	1,80±0,03d	0,96±0,14bc	0,11±0,02b	0,01±0,00c	0,05±0,02ef	0,02±0,01cd	0,04±0,01b
F14	0,03±0,00g	0,17±0,01bc	4,24±1,44cd	0,97±0,08bc	0,85±0,10b	0,03±0,01c	0,08±0,01ef	0,02±0,01cd	0,03±0,00b
F15	0,04±0,00fg	0,01±0,00d	3,35±0,63cd	0,59±0,06c	0,12±0,02b	0,01±0,00c	0,44±0,06a	0,02±0,01cd	0,02±0,00b
F16	0,04±0,01fg	0,01±0,00d	1,94±0,20d	0,52±0,26c	0,40±0,21b	0,01±0,00c	0,04±0,02ef	0,03±0,02cd	0,05±0,02b
F17	0,04±0,00fg	0,02±0,00d	2,09±0,09d	10,71±0,02a	0,13±0,01b	0,02±0,00c	0,01±0,00f	0,01±0,00cd	0,02±0,00b
F18	0,06±0,01fg	0,21±0,09b	2,56±0,07d	3,99±2,40b	0,09±0,01b	0,01±0,00c	0,02±0,00f	0,05±0,01cd	0,38±0,24a
K	10*	11	12	13	14	15	16	17	
F1	8,34±0,06b**	0,02±0,00b	0,44±0,05bc	0,18±0,10bcd	0,76±0,27a	0,07±0,03c	0,00±0,00c	0,06±0,01d	
F2	0,77±0,25e	0,26±0,01a	0,53±0,28bc	0,08±0,02cd	0,34±0,07bc	0,09±0,05c	0,27±0,22a	0,11±0,04d	
F3	1,83±0,48e	0,02±0,01b	0,75±0,47b	0,15±0,07bcd	0,52±0,25ab	0,16±0,15bc	0,07±0,03bc	1,05±0,43ab	
F4	1,21±0,37e	0,01±0,01b	0,09±0,00c	0,04±0,02cd	0,15±0,01c	0,20±0,17bc	0,00±0,00c	1,41±0,02a	
F5	4,06±0,29cde	0,03±0,01b	1,58±0,07a	0,16±0,06bcd	0,13±0,07c	0,04±0,01c	0,00±0,00c	0,36±0,03cd	
F6	1,22±0,18e	0,32±0,17a	0,15±0,09c	0,29±0,16bc	0,11±0,00c	0,15±0,09bc	0,09±0,04bc	0,56±0,29bcd	
F7	0,35±0,12e	0,07±0,00b	0,09±0,01c	0,06±0,00cd	0,70±0,12a	0,08±0,02c	0,18±0,03ab	0,48±0,06bcd	
F8	7,18±3,82bc	0,10±0,03b	0,23±0,02bc	0,12±0,02bcd	0,20±0,01bc	0,12±0,05c	0,00±0,00bc	0,57±0,08bcd	
F9	3,06±0,14de	0,01±0,00b	0,20±0,01bc	0,26±0,07bcd	0,12±0,01c	0,09±0,00c	0,00±0,00c	0,81±0,03abc	
F10	13,12±1,65a	0,01±0,00b	0,63±0,06bc	0,57±0,18a	0,25±0,08bc	0,42±0,21ab	0,00±0,00c	0,17±0,02cd	
F11	0,31±0,13e	0,06±0,01b	0,11±0,04c	0,03±0,00d	0,18±0,06bc	0,04±0,02c	0,05±0,01bc	0,31±0,04cd	
F12	6,52±2,47bcd	0,03±0,02b	0,22±0,05bc	0,36±0,01ab	0,16±0,00c	0,62±0,16a	0,00±0,00bc	0,17±0,10cd	
F13	1,15±0,11e	0,02±0,00b	0,11±0,01c	0,04±0,03cd	0,17±0,05c	0,10±0,03c	0,00±0,00bc	1,10±0,66ab	
F14	1,24±0,20e	0,03±0,01b	0,04±0,02c	0,05±0,00cd	0,14±0,04c	0,01±0,01c	0,01±0,01bc	0,23±0,03cd	
F15	2,13±0,47e	0,07±0,01b	0,32±0,14bc	0,19±0,07bcd	0,22±0,06bc	0,11±0,06c	0,01±0,00bc	0,56±0,05bcd	
F16	3,22±1,85cde	0,02±0,00b	0,61±0,43bc	0,20±0,09bcd	0,24±0,12bc	0,07±0,01c	0,03±0,00bc	0,61±0,07bcd	
F17	0,20±0,02e	0,11±0,02b	0,14±0,03c	0,18±0,01bcd	0,33±0,03bc	0,03±0,02c	0,02±0,00bc	0,12±0,04cd	
F18	0,51±0,14e	0,08±0,01b	0,05±0,04c	0,05±0,01cd	0,37±0,00bc	0,06±0,01c	0,06±0,02bc	0,08±0,00d	

*:1) Hidroksitirozol, 2) 3,4-Dihidroksibenzoik asit, 3) Tirozol, 4) 4-Hidroksifenil asetik asit, 5) Vanilik asit, 6) Kafeik asit, 7) Sirinjik asit, 8) p-Kumarik asit, 9) Taksifolin, 10) Oleuropein, 11) Ferulik asit, 12) Sinnamik asit, 13) Hidroksi fenilkarboksilik asit, 14) Verbaskozit, 15) Rutin, 16) Apigenin, 17) Luteolin, **: ± Ortalama standart hata, Aynı sütun içinde farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0,05)

Oleuropein, 1. yıl örneklerinde en düşük 1,26 mg/kg (E11 kodlu Muğla ili Milas ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), en yüksek 19,50 mg/kg (E7 kodlu İzmir ili Bayındır ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,20 mg/kg (F17 kodlu Muğla ili Yatağan ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 13,12 mg/kg (F10 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Ayvalık çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Konuşkan ve Canbaş (2014), 0,58-2,39 aralığında belirlemişlerdir. Artjo ve ark. (2006) İspanya’da, Abequina çeşidinin farklı hasat dönemlerine ait zeytinyağı örneklerinde 33,25 – 43,37 mg/kg aralığında oleuropein bileşeni saptamışlardır. Sonuçlar Konuşkan ve Canbaş (2014)’ın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

4-hidroksifenil asetik asit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,37 mg/kg (E1 kodlu Aydın ili Didim ilçesinden toplanan Memecik çeşidi ve E11 kodlu Muğla ili Milas ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), en yüksek 6,5 mg/kg (E6 kodlu Muğla ili Yeşilyurt mahallesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,35 mg/kg (F12 kodlu Muğla ili Milas ilçesinden toplanan Memecik çeşidi ve F6 kodlu Muğla ili Yeşilyurt mahallesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 10,71 mg/kg (F17 kodlu Muğla ili Yatağan ilçesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark. (2009),

2005 yılı örneklerinde Memecik çeşidinde bu bileşeni tespit edemezlerken diğer örneklerde bu bileşenin miktarı, 0,03-0,15 mg/kg arasında, 2006 yılı örneklerinde Memecik ve Ayvalık çeşidinde belirleyememişler, Gemlik ve Domat çeşidi örneklerinde sırasıyla 0,03 mg/kg ve 0,04 mg/kg arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Araştırma sonuçları, Ocakoğlu ve ark., (2009)’ın verilerinden yüksek bulunmuştur. Bu literatür verileri, araştırma sonuçları ile uyum göstermemektedir.

Luteolin, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,11 mg/kg (E2 kodlu Muğla ili Fethiye ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 1,78 mg/kg (E3 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,06 mg/kg (F1 kodlu Aydın ili Didim ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 1,41 mg/kg (F4 kodlu Muğla ili Zeytinlanı mahallesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark., (2009), 2005 yılı örneklerinde luteolin miktarını 0,4-2,4 mg/kg, 2006 yılı örneklerinde ise 0,07-1,91 mg/kg arasında belirlemişlerdir. İlyasoğlu ve ark., (2010), bu bileşenin miktarını Ayvalık çeşidi örneklerinde 1,90-2,16 mg/kg (2006-2007 hasat dönemi) ve 0,84-2,84 mg/kg (2007-2008 hasat dönemi), Memecik çeşidi örneklerinde 2,80-3,68 mg/kg (2006-2007 hasat dönemi) ve 0,97-3,04 mg/kg (2007-2008 hasat dönemi) arasında olduğunu bildirmişlerdir. Murkovic ve ark. (2004), Yunanistan’da

üretmiş 5 farklı zeytinyağı örneğinde 1,9-7,0 mg/kg aralığında luteolin bileşeni olduğunu bildirmiştir. Boselli ve ark. (2009) İtalya'da Frantoio ve Leccino karışımı ile Coratina çeşitlerinden bizim yoğunluğumuza yakın sıcaklıkta (35°C) ürettiği zeytin yağlarında luteolin bileşenini sırasıyla 1,91 mg/kg ve 1,14 mg/kg olarak saptamıştır. Sonuçlar, Ocakoğlu ve ark. (2009)'ın ve Boselli ve ark. (2009)'nin verilerine yakın, İlyasoğlu ve ark. (2010) ve Murkovic (2004)'in verilerinden daha düşüktür.

Vanilik asit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,06 mg/kg (E8 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Uslu çeşidi), en yüksek 2,34 mg/kg (E5 kodlu Muğla ili Yeşilyurt mahallesinden toplanan Ayvalık çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,04 mg/kg (F5 kodlu Muğla ili Yeşilyurt mahallesinden toplanan Ayvalık çeşidi), en yüksek 2,03 mg/kg (F4 kodlu Muğla ili Zeytinaları mahallesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark., (2009), 2005 yılı örneklerinde bu bileşeni 0,07-0,47 mg/kg, 2006 yılında ise 0,12-0,72 mg/kg arasında belirlemiştir. Boselli ve ark. (2009) İtalya'da Frantoio ve Leccino karışımı ile Coratina çeşitlerinden bizim yoğunluğumuza yakın sıcaklıkta (35°C) ürettiği zeytin yağlarında vanilik asit bileşenini sırasıyla 0,48 mg/kg ve 0,54 mg/kg olarak saptamıştır. Sonuçlar, İlyasoğlu ve ark. (2010)'ın sonuçlarından farklı, Ocakoğlu ve ark. (2009)'in verilerinden yüksek, Boselli ve ark. (2009)'nin verilerine kısmen benzer, genel olarak yüksek bulunmuştur.

Hidroksitirozol, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,02 mg/kg (E8 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Uslu çeşidi), en yüksek 1,62 mg/kg (E7 kodlu İzmir ili Bayındır ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,03 mg/kg (F14 kodlu Aydın ili Bozdoğan ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), en yüksek 2,31 mg/kg (F9 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Domat çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark., (2009), 2005 yılı örneklerinde hidroksitirozol miktarını 1,1 mg/kg ile 4,25 mg/kg, 2006 yılı örneklerinde 0,07-1,97 mg/kg arasında belirlemiştir. İlyasoğlu ve ark., (2010), hidroksitirozol miktarını, Ayvalık çeşidi örneklerinde 2006-2007 hasat döneminde 8,22-21,39 mg/kg, 2007-2008 hasat döneminde 1,64-13,91 mg/kg, Memecik çeşidi örneklerinde 2006-2007 hasat döneminde 3,72-7,99 mg/kg, 2007-2008 hasat döneminde 0,53-14,24 mg/kg arasında bildirmiştir. Artajo ve ark. (2006) Zeytinyağı imalatı esnasında fenolik bileşenlerin meyvenin olgunlaşma evresine göre zeytinyağındaki değişimine ilişkin İspanya'da yaptıkları çalışmada Arbequin çeşidi için hidroksitirozol bileşenini 0,07-0,13mg/kg aralığında saptamışlardır. Sonuçlar, Ocakoğlu ve ark. (2009) ve İlyasoğlu ve ark. (2010)'ın bildirdiği değerlerin oldukça altında, Artajo ve ark. (2006)'nın sonuçlarına kısmen benzer ve yüksek bulunmuştur.

Rutin, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,02 mg/kg (E12 kodlu Muğla ili Milas ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 2,61 mg/kg (E10 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Ayvalık çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,01 mg/kg (F14 kodlu Aydın ili Bozdoğan ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), en yüksek 0,62 mg/kg (F12 kodlu Muğla ili Milas ilçesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Arslan

ve Özcan (2011) Türkiye'de, farklı illerden ve farklı dönemlerde topladıkları Sarulak çeşidinin rutin içeriğini 22,9–242,8 mg/kg aralığında saptamışlardır. Artajo ve ark. (2006) Zeytinyağı imalatı esnasında fenolik bileşenlerin meyvenin olgunlaşma evresine göre zeytinyağındaki değişimine ilişkin İspanya'da yaptıkları çalışmada Arbequin çeşidi zeytinde rutin içeriğini 41,52–114,80 mg/kg aralığında saptamışlardır. Sonuçlar, genel olarak araştırmacıların verilerinden düşük bulunmuştur.

Sinamik asit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,06 mg/kg (E3 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), en yüksek 1,49 mg/kg (E1 kodlu Aydın ili Didim ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,04 mg/kg (F14 kodlu Aydın ili Bozdoğan ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), en yüksek 1,58 mg/kg (F5 kodlu örnek) olarak tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark., (2009), 2005 yılı örneklerinde 0-0,71 mg/kg, 2006 yılı örneklerinde ise 0,06-0,97 mg/kg arasında belirlemiştir. Caponio ve ark. (2001), sızma zeytinyağında fenolik bileşenler ile olgunlaşma derecesinin duyuşal özellikler ve raf ömrü üzerine etkisini araştırdığı çalışmada, İtalya'da farklı olgunlaşma dönemlerine ait Coratina çeşidinden elde edilmiş zeytinyağlarında sinamik asit bileşenini 0,25–0,27 mg/kg aralığında saptamıştır. Ocakoğlu ve ark. (2009) ve İlyasoğlu ve ark. (2010)'ın verileri ile araştırma sonuçları benzerlik göstermektedir. Sonuçlarımız Caponio ve ark. (2001)'nin sonuçlarını kapsamakla beraber, genellikle bizim sonuçlarımız daha yüksek bulunmuştur.

Verbaskozit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,07 mg/kg (E1 kodlu Aydın ili Didim ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 0,39 mg/kg (E8 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Uslu çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,11 mg/kg (F6 kodlu Muğla ili Yeşilyurt mahallesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 0,76 mg/kg (F1 kodlu Aydın ili Didim ilçesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Vinha ve ark. (2005) Portekiz'de zeytin çeşitlerinin ve loksayonun fenolik dağılıma etkisini araştırdıkları çalışmalarında Verbaskozit bileşenini 0,7–209 mg/kg aralığında belirlemiştir. Sonuçlar kısmen Vinha ve ark. (2005)'nin buldukları değerlerle uyumlu olmakla birlikte genel olarak bunlardan düşük bulunmuştur.

Hidroksifenil karboksilik asit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,03 mg/kg (E11 kodlu Muğla ili Milas ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), en yüksek 1,05 mg/kg (E2 kodlu Muğla ili Fethiye ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,03 mg/kg (F11 kodlu Muğla ili Milas ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), en yüksek 0,57 mg/kg (F10 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Ayvalık çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Arslan ve Özcan (2014) Kilis yağlık çeşidinin kimyasal yağ kompozisyonu ve kalitesinin lokasyona bağlı değişimini araştırdıkları çalışmada, Hidroksifenil karboksilik asit bileşenini 0,05–0,70mg/kg aralığında belirlemiştir. Arslan ve Özcan (2014)'in sonuçlarının bizim sonuçlarımızla benzerlik arz ettiği görülmüştür.

Sirinjik asit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,02 mg/kg (E3 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Gemlik çeşidi), en yüksek 0,56 mg/kg (E1 kodlu Aydın ili Didim ilçesinden toplanan Memecik çeşidi ve E12 kodlu Muğla ili Milas ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,01 mg/kg (F6 kodlu Muğla ili

Yeşilyurt mahallesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 0,44 mg/kg (F15 kodlu Aydın ili Bozdoğan ilçesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Arslan ve Özcan (2014) Kilis yağlık çeşidinin kimyasal yağ kompozisyonu ve kalitesinin lokasyona bağlı değişimini araştırdıkları çalışmada, Hidroksifenil karboksilik asit bileşenini 0,00–0,10 mg/kg aralığında saptamıştır. Arslan ve Özcan (2014)'ın sonuçlarının bizim sonuçlarımıza benzemekle beraber, bizim sonuçlarımızdan düşük olduğu görülmüştür.

3,4-dihidroksibenzoik asit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,01 mg/kg (E6 kodlu Muğla ili Yeşilyurt mahallesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 0,63 mg/kg (E2 kodlu Muğla ili Fethiye ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,04 mg/kg (F9 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Domat çeşidi), en yüksek 0,31 mg/kg (F1 kodlu Aydın ili Didim ilçesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Caponio ve ark. (2001), sızma zeytinyağında fenolik bileşenler ile olgunlaşma derecesinin duyuşal özellikler ve raf ömrü üzerine etkisini araştırdığı çalışmasında, İtalya'da farklı olgunlaşma dönemlerine ait Coratina çeşidinden elde edilmiş zeytinyağlarında p-Hidroksibenzoik asit bileşenini 0,02–0,11 mg/kg aralığında saptamıştır. Sonuçların Caponio ve ark. (2001)'nın sonuçlarına kısmen benzediği görülmüştür. Araştırma örneklerinin tümünde bu bileşen belirlenmiş olup, bu literatürlerin sonuçlarından farklıdır.

Kafeik asit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,01 mg/kg (E2 kodlu Muğla ili Fethiye ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 0,36 mg/kg (E7 kodlu İzmir ili Bayındır ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,01 mg/kg (F8 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Uslu çeşidi), en yüksek 0,25 mg/kg (F4 kodlu Muğla ili Zeytinalanı mahallesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark., (2009), 2005 yılı örneklerinden sadece Domat çeşidi örneğinde ve 0,03 mg/kg olarak belirlerlerken, 2006 yılı örneklerinde Gemlik çeşidi örneğinde bu bileşen belirlenemezken diğerlerinde bu bileşenin miktarı 0,006-0,02 mg/kg arasında, Caponio ve ark. (2001) 0,04-0,05 mg/kg arasında belirlemişlerdir. Sonuçlar, Ocakoğlu ve ark. (2009)'ın verilerinden yüksek, Caponio ve ark. (2001)'nın verilerine kısmen benzer, genel olarak bunlardan yüksek bulunmuştur.

Ferulik asit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,01 mg/kg (E10 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Ayvalık çeşidi ve E6 kodlu Muğla ili Yeşilyurt mahallesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 0,25 mg/kg (E4 kodlu Muğla ili Zeytinalanı mahallesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,01 mg/kg (F9 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Domat çeşidi), en yüksek 0,32 mg/kg (F6 kodlu Muğla ili Yeşilyurt mahallesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark., (2009), 2005 hasat dönemi Ayvalık ve Gemlik çeşidi örneklerinde bu bileşeni tespit edemezlerken, Domat ve Memecik çeşidi örneklerinde bu bileşeni sırasıyla 0,05 mg/kg ve 0,27 mg/kg olarak belirlemişlerdir, 2006 hasat döneminde ise Domat çeşidinde bu bileşen saptanamamış olup, diğer örneklerde bu bileşenin miktarının 0,28 mg/kg'a kadar yükseldiği görülmüştür. İlyasoğlu ve ark., (2010), Ayvalık çeşidi örneklerinde bu bileşeni 0,22-0,25 mg/kg

(2006-2007 hasat dönemi) ve 0,22-0,32 mg/kg (2007-2008 hasat dönemi) arasında, Memecik çeşidi örneklerinde ise 0,26-0,51 mg/kg (2006-2007 hasat dönemi) ve 0,27-0,40 mg/kg (2007-2008 hasat dönemi) arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Caponio ve ark. (2001) ferulik asit bileşenini 0,27-0,36 mg/kg aralığında saptamışlardır. Örneklerin ferulik asit oranları, Ocakoğlu ve ark. (2009), İlyasoğlu ve ark. (2010)'ın ve Caonio ve ark. (2001)'in değerlerine benzerlik göstermektedir.

p-kumarik asit, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,004 mg/kg (E10 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Ayvalık çeşidi), en yüksek 0,19 mg/kg (E7 kodlu İzmir ili Bayındır ilçesinden toplanan Memecik çeşidi ve E2 kodlu Muğla ili Fethiye ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,003 mg/kg (F9 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Domat çeşidi), en yüksek 0,37 mg/kg (F1 kodlu Aydın ili Didim ilçesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark., (2009), 2005 yılı örneklerinde p-kumarik asidi 0,03-0,80 mg/kg, 2006 yılı örneklerinde 0,02-0,96 mg/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir. İlyasoğlu ve ark. (2010), Ayvalık çeşidi örneklerinde bu bileşeni 0,43-0,67 mg/kg (2006-2007 hasat dönemi) ve 0,48-0,68 mg/kg (2007-2008 hasat dönemi) arasında, Memecik çeşidi örneklerinde ise bu bileşeni 0,70-1,40 mg/kg (2006-2007 hasat dönemi) ve 0,77-1,32 mg/kg (2007-2008 hasat dönemi) arasında belirlemişlerdir. p-kumarik asit sonuçları, Ocakoğlu ve ark. (2009)'ın verilerinin bir kısmı ile uyuşmakta, fakat İlyasoğlu ve ark., (2010)'ın verilerinden daha düşüktür.

Taksifolin, 1. yıl örneklerinde en düşük 0,01 mg/kg (E2 kodlu Muğla ili Fethiye ilçesinden toplanan Memecik çeşidi ve E9 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Domat çeşidi), en yüksek 0,09 mg/kg (E7 kodlu İzmir ili Bayındır ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,01 mg/kg (F5 kodlu Muğla ili Yeşilyurt mahallesinden toplanan Ayvalık çeşidi ve F9 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Domat çeşidi), en yüksek 0,38 mg/kg (F18 kodlu Aydın ili Dalama mahallesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Arslan ve Özcan (2011) taksifolin bileşenini, 1,3–59,1 mg/kg, Arslan ve Özcan (2014), 0,10–0,80 mg/kg aralığında saptamışlardır. Sonuçların Arslan ve Özcan (2011) ve Arslan ve Özcan (2014)'nın verilerinden düşük olduğu görülmüştür.

Apigenin içeriği birçok örnekte bulunmamakla beraber, bulunan numunelere göre; 1. yıl örneklerinde en düşük 0,002 mg/kg (E8 kodlu Manisa ili Akhisar ilçesinden toplanan Uslu çeşidi), en yüksek 0,03 mg/kg (E1 kodlu Aydın ili Didim ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), 2. yıl örneklerinde en düşük 0,002 mg/kg (F12 kodlu Muğla ili Milas ilçesinden toplanan Memecik çeşidi), en yüksek 0,27 mg/kg (F2 kodlu Muğla ili Fethiye ilçesinden toplanan Memecik çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Ocakoğlu ve ark., (2009), bu bileşeni 2005 yılı örneklerinde 0,84-10,66 mg/kg, 2006 yılı örneklerinde ise 1,78-11,19 mg/kg arasında belirlemişlerdir. İlyasoğlu ve ark., (2010), bu bileşeni Ayvalık çeşidi örneklerinde 0,71-0,82 mg/kg (2006-2007 hasat dönemi) ve 0,84-1,01 mg/kg (2007-2008 hasat dönemi), Memecik çeşidi örneklerinde 0,80-1,39 mg/kg (2006-2007 hasat dönemi) ve 0,93-1,37 mg/kg (2007-2008 hasat dönemi) arasında belirlemişlerdir. Murkovic ve ark. (2004), Yunanistan'da

üretmiş 5 farklı zeytinyağı örneğinde Apigenin bileşeninin miktarını 0,68-1,6 mg/kg aralığında tespit etmiştir. Yorulmaz ve ark. (2013) Memecik ve Edremit çeşitlerinde olgunlaşma boyunca zeytin ve zeytinyağının özelliklerini araştırdıkları çalışmalarında, Apigenin bileşenini 1,43–6,65 mg/kg aralığında belirlemişlerdir. Yorulmaz ve ark. (2017) Güneydoğu Anadolu bölgesinde yetiştirilen gemlik çeşidinin kalite parametreleri ve fenolik bileşenlerine Verticillum solgunluğunun etkisini araştırdıkları araştırmada, hastalıktan etkilenmemiş örneklerde Apigenin bileşenini 1,03 mg/kg olarak saptamıştır. Apigenin miktarı, Ocakoğlu ve ark. (2009), İlyasoğlu ve ark. (2010)'nın, Yorulmaz ve ark. (2013)'nin, Yorulmaz ve ark. (2017)'nin ve Murkovic ve ark. (2004)'in verilerinin altındadır.

Araştırmadan elde edilen fenolik bileşenlerin dağılımına genel olarak bakıldığında; bileşen miktarları Türkiye'de ve Türkiye dışında yapılan bazı diğer çalışmalarla (Ocakoğlu ve ark. 2009; İlyasoğlu ve ark. 2010; Arslan ve Özcan 2011; Garcia ve ark. 2001; Murkovic ve ark. 2004; Cerretani ve ark. 2004; Artajo ve ark. 2006; Bosellik ve ark. 2009) benzerlik göstermekle beraber, diğer çalışmaların bir kısmında rastlanmamış olan bileşenlerin de saptandığı görülmektedir. Bu durumun kullanılan fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu veya HPLC cihazında kullanılan yöntemlerdeki farklılıklardan kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Bunun dışındaki farklılıkların ise lokasyon, iklim, çeşit, kültür teknik uygulamaları, hasat dönemlerindeki farklılıklar, zeytinyağı numunesini elde etme yöntemi gibi unsurlardan kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu makale Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri koordinatörlüğü birimince desteklenen 08B4343006 nolu projenin sonuçlarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Kaynaklar

Alonso-Salces RM, Héberger K, Holland MV, Moreno-Rojas JM, Mariani C, Bellan G, Reniero F, Guillou C. 2010. Multivariate analysis of NMR fingerprint of the unsaponifiable fraction of virgin olive oils for authentication purposes. *Food Chemistry*, 118: 956-965.

Aparicio R, Harwood J. 2013. *Handbook of Olive Oil. Analysis and Properties*. 2nd Ed. Springer, New York.

Arslan D, Özcan MM. 2011. Phenolic profile and antioxidant activity of olive fruits of the Turkish variety "Sarulak" from different locations. *Grasas Y Aceites*, 62 (4): 453-461.

Arslan D, Özcan MM. 2014. Changes in Chemical Composition and Olive Oil Quality of Turkish Variety 'Kilis Yağlık' with Regard to Origin of Plantation. *Global Journal of Agricultural Innovation, Research & Development*, 1: 51-56.

Artajo LS, Romero MP, Motilva MJ. 2006. Transfer of phenolic compounds during olive oil extraction in relation to ripening stage of te fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 518-527.

Bonoli M, Montanucci M, Toschi TG, Lercker G. 2003. Fast separation and determination of tyrosol, hydroxytyrosol and other phenolic compounds in extra-virgin olive oil by capillary zone electrophoresis with ultraviolet-diode array detection. *Journal of chromatography A*, 1011: 163-172.

Boselli E, Lecce GD, Strabbioli R, Pieralisi G, Frega NG. 2009. Are virgin olive oils obtained below 27 C better than those produced at higher temperatures? *LWT - Food Science and Technology*, 42: 748-757.

Boskou D, Blekas G, Tsimidou M. 2006. *Olive oil composition*. Boskou. Olive oil Chemistry and Technology. 2nd Edition. Champaign, Illinois, USA. AOCS Press. 41-72.

Caponio F, Gomes T, Pasqualone A. 2001. Phenolic compounds in virgin olive oils: influence of the degree of olive ripeness on organoleptic characteristics and shelf-life. *Eur Food Res Technol*. 212: 329–333.

Cerretani L, Bendini A, Rotondi A, Mari M, Lercker G, Gallina TT. 2004. Evaluation of the oxidative stability and organoleptic properties of extra-virgin olive oils in relation to olive ripening degree. *Progress Nutrition*, 6: 50-56.

De Torres A, Espinola F, Moya M, Castro E. 2016. Composition of secoiridoid derivatives from Picual virgin olive oil using response surface methodology with regard to malaxation conditions, fruit ripening, and irrigation management. *European Food Research and Technology*, 242: 1709-1718.

Dierkes G, Krieger S, Dück R, Bongartz A, Schmitz OJ, Hayen H. 2012. High-performance liquid chromatography–mass spectrometry profiling of phenolic compounds for evaluation of olive oil bitterness and pungency. *Journal of agricultural and food chemistry*, 60: 7597-7606.

Garcia A, Brenes M, Martinez F, Alba J, Garcia P, Garrido A. 2001. Highperformance liquid chromatography evaluation of phenols in virgin olive oil during extraction at laboratory and industrial scale. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78: 625-629.

Hbaieb RH, Kotti F, Cortes-Francisco N, Caixach J, Gargouri M, Vichi S. 2016. Ripening and storage conditions of Chétouï and Arbequina olives: Part II. Effect on olive endogenous enzymes and virgin olive oil secoiridoid profile determined by high resolution mass spectrometry. *Food chemistry*, 210: 631-639.

İlyasoğlu H, Özcelik B, Van Hoed V, Verhe R. 2010. Characterization of Aegean olive oils by their minor compounds. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87: 627-636.

Kalantzakis G, Blekas G, Pepklidou K, Boskou D. 2006. Stability and radical-scavenging activity of heated olive oil and other vegetables oils. *Eur. J. Lipid Sci. Tecnology*, 108: 329-335.

Kalua CM, Allen MS, Bedgood DR, Bishop AG, Prenzler PD. 2005. Discrimination of olive oils and fruits into cultivars and maturity stages based on phenolic and volatile compounds. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53: 8054-8062.

Kalua CM, Bedgood DR, Bishop AG, Prenzler PD. 2006. Changes in volatile and phenolic compounds with malaxation time and temperature during virgin olive oil production. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54: 7641-7651.

Kelebek H, Selli S, Kola O. 2017. Quantitative determination of phenolic compounds using LC-DAD-ESI-MS/MS in cv. Ayvalık olive oils as affected by harvest time. *Food Measure* 11:226–235.

Konuşkan DB, Altan A. 2008. Zeytin ve Zeytinyağında Doğal Olarak Bulunan Biyoaktif Bileşikler ve Fizyolojik Etkileri. *Gıda*, 33(6):297-302.

Konuşkan DB, Canbaş A. 2014. Effects of Variety and Extraction Methods on Phenolic Compounds and Chemical Composition of Olive Oils. *Revista de Chimie (Bucharest)*, 65(7): 788-791.

Murkovic M, Lechner S, Pietzka A, Bratacos M, Katzogiannos E. 2004. Analysis of minor components in olive oil. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 61: 155-160.

Ocakoğlu D, Tokatli F, Ozen B, Korel F. 2009. Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years. *Food Chemistry*, 113: 401-410.

- Owen RW, Giacosa A., Hull WE, Haubner R, Würtele G, Spiegelhalder B, Bartsch H. 2000. Olive-oil consumption and health: the possible role of antioxidants. *The lancet oncology*, 1: 107-112.
- Öğütçü M, Yılmaz E. 2009. Comparison of the virgin olive oils produced in different regions of Turkey. *Journal of Sensory Studies*, 24: 332-353.
- Peres F, Martins LL, Mourato M, Vitorino C, Antunes P, Ferreira-Dias S. 2016. Phenolic compounds of 'Galega Vulgar' and 'Cobrançosa' olive oils along early ripening stages. *Food chemistry*, 211: 51-58.
- Pirisi FM, Cabras P, Cao CF, Migliorini M, Muggelli M. 2000. Phenolic compounds in virgin olive oil. 2. Reappraisal of the extraction, HPLC separation, and quantification procedures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1191-1196.
- Servili M, Esposito S, Fabiani R, Urbani S, Taticchi A, Mariucci F, Selvaggini R, Montedoro GF. 2009. Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure. *Inflammopharmacology*, 17: 76-84.
- Shibasaki H. 2005. Influence of fruit ripening on chemical properties of 'Mission' variety olive oil in Japan. *Food Science and Technology Research*, 11(1): 9-12
- Tripoli E, Giammanco M, Tabacchi G, Di Majo D, Giammanco S, La Guardia M. 2005. The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects on human health. *Nutrition research reviews*, 18: 98-112.
- Vinha AF, Ferreres F, Silva BM, Valentao P, Gonçalves A, Pereira JA, Oliveria MB, Seabra RM, Andrade PB. 2005. Phenolic profiles of Portuguese olive fruits (*Olea europaea* L.): Influences of cultivar and geographical origin. *Food chemistry*, 89: 561-568.
- Visioli F, Galli C. 1998. Olive oil phenols and their potential effects on human health. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 4292-4296.
- Vinha AF, Ferreres F, Silva BM, Valentao P, Gonçalves A, Pereira JA, Oliveria MB, Seabra RM, Andrade PB. 2005. Phenolic Profiles of Portuguese Olive Fruits (*Olea europaea* L.): Influence of Cultivar and Geographical Origin. *Food Chemistry*, 89 (4): 561-568.
- Yorulmaz A, Erinç H, Tekin A. 2013. Changes in Olive and Olive Oil Characteristics During Maturation. *J Am Oil Chem Soc*, 90: 647-658.
- Yorulmaz A, Erinç H, Tatlı A, Tekin A. 2017. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Gemlik Çeşidi Zeytinlerde *Verticillium Solgunluğu*nun Zeytinyağı Kalite Parametreleri ve Fenolik Bileşenlere Etkisi. *GIDA*, 42 (2): 197-203.