

GEMLİK ZEYTİN ÇEŞİDİNDEN ELDE EDİLEN NATÜREL ZEYTİNYAĞINDA FENOL BİLEŞİKLERİNİN VE ANTIOKSİDAN KAPASİTENİN BELİRLENMESİ

Hasim Kelebek¹, Songül Kesen², Çiğdem Sabbağ³, Serkan Selli⁴

¹ Çukurova Üniversitesi, Karaisalı MYO, Gıda İşleme Bölümü, Adana

² Gaziantep Üniversitesi, Naci Topçuoğlu Meslek Yüksekokulu, Gaziantep

³ Adıyaman Üniversitesi, Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Adıyaman

⁴ Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi / *Received*: 07.02.2012

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 28.03.2012

Kabul tarihi / *Accepted*: 06.04.2012

Özet

Bu çalışmada, Gemlik zeytin çeşidinden elde edilen zeytinyağının fenol bileşikleri içerikleri ve antioksidan kapasiteleri incelenmiştir. Fenol bileşiklerinin analizleri zıt fazlı, diyot array detektörlü HPLC cihazıyla ve tanımlamaları ise sıvı kromatografisi-kütle spektrometrisi (LC-MS) ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, hidrokstirozol, 4-hidroksibenzoik asit, tirozol, 2,3-dihidroksibenzoik asit, kafeik asit, vanilik asit, vanilin, sirinjik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, sinamik asit, apigenin ve luteolin olmak üzere toplam 13 adet fenol bileşiği tanımlanmıştır. Tirozolün (9.85 mg/kg) zeytinyağında en baskın olan fenol bileşiği olduğu ve bunu sırasıyla apigenin (5.40 mg/kg) ve hidrokstirozolün (3.21 mg/kg) izlediği saptanmıştır. Antioksidan kapasite analizleri DPPH ve ABTS yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Fenol bileşikleri ile antioksidan kapasite analizleri (DPPH ve ABTS) arasında ($R^2 = 0.657-0.817$) ve kullanılan yöntemler arasında ($R^2 = 0.933$) korelasyonlar saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Gemlik, zeytinyağı, fenol bileşikleri, antioksidan aktivite, *Olea europaea*

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ hkelebek@cu.edu.tr, ☎ (+90) 544 267 0768

☎ (+90) 322 551 2255

DETERMINATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND ANTIOXIDANT CAPACITY OF VIRGIN OLIVE OIL OBTAINED FROM CV. GEMLIK (*Olea europaea*)

Abstract

In this study, phenolic content and antioxidant capacity of olive oil obtained from cv. Gemlik were investigated. Phenolic composition was detected by high performance liquid chromatography (HPLC) coupled with diode array detector and characterized by liquid chromatography-mass spectrometry (LC-MS). A total of 13 different phenolic compounds, including hydroxytyrosol, 4-hydroxybenzoic acid, tyrosol, 2,3-dihydroxybenzoic acid, caffeic acid, vanillic acid, vanillin, syringic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, cinnamic acid, apigenin and luteolin were identified. Tyrosol (9.85 mg/kg) determined as the main phenols found in olive oil and followed by apigenin (5.40 mg/kg) and hydroxytyrosol (3.21 mg/kg) respectively. Antioxidant activity of olive oil was measured by using the DPPH and ABTS assays. A high correlation between total phenolic content and antioxidant capacity ($R^2 = 0.657-0.817$) along with applied methods ($R^2 = 0.933$) were determined.

Keywords: Gemlik, olive oil, phenolic compounds, antioxidant activity, *Olea europaea*

GİRİŞ

Bitkisel yağlar içerisinde zeytinyağı Akdeniz diyetinde besleyici ve duyuşal nitelikleri açısından temel besin maddesidir. Özellikle içerdiği fenol bileşikleri ve antioksidan kapasitelerinden dolayı insan sağlığı üzerinde büyük bir öneme sahiptir (1). Yapılan çalışmalarda geleneksel Akdeniz diyetiyle beslenen insanlarda zeytinyağının doğal yapısında bulunan fenol bileşiklerine bağlı olarak hastalığa yakalanma ve ölüm oranının düştüğü bildirilmiştir (2-6). Zeytinyağlarındaki fenol bileşikleri arasında hidroksitirozol ve kafeik asit yağların raf ömrü ve özellikle de oksidasyona dayanıklılığı üzerinde önemli rol oynamaktadır (7). Zeytinlerde bu bileşiklerin yanı sıra tirozol, *p*-hidroksibenzoik, *o*-kumarik ve *p*-kumarik asit gibi diğer fenollerin de bulunmasına karşın bunların antioksidan kapasiteleri düşüktür (8). Fenol asitleri sağlık açısından faydaları ve antioksidan özelliklerinin yanında renk ve duyuşal kalite üzerinde de etkilidir. Özellikle lezzet, burukluk ve sertlik gibi organoleptik özellikler üzerine etkilidirler. Fenol asitleri ayrıca, enzimatik esmerleşmeyi önlemesi ve gıdaları koruması açısından da önem taşımaktadır (4, 9). Zeytinyağlarında bulunan fenol bileşiklerinin miktarı çeşide, iklim koşullarına, meyve olgunluğuna ve yağ ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak değişmektedir. Bu faktörler arasında en önemli etkiye sahip parametre ise çeşittir (1, 10-12). Criado ve ark. (13) tarafından yapılan bir çalışmada, İspanya'nın farklı bölgelerinde yetiştirilen

Arbequina çeşidinin fenol bileşiklerindeki değişim incelenmiş, araştırmada yüksek bölgelerde yetişen çeşitten elde edilen zeytinyağında hidroksitirozol ve tirozol miktarları daha fazla bulunmuştur. Tasioula ve ark. (11), Yunanistan'da yetişen Lianolia çeşidinden elde edilen sızma zeytinyağında hidroksitirozol ve tirozol'un baskın olan fenol bileşikleri olduğunu bildirmişlerdir.

Son yıllarda, fenol bileşikleri ve antioksidan aktivite üzerine yapılan araştırmalar artış göstermiştir (7, 14). Antioksidanların hücrelerin aerobik solunumu sırasında meydana gelen reaktif oksijen türlerine karşı vücudun savunma sisteminde önemli etkisi bulunmaktadır. Diyetle fazla miktarda antioksidanların alınımı reaktif oksijen türlerine karşı yeterli olabilir ve böylece canlı sistemlerde normal fizyolojik fonksiyonlar yerine getirilir. Ülkemizde yetiştirilen bazı zeytin çeşitlerinin ve bunlardan elde edilen zeytinyağlarının genel bileşimleri (15-18) ve fenol bileşimleri üzerine (19-21) çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak, üretimi bakımından önemli bir potansiyeli olan Gemlik çeşidinden elde edilen yağın fenol bileşimi ve antioksidan potansiyelini konu alan sistemli bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada, Gemlik zeytin çeşidinden elde edilen yağda fiziksel ve kimyasal özellikler, fenol bileşikleri ve antioksidan aktivitenin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırma, Hatay ilinin Erzin ilçesinde özel bir üreticiye ait yaklaşık 12 yaşlarındaki Gemlik zeytin çeşidi ile kurulu bahçede yürütülmüştür. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş, 6 ağaç bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. Zeytin örnekleri 2011 hasat yılında el ile toplanmıştır. Zeytin örnekleri et ve kabuk rengi dikkate alınarak sınıflandırılmış, örneklerin olgunluk indeksinin (OI) 3.8 olduğu belirlenmiştir (19). Zeytinyağı ekstraksiyonunda iki fazlı santrifüj sistemiyle çalışan 30 kg/saat kapasiteli Oliomio mini (İtalya) cihazı kullanılmıştır. Proses suyu gerektirmeyen ve üretim sonucunda sadece iki faz (yağ ve pirina) oluşturan sistemlere 2-fazlı proses denir. Bu sistemde üretim boyunca proses suyu eklenmez. Proses sonrasında yağ ve pirina olmak üzere iki faz oluşur. Bu sistemde sıvı faz (karasu) oluşmamaktadır. Karasu pirina ile birlikte açığa çıkmaktadır. Elde edilen yağlar analizler yapılmaya kadar koyu renkli cam şişelerde, serin, kuru ve karanlık bir ortamda muhafaza edilmiştir (22).

Yöntem

Kimyasal analizler

Zeytinyağında kimyasal olarak serbest yağ asitleri, peroksit sayısı analizleri ve renk analizi yapılmıştır. Serbest yağ asitleri miktarı oleik asit cinsinden % olarak hesaplanmıştır (23). Peroksit değeri, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijenin miliekivalent cinsinden miktarını ifade etmektedir (23, 24). Renk ölçümleri kolorimetre (HUNTERLAB ColorQuestXE-USA) kullanılarak yapılmış, değerler L*, a* ve b* verileri saptanarak belirlenmiştir. Analizler 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Fenol bileşikleri analizi

Zeytinlerden fenol bileşiklerinin ekstraksiyonu Uluslararası Zeytinyağı Konseyi tarafından belirtilen yöntemle yapılmış (25) ve elde edilen ekstraktlar 0.45 µm'lik membran filtrelerden geçirilerek HPLC'ye enjekte edilmiştir (7, 14) Fenol bileşiklerinin analizlerinde çift pompalı, diyot array detektörlü Agilent 1100 (Agilent

Technologies, Palo Alto CA-USA) marka HPLC ve Beckman Ultrasphere C18 ODS (250 x 4.6 mm x 5µ) marka kolon kullanılmıştır. Fenol bileşiklerinin tanısı, kullanılan standart maddelerin alıkonma zamanları ve spektrumlarından, literatür verilerinden ve LC-MS yönteminden yararlanılarak yapılmıştır. LC-MS analizleri Thermo Scientific marka elektrosprey kütle spektrometrisi (Thermo Scientific, LCQ Deca XP MAX) kullanılarak negatif modda gerçekleştirilmiştir (26). Standart madde olarak tirozol, kafeik asit, vanilik asit, sinamik asit, p-kumarik asit ve ferulik asit (Extrasynthese, France) kullanılmıştır. Her bir standart madde için beş farklı konsantrasyonda çözelti hazırlanmış ve HPLC'ye enjekte edilerek her bir bileşik için kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. Bu eğrilerden de bileşiklerin miktarları belirlenmiştir.

Antioksidan aktivitenin belirlenmesi

Zeytinyağının antioksidan aktivitesi DPPH ve ABTS olmak üzere iki farklı yöntemle belirlenmiştir. DPPH yönteminde, serbest radikalleri önleme yeteneğini ölçebilen DPPH (2,2, difenil 1-pikri hidrazil) kullanılmış ve metanol içerisinde gerçekleşen reaksiyonun zamana karşı değişiminin 515 nm'de UV-Vis (Schimadzu-UV1201-Kyoto-Japan) spektrofotometredeki ölçüm sonuçlarına göre yapılmıştır (27,28). ABTS yöntemi Saafi ve ark. (29)'nın kullandığı yöntemle göre yapılmıştır. Bu yöntem için 7 mM ABTS (2,2'-Azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) 2.45 mM potasyumbisülfat ile karıştırılarak karanlık ortamda 12-16 saat bekletilmiş ve daha sonra bu karışım sodyum asetat (pH 4.5) tamponu ile spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda 0.700±0.01 absorbans olacak şekilde seyreltilmiştir. Daha sonra 20 µL zeytinyağı ekstraktına 2.98 mL hazırlanan tampon karıştırılarak, 10 dakika sonra spektrofotometrede 734 nm dalga boyunda absorbans ölçülmüştür. Elde edilen absorbans değerleri Trolox (10-100 µmol/L) standart eğim çizelgesi ile hesaplanarak sonuçlar mM Trolox/kg cinsinden ifade edilmiştir. Analizler Shimadzu marka UV-Vis spektrofotometre (UV-Vis Shimadzu 1201, Kyoto-Japan) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel analiz

İstatistiksel analizler için SigmaPlot 11.0 (Systat Software Inc, San Jose, Calif.) programından yararlanılmıştır. Fenol bileşikleri ve antioksidan

kapasite verileri arasındaki korelasyonlar Pearson korelasyon analizi ile yapılmış ve sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir. Anlamlılık sınırı olarak $P \leq 0.05$ kabul edilmiştir.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Zeytinyağının Kimyasal Bileşimi

Zeytinyağında belirlenen serbest yağ asitleri, peroksit değeri ve renk analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Serbest yağ asitleri değeri oleik asit cinsinden % 1.02 olarak tespit edilmiştir. Bu değer natürel zeytinyağlarında maksimum limit olarak kabul edilen % 2 değerinin altında bulunmuştur (30). Tanılğan ve ark. (31) farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen yağlar üzerine yaptıkları çalışmada en yüksek serbest yağ asitleri değerini Gemlik çeşidinde (% 1.7) saptamışlardır. Çanakkale Bölgesi'nde yetişen zeytinlerden elde edilen yağlarda serbest yağ asitleri değerinin % 0.37 ile 9.47 arasında değiştiği bildirilmiştir (17). Manisa'nın Alaşehir ilçesinden sağlanan Gemlik zeytinlerinden elde edilen zeytinyağında hasat zamanının etkisine bağlı olarak serbest yağ asitleri değeri en fazla % 0.38 olarak tespit edilmiştir (32). Türkiye'deki bazı zeytinyağlarının çeşide, coğrafik bölgeye ve hasat yılına bağlı olarak sınıflandırıldığı 2005-2007 yıllarını kapsayan bir çalışmada Gemlik çeşidinde serbest yağ asidi değeri % 0.16 olarak saptanmıştır (16). İtalya'nın Sardunya ve Fransa'nın Korsika adalarından temin edilen zeytinlerden elde edilen 12 farklı zeytinyağı örneğinde asitlik değerlerinin % 0.20 ile 1.34 arasında değiştiği saptanmıştır (33).

Zeytinyağında peroksit değeri 8.85 olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Zeytinyağlarında peroksit değeri natürel zeytinyağlarında maksimum limit olarak kabul edilen 20 meq oksijen/kg yağ değerinin altındadır (30). Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen Kilis yağlık, Halhalı, Karamani, Haşebi ve Nizip yağlık

çeşitlerinden elde edilen yağlarda peroksit değerleri 4.30 (Nizip yağlık) ile 8.81 (Karamani) arasında değiştiği saptanmıştır (15). Sardunya (İtalya) ve Korsika (Fransa) bölgelerinden temin edilen 12 farklı zeytinyağında peroksit değerleri 3.28-16.15 arasında değişmiştir (33). Yapılan çalışmalarla kıyaslandığında Gemlik zeytinyağının peroksit değeri diğer çalışmalarla uyum içerisinde dir.

Renk ölçüm değerleri, yemeklik yağlarda tüketici tercihleri için önemli kalite göstergesi olarak kullanılmaktadır (34). Renk ölçümleri yağların bileşiminde bulunan pigmentlerin yağa verdiği doğal rengin durumunu kontrol etmek amacıyla yapılmaktadır (35). Zeytinlerin olgunlaşma sürecinde ve zeytinyağlarının depolanması sırasında doğal renk pigmentlerinin parçalanması ve bazı yeni ürünlerin oluşmasıyla kazanılan renk karakteristikleri kalite ile ilişkili olup, yağın tazeliği hakkında bilgi vermektedir. Aynı zamanda renk, tüketici tercihini etkileyen önemli bir kalite kriteridir (36, 37). Renk ölçümünde L* değeri 53.36, a* değeri 0.96 ve b* değeri 62.04 olarak belirlenmiştir. Pristouri ve ark. (38) depolama süresine bağlı olarak Yunan Koroneiki zeytinyağında L* değerinin 51.18 ile 60.93 arasında, a* değerinin -2.46 ile -4.16 arasında ve b* değerinin ise 33.42 ile 41.64 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ülkemiz Gemlik çeşidi üzerine yapılan bir çalışmada hasat zamanına bağlı olarak L* değerinin 25.17-65.25, a* değerinin -20.44 ile -5.48 ve b* değerinin ise 38.95 ile -1.40 arasında değiştiği belirtilmiştir (32). Literatürlerde belirtilen bu sonuçlar çalışmamızda elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir. TS 341 ve Gıda Kodeksine göre natürel zeytinyağlarının renk değerlerine ait herhangi bir alt ve/veya üst limitin bulunmadığı, araştırma sonucu elde edilen renk değerlerinin başka çalışmalarla farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Bu farklılığın zeytin çeşidine, hasat zamanı ve şekline, uygulanan teknolojiye, muhafaza ve depolama koşulları gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkabileceği belirtilmiştir (17).

Çizelge 1. Zeytinyağının kimyasal bileşimi.

Analizler	Saptanan veriler	Literatür verileri	Kaynaklar
Serbest yağ asitleri (%oleik asit)	1.02 \pm 0.05	0.12-2.997	17, 18, 46- 48
Peroksit değeri (meq/kg)	8.85 \pm 0.17	2.0 – 26.02	18, 35, 46- 48
L*	53.36 \pm 0.15	34.61 – 92.07	13, 17, 46
a*	0.96 \pm 0.04	-14.28 – (-0.61)	13, 17, 46
b*	62.04 \pm 0.33	16.29 – 108.8	13, 17, 46

Zeytinyağının Fenol Bileşikleri

Zeytinyağında HPLC-DAD-MS metodu ile belirlenen fenol bileşikleri ve miktarları Çizelge 2'de verilmiştir.

Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi

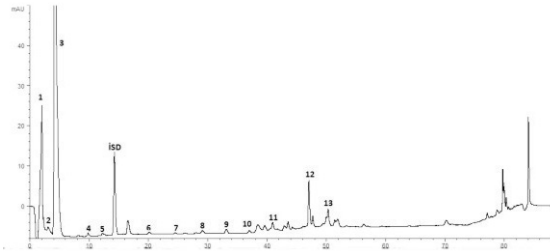
Fenoller serbest radikalleri tutma özelliği göstererek insan vücudunu bunların vereceği çeşitli zararlardan da korurlar (43, 44). Gemlik çeşidine ait

Çizelge 2. Gemlik çeşidinden elde edilen zeytinyağında saptanan fenol bileşikleri

Bileşikler	Belirlenen miktar (mg/kg)	Literatür verileri (mg/kg)	Kaynaklar
Hidroksitirozol	3.21±0.02	0.07-7.36	7, 21, 26
4-hidroksibenzoik asit	0.03±0.01	0 - 0.69	7, 21
Tirozol	9.85±0.04	0.25 - 19.3	7, 21, 26
2,3-dihidroksibenzoik asit	0.06±0.01	0 - 0.99	7, 21
Kafeik asit	0.08±0.01	0 - 0.05	7, 21
Vanilik asit	0.08±0.01	0 - 0.86	7, 21, 40
Vanilin	0.02±0.01	0 - 0.85	7, 21, 40
Sirinjik asit	0.49±0.02	0.02 - 0.4	7, 21, 40
p-kumarik asit	0.88±0.02	0.01 - 0.96	7, 21, 40
Ferulik asit	0.22±0.01	0 - 0.28	7, 21, 26, 40
Sinamik asit	0.76±0.24	0 - 2.55	21, 7
Apigenin	5.40±0.03	0 - 24.06	7, 21, 26
Luteolin	1.28±0.03	0 - 43.76	7, 21, 26, 40

Araştırmada, hidroksitirozol, 4-hidroksibenzoik asit, tirozol, 2,3-dihidroksibenzoik asit, kafeik asit, vanilik asit, vanilin, sirinjik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, sinamik asit, apigenin ve luteolin olmak üzere toplam 13 adet fenol bileşiği saptanmıştır (Şekil 1). Çalışmada, tirozol'un (9.85 mg/kg) zeytinyağında baskın fenol bileşiği olduğu ve bunu sırasıyla apigenin (5.40 mg/kg) ve hidroksitirozol'un (3.21 mg/kg) izlediği gözlenmiştir. Benzer çalışmalarda tirozol ve hidroksitirozol'un zeytinyağlarında baskın olan fenol bileşikler olduğu belirtilmiştir (6, 39). Alkan ve ark. (7) iki yılı kapsayan araştırmada hidroksitirozol'un miktarının 1.13-18.57 mg/kg arasında değiştiğini belirtmiştir. Yapılan araştırmalarda zeytinyağlarının fenol içeriklerine ait literatür verileri Çizelge 2'de verilmiştir (7, 20, 25). Görüldüğü gibi bu veriler çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerle uyum içerisindedir. Fenollerin miktarı zeytinin yetiştiği bölgenin koşullarına, yağ ekstraksiyon metoduna ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmektedir (41). Türkiye'de üretilen zeytinyağlarında fenol bileşiklerinin tespiti üzerine yapılan bir çalışmada fenol asitlerinden vanilik asit, sirinjik asit ve p-kumarik asit belirlenmiş ve miktarlarının sırasıyla 0.33–0.83 mg/kg, 0.49–1.46 mg/kg ve 0.5–10.37 mg/kg arasında değiştiği belirtilmiştir (42).

zeytinyağında antioksidan aktivite DPPH yönteminde 0.76 ± 0.03 mM Trolox/kg ve ABTS yönteminde ise 1.34 ± 0.08 mM Trolox/kg olarak tespit edilmiştir. ABTS yöntemi kullanılarak yapılan benzer araştırmalarda zeytinyağlarındaki antioksidan aktivitenin 0.25-1.79 mM Trolox/kg arasında değiştiği bildirilmiştir (45, 46).



Şekil 1. Zeytinyağındaki fenol bileşiklerinin 280nm'deki HPLC kromatogramı

(1: Hidroksitirozol, 2: 4-hidroksibenzoik asit, 3: Tirozol, 4: 2,3-dihidroksibenzoik asit, 5:Kafeik asit, 6: Vanilik asit, 7: Vanilin, 8: Sirinjik asit, 9: p-kumarik asit, 10: Ferulik asit, 11: Sinamik asit, 12: Apigenin, 13 :Luteolin)

Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde toplam fenol bileşikleri içeriği ile antioksidan kapasite arasında yüksek korelasyon ($R^2= 0.657-0.817$) saptanmıştır. Benzer şekilde hidroksitirozol, sinamik asit, apigenin ve luteolin bileşiklerinde yüksek korelasyon elde edilmiştir. (Çizelge 3).

Araştırmada ayrıca DPPH ve ABTS yöntemleri de karşılaştırılmış ve iki yöntem arasında yüksek korelasyon ($R^2= 0.933$) saptanmıştır.

Çizelge 3. Fenol bileşikleri içeriği ile DPPH ve ABTS yöntemleriyle saptanan antioksidan aktivite arasındaki korelasyonlar

	DPPH	ABTS
DPPH	1	0.933
ABTS	0.933	1
Hidroksitirozol	0.560	0.761
4-hidroksibenzoik asit	0.342	0.115
Tirozol	0.208	0.462
2,3-dihidroksibenzoik asit	0.003	0.360
Kafeik asit	-0.381	-0.035
Vanilik asit	-0.199	0.150
Vanilin	-0.337	-0.063
Sirinjik asit	0.051	0.375
p-kumarik asit	0.125	0.461
Ferulik asit	0.076	0.424
Sinamik asit	0.334	0.522
Apigenin	0.291	0.529
Luteolin	0.315	0.528
Toplam fenol bileşikleri	0.657	0.817

Yapılan çalışma sonucunda ülkemizin önemli yağlık çeşidi olan Gemlik zeytininden elde edilen yağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, fenol bileşikleri ve antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Toplam 13 adet fenol bileşiğinin saptandığı araştırmada, DPPH ve ABTS yöntemleri kullanılarak antioksidan kapasite de saptanmıştır. Elde edilen veriler dünya literatürüne girmiş ve ülkemiz yerli çeşitlerinden elde edilmiş zeytinyağları verileri ile uyum içerisindedir. Yapılan bu çalışma, zeytin çeşitlerimiz için veri bankası oluşturması ve zeytinyağı araştırmacıları için kaynak teşkil etmesi açısından faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Artajo LS, Paz Romero M, Suarez M, Jose-Motilva M. 2007. Partition of phenolic compounds during the virgin olive oil industrial extraction process. *Eur Food Res Tech*, 225, 617-625.
2. Visioli F, Bogani P, Grande S, Galli C. 2005. Mediterranean Food and Health: Building Human Evidence. *J Physiol Pharmacol*, 56, 37-49.

3. Visioli F, Galli C. 1998. Olive Oil Phenols and Their Potential Effects on Human Health. *J Agric Food Chem*, 46, 4292-4296.

4. Owen RW, Giacosa A, Hull WE. 2000. Olive Oil Consumption and Health: The Possible Role of Antioxidants. *Lancet Oncology*, 1, 107-112.

5. Owen RW, Haubner R, Wurtele G, Hull WE, Spiegelhalder B, Bartsch H. 2004. Olives and Olive Oil in Cancer Prevention. *Eur J Canc Prev*, 13, 319-326.

6. 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. *Nutr Res Rev*, 18, 98-112.

7. Alkan D, Tokatli F, Ozen B. 2011. Phenolic characterization and geographical classification of commercial extra virgin olive oils produced in Turkey. *J Am Oil Chem Soc*. Basımda. DOI 10.1007/s11746-011-1917-6.

8. Cinquanta L, Esti M & La Notte E (1997). Evaluation of Phenolic Compounds in Virgin Olive Oil During Storage. *J Am Oil Chem Soc*, 74, 1259-1264.

9. Tuck KL & Hayball PJ. 2002. Major Phenolic Compounds in Olive Oil: Metabolism and Health Effects. *J Nutr Biochem*, 13, 636-644.

10. Baldioli M, Servili M, Perretti G, Montedoro GF. 1996. Antioxidant Activity of Tocopherols and Phenolic Compounds of Virgin Olive Oil. *J Am Oil Chem Soc*, 73, 1589-1593.

11. Tasioula MM, Okogeri O. 2001. Isolation and Characterization of Virgin Olive Oil Phenolic Compounds by HPLC/UV and GC-MS. *Food Chem Toxicol*, 66, 530-534.

12. Pirgün Y. 2007. Hatay'da Yetiştirilen Gemlik ve Halhalı Zeytinlerinin Antioksidan Etkilerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 46s.

13. Criado MN, Morello JR, Jose-Motilva M, Paz Romero M. 2004. Effect of Growing Area on Pigment and Phenolic Fractions of Virgin Olive Oils of the Arbequina Variety in Spain. *J Am Oil Chem Soc*, 81, 633-640.

14. Ocakoglu D. 2008. Classification of Turkish Virgin Olive Oils Based On Their Phenolic Profiles. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
15. Kırılan M, Bayrak A, Ozkaya MT. 2009. Oxidation Stability of Virgin Olive Oils From Some Important Cultivars in East Mediterranean Area in Turkey. *J Am Oil Chem Soc*, 86, 247-252.
16. Gurdeniz G, Ozen B, Tokatli F. 2008. Classification of Turkish Olive Oils with Respect to Cultivar, Geographic Origin and Harvest Year, Using Fatty Acid Profile and MID-IR Spectroscopy. *Eur Food Res Tech*, 227, 1275-1281.
17. Ogutcu M, Mendes M, Yılmaz E. 2008. Sensorial and Physico-Chemical Characterization of Virgin Olive Oils Produced in Çanakkale. *J Am Oil Chem Soc*, 85, 441-456.
18. Dıraman H, Dibeklioglu H. 2009. Characterization of Turkish Virgin Olive Oils Produced from Early Harvest Olives. *J Am Oil Chem Soc*, 86, 663-674.
19. Aşık HU, Özkan G. 2011. Memecik Çeşidi Zeytinlerden Elde Edilen Yağların Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özellikleri. *Akademik Gıda* 9(2), 13-18.
20. Kaya Ü. 2009. İznik'te Yetiştirilen Gemlik Zeytininin ve Yağının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana, Türkiye, 72s.
21. Ocakoglu D, Tokatlı F, Özen B, Korel F. 2009. Distribution of Simple Phenols, Phenolic Acids and Flavonoids in Turkish Monovarietal Extra Virgin Olive Oils for two Harvest Years. *Food Chem*, 113, 401-410.
22. http://www.oliveaustralia.com.au/Olive_Agencies/Oliomio_Machinery/oliomio_machinery.html
23. TS EN ISO 660. 2010. Bitkisel ve Hayvansal Yağlarda Asitlik Tayini.
24. TS EN ISO 3960. 2010. Bitkisel ve Hayvansal Yağlarda Peroksit Sayısı Tayini
25. IOOC 2010. International Olive Council, Olive Oil Testing Methods. <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/224-testing-methods>.
26. Ouni Y, Taamalli A, Gómez-Caravaca AM, Segura-Carretero A, Fernández-Gutiérrez A, Zarrouk M. 2011. Characterisation and quantification of phenolic compounds of extra-virgin olive oils according to their geographical origin by a rapid and resolute LC-ESI-TOF MS method. *Food Chem*, 127, 1263-1267.
27. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Antioxidative Activity of Phenolic Composition of Commercial Extracts of Sage and Rosemary. *Food Sci Tech*, 28, 25-30.
28. Sanchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto FA. 1998. Procedure to Measure the Antiradical Efficiency of Polyphenols. *J Sci Food Agric*, 76, 270-276.
29. Saafi EB, Arem A E, Issaoui M, Hammami M, Achour L. 2009. Phenolic Content and Antioxidant Activity of Four Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruit Varieties Grown in Tunisia. *Int J Food Sci Tech*, 44, 2314-2319.
30. IOOC 2010b. International Olive Council, Olive Oil Chemistry and Standards. <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/157-structure-of-chemistry>
31. Tanılğan K, Ozcan MM, Unver A. 2007. Physical and Chemical Characteristics of Five Turkish Olive (*Olea europea* L.) Varieties and Their Olives. *Grasas y Aceites*, 58, 142-147.
32. Kutlu E, Şen F. 2011. Farklı Hasat Zamanlarının Gemlik Zeytin (*Olea europea* L.) Çeşidinde Meyve ve Zeytinyağı Kalitesine Etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48, 85-93.
33. Cerretani L, Bendini A, Del Caro A, Piga A, Vacca V, Caboni MF, Toschi TG. 2006. Preliminary Characterization of Virgin Olive Oils Obtained from Different Cultivars in Sardinia. *Eur Food Res Tech*, 222, 354-361.
34. Polvillo MM, Ruiz GM, Dobarganes MC. 2004. Oxidative Stability of Sunflower Oils Differing in Unsaturation Degree During Long-Term Storage at Room Temperature. *J Am Oil Chem Soc*, 81, 577-583.

35. Nas S, Gökalp HY, Ünsal M. 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Matbaası.
36. Ranalli A, Lucera L, Contento S, Simone N, Del RP. 2004. Bioactive Constituents, Flavors and Aromas of Virgin Oils Obtained by Processing Olives with a Natural Enzyme Extract. *Eur J Lipid Sci Tech*, 106, 187-189.
37. Zarrouk W, Haddada FM, Baccouri B, Oueslati I, Taamalli XF, Lizzani-Cuvelier L, Daoud D, Zarrouk M. 2008. Characterization of Virgin Olive Oil From Southern Tunisia. *Eur J Lipid Sci Tech*, 110, 81-88.
38. Pristouri G, Badeka A, Kontominas MG. 2010. Effect of Packaging Material Headspace, Oxygen and Light Transmission, Temperature and Storage Time on Quality Characteristics of Extra Virgin Olive Oil. *Food Control*, 21, 412-418.
39. Boselli E, Di Lecce G, Strabbioli R, Perialisi G, Frega NG. 2009. Are Virgin Olive Oils Obtained Below 27 °C Better than Those Produced at Higher Temperatures? *Food Sci Tech*, 42, 748-757.
40. Andjelkovic M, Acun S, Van Hoed V, Verhe R, Van Camp J. 2009. Chemical Composition of Turkish Olive Oil-Ayvalik. *J Am Oil Chem Soc*, 86, 135-140.
41. Visioli F, Poli A, Gall C. 2002. Antioxidant and Other Biological Activities of Phenols from Olives and Olive Oil. *Med Res Review*, 22, 65-75.
42. Nergiz C, Unal K. 1991. Determination of Phenolic Acids in Virgin Olive Oil. *Food Chem*, 39, 237-240.
43. Sonje BM, Giacometti J, Abram M. 2011. Antioxidant and Antilisterial Activity of Olive Oil, Cocoa and Rosemary Extract Polyphenols. *Food Chem*, 127, 1821-1827.
44. Cicerale S, Lucas L, Keast R. 2010. Biological Activities of Phenolic Compounds Present in Virgin Olive Oil. *Int J Mol Sci*, 11, 458-479.
45. Pellegrini N, Serafini M, Colombi B, Del Rio D, Salvatore S, Bianchi M. 2003. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *J Nutr*, 133, 2812-2819.
46. Sevim D. 2011. Antioksidanlar ve Zeytinyağı. *Zeytin Bilimi*, 1(1), 43-47.
47. Paz Romero M, Tovar MJ, Ramo T, Motilva MJ. 2003. Effect of Crop Season on the Composition of Virgin Olive Oil with Protected Designation of Origin "Les Garrigues". *J Am Oil Chem Soc*, 80, 423-430.
48. Guiterrez F, Villafranca MJ, Castellano JM. 2002. Changes in the Main Components and Quality Indices of Virgin Olive Oil During Oxidation. *J Am Oil Chem Soc*, 79, 669-676.