



Hatay Zeytinyağlarının Yağ Asidi ve Sterol Kompozisyonları

Dilşat Bozdoğan Konaşkan*

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 31034 Hatay, Türkiye.

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş 20 Ekim 2016
Kabul 05 Aralık 2016

Anahtar Kelimeler:

Hatay
Zeytinyağı
Sterol
Yağ asidi
Zeytin

*Sorumlu Yazar:

E-mail: dilsat@mku.edu.tr

Ö Z E T

Bu çalışmada, Hatay'da yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik zeytin çeşitlerinden iki fazlı mekanik yöntemle (kıırma-ezme, yoğurma ve santrifüj) elde edilen zeytinyağı örneklerinde sterol ve yağ asidi kompozisyonları ile diğer kalite kriterleri (serbest yağ asitleri, peroksit sayısı, toplam klorofil ve toplam karotenoid) belirlenmiştir. Zeytinyağlarında oleik asit, palmitik asit, linoleik asit, stearik asit, palmitoleik asit, linolenik asit ve araşidik asitler başlıca yağ asitleri olarak tespit edilmiştir. Zeytinyağı örneklerinde oleik asit içerikleri %66,25-76,14 arasında belirlenmiştir ve en yüksek oleik asit içeriğine sahip çeşit Sarı Haşebi olarak saptanmıştır. Zeytinyağı örneklerinde sterol ve yağ asidi kompozisyonları çeşitlere göre önemli farklılıklar göstermiştir. Toplam sterol içerikleri 1025-1686 mg/kg arasında saptanmıştır ve toplam sterol içeriği en yüksek olan çeşit Gemlik en düşük olan çeşit Sarı Haşebi olarak belirlenmiştir. Toplam beta-sitosterol (beta-sitosterol, delta-5-avenasterol, delta-5-24-stigmastadienol, klerosterol, sitostanol) içerikleri %92,96-94,63 olarak saptanmıştır. En yüksek ve en düşük toplam beta-sitosterol içerikleri sırasıyla Halhalı ve Sarı Haşebi çeşitlerine ait yağlarda tespit edilmiştir. Başlıca sterol bileşenleri beta-sitosterol %83,08-88,21, delta-5-avenasterol %4,82-6,97, kampesterol %2,28-3,43 olarak tanımlanmıştır. Zeytinyağlarında eritrodiol + uvaol içerikleri %1,68-2,71 arasında belirlenmiş olup, bu değerler Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen sınırlar arasında yer almaktadır.

Turkish Journal Of Agriculture - Food Science And Technology, 5(2): 170-175, 2017

Fatty Acid and Sterol Compositions of Hatay Olive Oils

ARTICLE INFO

Research Article

Received 20 October 2016
Accepted 05 December 2016

Keywords:

Hatay
Olive oil
Sterol
Fatty acid
Olive

*Corresponding Author:

E-mail: dilsat@mku.edu.tr

ABSTRACT

In this study, sterol and fatty acid compositions with the other quality criteria (free fatty acids, peroxide value, total chlorophyll and carotenoid content) of olive oil samples obtained from Halhalı, Gemlik and Sarı Hasebi varieties through two phase mechanical method (crushing, kneading and centrifuge) was determined. Oleic, palmitic, linoleic, stearic, palmitoleic, linolenic and arachidic acids were the determined as the main fatty acids in olive oil samples. It was determined that oleic acid contents of oil samples ranged between 66.25-76.14% and Sarı Hasebi had the highest oleic acid content. Sterol and fatty acid compositions of olive oil samples showed significantly statistical differences according to varieties. It was determined that the total sterol contents of oils ranged between 1025 and 1686 mg/kg and varieties with the highest and lowest total sterol content were Gemlik and Sarı Hasebi. Apparent β -sitosterol contents (β -sitosterol, Δ -5-avenasterol, Δ -5-24-stigmastadienol, klerosterol, sitostanol) were between 92.96 and 94.63%. Varieties with the highest and lowest apparent β -sitosterol contents were oils which belong to Halhalı and Sarı Hasebi varieties respectively. β -sitosterol (83.08-88.21%), Δ -5-avenasterol (4.82-6.97%) and kampesterol (2.28-3.43%) were identified as the main sterol components. Erythrodiol + uvaol contents of olive oils varied between 2.28 and 3.43% and these values were within the limits established by Turkish Food Codex.

Giriş

Hatay ili Ülkemiz zeytin ve zeytinyağı üretiminde oldukça önemli bir potansiyele sahiptir. Zeytinyağı, rafinasyona tabi tutulmadan elde edilen ve doğal olarak tüketilebilen bitkisel yağlardandır (Bailey, 1951). Zeytinyağı başlıca iki kısımdan meydana gelen kompleks bir karışımdır. Kimyasal kompozisyonun yaklaşık %98-99'u sabunlaşan kısım olarak adlandırılan trigliseridler, serbest yağ asitleri ve fosfatidlerden oluşmaktadır. Sabunlaşmayan kısım olarak adlandırılan steroller, tokoferoller, hidrokarbonlar (squalen), pigmentler ve fenolik bileşikler ise %1-2'sini oluşturmaktadır (Karaosmanoğlu, 2009; Bengana ve ark., 2013). Zeytinyağının kimyasal kompozisyonu çeşide (De Mendoza ve ark., 2013), yetiştirilen bölgenin coğrafi durumu ve iklim özelliklerine, ağacın beslenme durumuna (Fontanazza, 1988; Oktar ve Çolakoglu, 1989), zeytinin olgunluk derecesine (Garcia ve ark., 1996; Bianco ve ark., 1998), ekstraksiyon tipine ve elde edilen zeytinyağlarının muhafaza koşullarına bağlıdır (Michelakis, 1992; Di Giovacchino ve ark., 2002). Yüksek oleik asit içeriği (O'Brien, 1998) ve zeytinde bulunan antioksidan nitelikteki bileşenlerin (özellikle fenolik maddeler ve tokoferoller) yağa geçmesi ile oksidatif stabilitesinin yüksek olması (Min ve Smouse, 1989; Ranalli ve ark., 2005) zeytinyağını diğer yağlardan ayıran en önemli özelliklerdir. Zeytinyağında bulunan başlıca yağ asitleri oleik (C18:1), linoleik (C18:2), palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asittir (Wiesman, 2009). Yağ asidi kompozisyonu zeytinyağının besleyici değeri açısından önemli bir yere sahiptir. Zeytinyağının sağlığa olumlu etkisi yapısındaki çoklu doymamış yağ asitlerine bağlıdır. (Haddam ve ark., 2014). Zeytinyağı iki temel pigment içerir. Bunlar; yeşil rengi veren klorofiller, sarı ve turuncu rengi veren karotenoidlerdir. (Kocaayan, 2013). Steroller ise kimyasal yapı olarak polisiklik alkoller grubundan olup, kısaca steran halkası denilen siklopentanopenantren halkasını içerirler. Steroller sekonder alkol olmaları nedeniyle, doğada hem serbest, hem de yağ asitleri ile esterleşmiş olarak bağlı formda bulunurlar (Yorulmaz, 2009). Bitkisel yağlar da en zengin sterol kaynaklarıdır. Zeytinyağını meydana getiren minör bileşikler arasında bulunan fitosteroller sabunlaşmayan kısmın önemli bir kısmını oluştururlar (Lerma-Garcia ve ark., 2011; Fernandez-Cuesta ve ark., 2013). Zeytinyağındaki steroller 4 grupta incelenir. Bunlar 4, 4-desmetilsteroller (normal steroller), 4 α (mono) metil steroller, 4, 4 di metil steroller (triterpen alkoller) ve triterpendialkoller'dir. Yaygın steroller olan 4, 4- desmetilsteroller'in başlıcaları β -sitosterol, Δ^5 -avenasterol, kampesterol, stigmasterol, kolesterol, 24-metilen kolesterol, Δ^7 -kampesterol, $\Delta^{5,23}$ -stigmastadional, $\Delta^{5,24}$ -stigmastadional, Δ^7 -stigmastenol, Δ^7 -avenasterol ve sitostanol'dür (Bozdoğan Konuşkan, 2008). β -sitosterol zeytinyağında tüm sterollerin %75-90'lık kısmını oluştururken Δ^5 -avenasterol %5-20'lik kısmını oluşturmaktadır. Kampesterol ve stigmasterol içerikleri ise sırasıyla %1-4 ile %0,5-2 aralığındadır. Bunun yanında triterpen dialkoller olan eritrodol ve uvaol de mevcuttur (Lerma-Garcia ve ark., 2011; Fernandez-Cuesta ve ark., 2013). Çeşit, olgunluk derecesi, tarımsal ve iklimsel koşullar, ekstraksiyon ve yağa uygulanan rafinasyon işlemi, zeytinyağındaki sterol

profilini etkilemektedir (Lukic ve ark., 2013; Lerma-Garcia ve ark., 2011). Bu çalışmada Hatay'da yetiştirilen Halhalı ve Sarı Haşebi gibi yerli zeytin çeşitlerinden ve son 15 yıldır yaygın olarak yetiştirilen Gemlik çeşidinden elde edilen zeytinyağlarının saflık ve kalite kriterleri olan sterol ve yağ asitleri kompozisyonları ile önemli kalite parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada materyal olarak Hatay Merkez'de (Antakya) yetiştirilen yaklaşık aynı yükseklikte (140-150 m.) ve aynı yaşlardaki (15-20) Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik zeytin çeşitleri ve bunlardan elde edilen zeytinyağı örnekleri kullanılmıştır. 2015-2016 sezonunda 15-16 Kasım tarihlerinde elle toplanan zeytinler 24 saat içerisinde Bölüm Laboratuvarında bulunan mini zeytinyağı sıkma makinesinde (kırıcı, malaksör ve separatör; Hakkı Ustaogulları) soğuk sıkım (28°C) yapılarak zeytinyağına işlenmiştir. Örnekler 150 ml'lik kahverengi cam şişelere üzerinde tepe boşluğu kalmayacak şekilde alınmış ve analiz edilinceye kadar +4°C'de muhafaza edilmiştir. Her bir analiz 3'er kez tekrarlanmıştır.

Yöntem

Zeytin örneklerindeki yağ içeriği n-hexan kullanılarak otomatik soxhlet (BUCHI) cihazı ile yapılmıştır. (AOCS, 2003). Soğuk sıkım zeytinyağı örneklerinde sırasıyla; serbest yağ asitleri ve peroksit sayısı (Anon.2003), toplam karotenoid ve toplam klorofil (Beltran ve ark.2005), yağ asitleri (IOOC 2004a) ve sterol kompozisyonu (IOOC 2004b) analizleri uygulanmıştır.

Yağ asidi metil esterlerinin analizi Innowax 1991 N. (Agilent) kapiler kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kolonun uzunluğu 30 m ve iç çapı 0,25 mm'dir. Gaz kromatografisi çalışma koşulları; FID (alev iyonizasyon dedektör), enjektör sıcaklığı 270°C, dedektör sıcaklığı 280°C, split oranı 1:50 ml/dak., 10°C/dak., 240°C/3 dak., taşıyıcı gaz Helyum (1ml/dak.), enjekte edilen örnek miktarı 1 μ l olarak ayarlanmıştır. Yağ asitlerinin tanısı "HP 6890N/5972N" marka "Gaz kromatografisi kütle spektrometresi" ile gerçekleştirilmiştir.

Sterol kompozisyonunu belirlemek için, zeytinyağlarına öncelikle sabunlaştırma işlemi uygulanmış, daha sonra sabunlaşmayan maddeler dietiler ile ekstrakte edilmiştir. İnce tabaka kromatografisi tekniğinden yararlanılarak steroller ayrılmış ve BSTFA (N,O-Bis triflorasetamid) kullanılarak türevlendirilmiştir. Analizde internal (iç) standart olarak 5 α -kolestan-3 β -ol kullanılmıştır. Trimetilsilillenmiş örnekler kolon uzunluğu 30 m, iç çapı 0,32 mm ve film kalınlığı 0,25 μ m olan HP-5 Fused Silica kapiler kolon özelliklerine sahip "Shimadzu GC-2010" gaz kromatografisi cihazına enjekte edilmiştir. Gaz kromatografisi çalışma koşulları; FID dedektör, enjektör sıcaklığı 280°C, dedektör sıcaklığı 290°C, split oranı 1:50 ml/dak, kolon sıcaklığı 260°C, taşıyıcı gaz Helyum (0,8 ml/dak.), enjekte edilen örnek miktarı 1 μ l olarak ayarlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Kalite Parametreleri

Üç farklı zeytin çeşidine ait yağ verimi ve zeytinyağı örneklerinin önemli kalite özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Tablo 1’de görüldüğü gibi zeytin çeşitlerinde yağ verimi %24,56 (Gemlik) ile %33,16 (Halhalı) arasında belirlenmiştir. Kara (2011), farklı lokasyon, yıl ve olgunluk döneminde toplanan zeytin çeşitlerinden elde ettiği zeytinyağı verimlerinin %10,55-20,63 arasında değiştiğini belirtmiştir. Bu çalışmadan elde edilen veriler yapılan çalışmadaki verilerden daha yüksek bulunmuştur. Yağ verimi çeşit, olgunluk, lokasyon, hasat yılı, yükseklik ve hasat koşulları gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kayahan ve Tekin 2006).

Serbest yağ asitleri değerleri % oleik asit cinsinden %0,62 (Halhalı çeşidi) ile %0,94 (Sarı Haşebi) arasında değişmiştir. Elde edilen bulgular Arslan ve Schreiner (2012)’in bulgularıyla uyum içerisinde. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (2010)’ne göre serbest yağ asitliği esas alınarak yapılan sınıflandırmada natürel sızma zeytinyağı için belirlenen üst sınır %0,8, natürel birinci zeytinyağı için ise %2,0 olarak belirtilmiştir. %2,0 ve üstü değerler ise rafinajlık zeytinyağı sınıfa dahil olmaktadır. İncelenen zeytinyağı örneklerinde Halhalı çeşidine ait zeytinyağı natürel zeytinyağı sınıfında; diğer zeytinyağı örnekleri ise natürel birinci zeytinyağı sınıfında olduğu belirlenmiştir. Zeytinyağında bir kalite kriteri olan serbest asitlik; zeytin çeşidi, yetiştirilen bölge, olgunluk, işleme yöntemleri, zeytin sineği zararı, dip zeytinlerin birlikte işlenmesi ve uygun olmayan koşullarda depolama gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Diraman, 2007).

Zeytinyağlarına ait peroksit sayısı değerleri 11,29 meqO₂/kg (Sarı Haşebi çeşidi) ile 9,16 meqO₂/kg (Halhalı çeşidi) olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi (TGK, 2010)’ne göre natürel zeytinyağlarına ait peroksit sayısı değeri en fazla 20 meqO₂/kg yağ olup zeytinyağı örnekleri standartlarda belirtilen sınırlar içerisinde yer almıştır. Bu çalışmada elde edilen peroksit sayısı değerlerinin Kartal (2015)’in bulgularından yüksek olduğu, Munğan (2015)’in çalışmasıyla da benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Peroksit sayısı meyvedeki lipaz enziminin aktivitesine bağlı olarak artış göstermektedir (Boskou, 1996; Bayrak ve ark., 2010). Bu enzimin aktivitesi; çeşit, olgunluk seviyesi, sıcaklık ve nem gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Bayrak ve ark., 2010). Ayrıca peroksit sayısı, yağın muhafaza durumunun kalitatif bir göstergesidir. Yağın oksijen, ışık gibi elverişsiz ortamlarda ya da bu ortamların geçişini sağlayacak saydam ambalajlarda bulunması oksidasyonu, dolayısıyla peroksit sayısını arttırmaktadır (Kaya, 2009; Diraman ve Dibeklioğlu, 2014).

Tablo 1’de görüldüğü gibi toplam karotenoid ve klorofil miktarı değerlerinin sırasıyla 4,88 (Gemlik çeşidi) ile 7,59 mg/kg lutein (Halhalı çeşidi) arasında ve 9,27 mg/kg feofitin (Gemlik çeşidi) ile 13,52 mg/kg feofitin (Halhalı çeşidi) arasında olduğu belirlenmiştir. Karayiyen (2011), Hatay’da yetiştirilen zeytinlerden elde edilen 6 farklı zeytinyağındaki toplam karotenoid ve klorofil değerlerinin sırasıyla 1,8-8,1 mg lutein/kg ve 4,1-19,1 mg feofitin/kg arasında olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmadaki değerlerin yapılan çalışmadaki değerlerle

benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Karotenoid ve klorofillerin yağdaki miktarı zeytinin çeşidi ve olgunluk durumu, yağa işleme yöntemi ve depolama gibi faktörlerden büyük oranda etkilenmektedir (Luaces ve ark., 2005; Diraman ve Dibeklioğlu, 2009).

Yağ Asitleri Kompozisyonu

Zeytinyağlarına ait yağ asitleri kompozisyonuna ilişkin değerler Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi oleik asit, palmitik asit, linoleik asit, stearik asit, palmitoleik asit, linolenik asit ve araşidik asit zeytinyağlarındaki başlıca yağ asitleri olarak belirlenmiştir.

Zeytinyağı örneklerinde oleik asit içerikleri %66,25 (Halhalı) ile %76,14 (Sarı Haşebi) arasında belirlenmiş olup bu oranlar TGK (2010)’nın bildirdiği değerler (%55-83) arasındadır. Yorulmaz ve ark. (2014) farklı zeytin çeşitlerinden elde ettikleri zeytinyağlarında oleik asit miktarlarını %60,15-80,46 aralığında belirlemişlerdir. Abenoza ve ark. (2014) ise farklı zeytinyağlarında oleik asit değerlerini %63,60-69,30 aralığında tespit etmişlerdir. Bu çalışmalarda değerlerle, yapılan çalışmadaki değerlerin benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Palmitik asit içerikleri %13,28 (Sarı Haşebi) ile %17,39 (Halhalı) arasında tespit edilmiş olup bu oranlar TGK’nın bildirdiği değerler (%7,5-20) arasında bulunmuştur. Anılan özellik bakımından elde edilen bulgular Bozdoğan Konuşkan (2008) ve Toplu (2000)’nin bulgularıyla uyum içerisinde bulunmuştur. Stearik asit içerikleri %2,82 (Sarı Haşebi) ile %3,86 (Halhalı) arasında belirlenmiş olup bu oranlar TGK’nın bildirdiği değerler (%0,5-5,0) arasındadır. Linoleik asit içerikleri %6,71 (Sarı Haşebi) ile %8,56 (Halhalı) aralığında değişmiş olup, TGK’nın bildirdiği sınırlar (%3,5-21) içerisinde bulunmuştur. Elde edilen bulgular Munğan (2015) ve Aşık Uğurlu (2011)’in bulgularıyla benzerlik göstermiştir. Palmitoleik asit kompozisyonu %0,51 ile %1,14 arasında tespit edilmiştir. Linolenik ve araşidik asitler ise sırasıyla %0,41-%0,78 ve %0,26-%0,49 aralığında belirlenmiştir. Anılan özellikler TGK’nın belirtilen sınırlar içerisinde yer almaktadır. Yağ asitlerinin yüzde dağılımı, çeşitlere göre farklılık göstermiştir. Yağ asidi kompozisyonu, çeşit, olgunluk, yetiştirilen bölge ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (O’Brien, 1998, Garcia-Mesa ve ark., 2008).

Sterol Kompozisyonu

Zeytinyağı örneklerinde sterol içeriklerine ait değerler Tablo 3’de verilmiştir. Sterol kompozisyonuna ilişkin analizlerde 14 adet sterol ve 2 adet triterpen dialkol tanımlanmıştır. Tanımlanan steroller kolesterol, brassikasterol, 24-metilen kolesterol, kampesterol, kampestanol, stigmasterol, 7-kampesterol, klerosterol, beta-sitosterol, sitostanol, delta-5-avenasterol, 5,24-stigmastadienol, 7-stigmastanol, 7-avenasterol, eritrodil ve uvaol’dür. İncelenen zeytinyağı örneklerinin beta-sitosterol oranları %83,08 (Sarı Haşebi) ile %88,21 (Halhalı) arasında belirlenmiştir. Elde edilen bulgular Yorulmaz (2009)’in çalışmalarıyla benzerlik gösterirken, İlyasoğlu ve ark. (2010)’nin değerlerinden yüksek bulunmuştur.

Tablo 1 Zeytin ve zeytinyağı örneklerinin önemli kalite parametreleri

Zeytin çeşidi	Yağ Verimi (%)	S.Y.A (% Oleik)	Peroksit Değeri (meq/O ₂ kg)	Toplam Karotenoid (mg/kg lutein)	Toplam Klorofil (mg/kg feofitin)
Gemlik	24,56	0,86	10,03	4,88	9,27
Halhalı	33,16	0,62	9,16	7,59	13,52
Sarı Haşebi	30,42	0,94	11,29	6,91	11,13

Tablo 2 Zeytinyağlarının yağ asitleri kompozisyonu (%)

Zeytinyağı	Palmitik asit	Palmitoleik asit	Stearik asit	Oleik asit	Linoleik asit	Linolenik asit	Araşidik asit
Gemlik	15,42	0,93	3,28	70,13	7,64	0,78	0,49
Halhalı	17,39	1,14	3,86	66,25	8,56	0,64	0,35
Sarı Haşebi	13,28	0,51	2,82	76,14	6,71	0,41	0,26

Tablo 3 Zeytinyağlarının sterol kompozisyonu (%)

Sterol Bileşenleri	Gemlik	Halhalı	Sarı Haşebi
Kolesterol	0,28	0,31	0,43
Brassikasterol	0,03	0,04	0,06
24-metilenkolesterol	0,12	0,06	0,12
kampesterol	2,93	2,28	3,43
kampestanol	0,15	0,11	0,19
stigmasterol	1,02	0,91	1,17
Delta-7-kampesterol	0,03	0,06	0,07
klerosterol	1,02	0,58	0,97
Beta-sitosterol	84,43	88,21	83,08
sitostanol	1,24	0,61	1,13
Delta-5-avenasterol	6,42	4,82	6,97
Delta-5-24-stigmastadienol	0,92	0,51	0,71
Delta-7-stigmastenol	0,43	0,57	0,73
Delta-7-avenasterol	0,98	1,02	0,84
eritrodiol+uvaol	1,68	1,82	2,71
Toplam beta sitosterol	94,12	94,63	92,96
Toplam sterol (mg/kg)	1342	1686	1025

Zeytinyağının ikinci önemli sterolü delta-5-avenasteroldür. Zeytinyağlarında delta -5-avenasterol oranları %4,82 (Halhalı) ile 6,97 (Sarı Haşebi) arasında tespit edilmiş olup, bu değerler Yorulmaz (2009)'ın değerleriyle uyum içerisinde olurken Haddam ve ark. (2014)'nın değerlerinden düşük bulunmuştur. Zeytinyağının diğer önemli sterolü olan kampesterol oranları %2,28 (Halhalı) ile %3,43 (Sarı Haşebi) arasında saptanmış olup, TGK'da belirtilen üst sınırdan (≤ 4) düşük bulunmuştur. Anılan bulgular Lopez-Cortes ve ark. (2013)'nin değerleriyle benzerlik göstermiştir. Zeytinyağlarında stigmasterol oranları %0,91 (Halhalı) ile %1,17 (Sarı Haşebi) arasında tespit edilmiştir. Her üç zeytinyağında da stigmasterol değerleri TGK'da belirtildiği gibi kampesterol değerlerinden düşük bulunmuştur. Stigmasterol oranları Yorulmaz (2009) ile Essiari ve ark. (2014)'nin sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Brassikasterol oranları %0,03 (Gemlik) ile %0,06 (Sarı Haşebi) arasında belirlenmiş olup TGK'da yer alan üst sınırdan (0,1) düşük bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi'ne göre de beta-sitosterol, delta-5-avenasterol, delta-5,23-stigmastadienol klerosterol, sitostanol, delta-5,24 stigmastadienol toplamının zeytinyağının toplam sterollerinin %93'üne eşit veya daha büyük olması gerektiği belirtilmiştir. Toplam betasitosterol içerikleri %92,96 (Sarı Haşebi) ile %94,63 aralığında (Halhalı) saptanmıştır. Sarı Haşebi çeşidine ait

zeytinyağının bu sınırın hemen altında bulunduğu belirlenmiştir. Türk zeytinyağları için önemli bir sterol de delta-7-stigmastenol'dür. Bu değer zeytinyağı örneklerinde %0,42 (Gemlik) ile %0,73 (Sarı Haşebi) aralığında tespit edilmiştir. TGK'ya göre delta-7-stigmastenol oranı toplam sterollerin %0,5'ine eşit veya daha düşük olmalıdır. Halhalı ve Sarı Haşebi çeşitlerinden elde edilen yağlarda delta-7-stigmastenol oranları belirtilen sınırdan yüksek bulunmuştur. Özellikle Güney Bölgelerine ait zeytinyağlarında, delta-7-stigmastenol değerinin yasal üst limit olan %0,5 değerini aştığı belirtilmiştir (Yorulmaz, 2009). Eritrodiol ve uvaol ise gaz kromatografide sterollerle birlikte analiz edilen iki temel triterpen dialkoldür. Zeytinyağı örneklerinde eritrodiol ve uvaol toplamı %1,68 (Gemlik) ile %2,71 (Sarı Haşebi) aralığında belirlenmiş olup, TGK'ya göre belirtilen üst sınırdan (4,5) düşük bulunmuştur. Toplam sterol içerikleri 1025 mg/kg (Sarı Haşebi) ile (Halhalı) 1686 mg/kg arasında belirlenmiştir. Bu değerler Yorulmaz (2009) ve İlyasoğlu ve ark. (2010)'nın çalışmalarlarıyla benzerlik göstermiştir. Zeytinyağının sabunlaşmayan kısmının ağırlıklı bileşeni olan sterollerin yağdaki kompozisyonu ve içeriği çeşit, yetiştirme koşulları, iklim, işleme ve depolama koşullarına bağlı olarak değişebilmektedir (Boskou, 1996; Gutierrez ve ark., 2001).

Sonuç

Bu çalışmada Hatay ilinde yetiştirilen Gemlik, Halhalı ve Sarı Haşebi zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının sterol ve yağ asitleri kompozisyonları ile önemli kalite parametreleri belirlenmiştir. Halhalı çeşidine ait zeytinyağında toplam betasitosterol ve toplam sterol içerikleri diğer çeşitlere kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Delta-7-stigmastenol dışında anılan tüm sterol bileşenleri ilgili yasal sınırlar aralığında belirlenmiştir. En yüksek oleik asit içeriği ise Sarı Haşebi çeşidine ait zeytinyağında tespit edilmiştir. Yağ verimi en yüksek çeşit olan Halhalı çeşidinden elde edilen yağın da toplam karotenoid ve klorofil içerikleri diğer iki çeşitten yüksek bulunmuştur. Genel olarak zeytinyağlarında incelenen saflık ve kalite özelliklerinin ilgili standartlarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir. Akdeniz Bölgesi zeytinciliğinin merkezi olan Hatay zeytinyağlarının sterol ve yağ asitleri gibi saflık kriterlerinin araştırıldığı kapsamlı çalışmaların artırılması bölgedeki zeytinyağı kalitesinin iyileştirilmesi adına atılan temel adım olacaktır. Özellikle bölgedeki yerli çeşitlerin karakterizasyonunun ve coğrafi işaretlemelerinin yapılması bölge ve ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Abenzoza M, Benito M, Oria R, Sanchez-Gimeno AC. 2014. Quality Characterization of the Olive Oil from Var. Tosca 07 Grown in a Commercial High Density Orchard. *J Am Oil Chem Soc* 91:613–622
- Anonymous. 2003. TS 342, Yemelik Zeytinyağı-Muayene Ve Deneysel Yöntemleri, Türk Standartları Enstitüsü, Nisan 2003, ICS 67.200.10.
- AOCS. 2003. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. AOCS Press, Champaign.
- Arslan D, Schreiner M. 2012. Chemical characteristics and antioxidant activity of olive oils from turkish varieties grown in hatay province. *Scientia Horticulturae*, 144: 141-152.
- Aşık UH. 2011. Zeytin olgunlaşma derecesinin zeytinyağının fiziksel, kimyasal ve antioksidan özellikleri üzerine etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Bailey AE. 1951. Industrial oil and fat products. second completely revised and augmented edition, New York, 967 s.
- Bayrak A, Kırılan M, Çalıköğü E, Kara HH. 2010. Ege bölgesi zeytinyağlarının aroma profilleri ve bazı kalite özelliklerinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Bilimsel araştırma projesi kesin raporu, 94s.
- Beltran G, Aguilera MP, Del Rio C, Sanchez S, Martinez L. 2005. Influence of fruit ripening process on the naturel antioxidant content of hojiblanca virgin olive oils, *Food Chem.* 89: 207-215.
- Bengana M, Bakhouch A, Lozano-Sanchez J, Amir Y, Youyou A, Segura-Carretero A, Fernandez-Gutierrez A. 2013. Influence of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of chemlal extra-virgin olive oil. *Food Research International*, 54: 1868-1875.
- Bianco A, Mazzei RA, Melchioni C, Romeo G, Scarpati ML, Soriero A, Uccella N. 1998. Microcomponents of olive oil-III. glucosides of 2(3,4-dihydroxy-phenyl) ethanol. *Food Chem.*, 63-4: 461-464.

- Boskou D. 1996. Olive oil chemistry and technology. department of chemistry aristotle university of Thessaloniki. Thessaloniki, Greece.
- Bozdoğan Konuşkan D. 2008. Hatay'da yetiştirilen halhalı, sarı haşebi ve gemlik zeytin çeşitlerinden çözücü ekstraksiyonuyla elde edilen yağların bazı niteliklerinin belirlenmesi ve mekanik yöntemle elde edilen zeytinyağları ile karşılaştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- De Mendoza MF, Gordillo CDM, Exposito JM, Casas JS, Cano MM, Vertedor DM, Baltasar MNF. 2013. Chemical composition of virgin olive oils according to ripening. *Food Chemistry*. 141: 2575-2581.
- Dıraman H. 2007. Gemlik zeytin çeşidinden üretilen natürel zeytinyağlarının oksidatif stabilitelerinin diğer önemli yerli çeşitler ile karşılaştırılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*. 3: 53-59.
- Dıraman H, Dibeklioglu H. 2009. Characterization of Turkish virgin olive oils produced from early harvest olives. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 86 (7): 663–674
- Dıraman H, Dibeklioglu H. 2014. Using lipid profiles for the characterization of Turkish monocultivar olive oils produced by different systems. *Int J Food Properties*, 17 (5): 1013 – 1033.
- Di Giovacchino L, Sestili S, Vincenzo D. 2002. Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104: 587-601.
- Essiari M, Zouhair R, Chimi H. 2014. Contribution to the study of the typical characteristics of the virgin olive oils produced in the region of sais (Morocco). *Official Journal of the International Olive Council*. 119: 8-21.
- Fernandez-Cuesta, A, Leon L, Velasco L, De La Rosa R. 2013. Changes in squalene and sterols associated with olive maturation. *Food Research International*. 54: 1885-1889.
- Fontanazza G. 1988. Growing for better quality oil. *Olivae*, V. Year: 24-31.
- Garcia JM, Sella S, Perez-Camino MC. 1996. Influence of fruit ripening on olive oil quality. *J. Agric. Food. Chem.* 44: 3516-3520.
- Garcia-Mesa JA, Pereira Caro G, Fernandez-Hernandez A, Garcia-Ortiz CC, Mateos R. 2008. Influence of lipid matrix in the bitterness perception of virgin olive oil. *Food Quality and Preference*. 19: 421–430.
- Gutierrez F, Arnaud T, Garrido A. 2001. Contribution of polyphenols to the oxidative stability of virgin olive oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 1463-1470.
- Haddam M, Chimi H, El-Antari A, Zahouily M, Mouhibi R, Zaz A, Ibrahim M, Amine A. 2014. Physico-chemical characterisation and oxidative stability of olive oils produced from the 'picholine marocaine', 'Haouzia', 'Koroneiki' and 'Arbequina' varieties in the central olive growing region of morocco (Chaouia-Ouardigha). *Official Journal of the International Olive Council*. 119: 22-34.
- IOOC. 2004a. International Olive Oil Council (2004), Method of analysis, preparation of the fatty acid methyl esters from olive oil and olive pomace oil, COI/T.20/Doc.no.24, <http://www.internationaloliveoil.org>.
- IOOC. 2004b. International olive oil council (2004) determination of the composition and content of sterols by capillary-column gas chromatography. COI/T.20/Doc.No. 10/Rev.1,2001, <http://www.internationaloliveoil.org>
- İlyasoglu H, Özcelik B, Hoed VV, Verhe R. 2010. Characterization of aegean olive oils by their minor compounds. *J Am Oil Chem Soc*. 87: 627–636.
- Kara HH. 2011. Farklı hasat dönemlerinde ve günün belirli saatlerinde toplanan çeşitlerinden elde edilen yağların uçucu aroma bileşenleri değişiminin araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.

- Karaosmanoğlu H. 2009. Farklı türlerdeki türk sızma zeytinyağlarının antimikrobiyal ve antioksidant aktivitelerinin araştırılması. İzmir Teknoloji Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Karayıyın A. 2011. Hatay ilinde üretilen natürel zeytinyağlarının bazı kalite özelliklerinin ve katı faz mikro ekstraksiyon tekniği kullanılarak uçucu bileşenlerinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Kartal L. 2015. Hatay ili zeytinyağlarının uçucu bileşen profilleri üzerinde çeşit ve olgunluğun etkisinin araştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Kaya Ü. 2009. İznik'te Yetiştirilen Gemlik Zeytininin ve Yağının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Kayahan M, Tekin A. 2006. Zeytinyağı üretim teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi:15 ISBN 9944-89-207-6, 198 s.
- Kocaayan Y. 2013. Zeytinyağının depolanması sırasında ışığın ve bazı pigmentlerin (klorofil ve karoten) renk ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Lerma-Garcia MJ, Simo-Alfonso EF, Mendez A, Lliberia JL, Herrero-Martinez JM. 2011. Classification of extra virgin olive oils according to their genetic variety using linear discriminant analysis of sterol profiles established by ultra-performance liquid chromatography with mass spectrometry detection. *Food Research International*. 44: 103-108.
- Lopez-Cortes I, Salazar-Garcia DC, Velazquez-Marti B, Salazar DM. 2013. Chemical Characterization of Traditional Varieties Olive Oils in East of Spain. *Food Research International*. 54: 1934-1940.
- Luaces P, Perez AG, Garcia JM, Sanz C. 2005. Effects of heat-treatments of olive fruit on pigment composition of virgin olive oil. *Food Chemistry*. 90: 169-174.
- Lukic M, Lukic I, Krapac M, Sladonja B, Pilizota V. 2013. Sterols and triterpene diols in olive oil as indicators of variety and degree of ripening. *Food Chemistry*. 136: 251-258.
- Min DB, Smouse TH. 1989. Flavor chemistry of lipid foods. The American Oil Chemists' Society Champaign, Illinois, 434 s.
- Michelakis N. 1992. Virgin olive oil with past, today and future. Institute for Subtropical Plants and the Olive, Chania, Crete. *OLIVAE*, 1992/6.
- Munğan B. 2015. Farklı Lokasyon ve Olgunluk Döneminin Zeytinyağlarının Antioksidan Aktivitesi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 62 s.
- O'Brien RD. 1998. Fats and oils, formulating and processing for applications. 677 s. Lancaster, Pennsylvania 17604 U.S.A.
- Oktar A, Çolakoğlu A. 1989. Agronomik faktörlerin zeytinyağı kalitesi üzerine etkileri. Bursa I. Uluslararası Gıda Sempozyumu, 4-6 Nisan, s: 477-485, Bursa.
- Ranalli A, Malfatti A, Lucera L, Contento S, Sotiriou E. 2005. Effects of processing techniques on the natural colorings and the other functional constituents in virgin olive oil. *Food Research International*. 38: 873-878.
- TGK. 2010. Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35). <http://www.tarim.gov.tr/Sayfalar/Mevzuat.aspxrid=5>. Erişim tarihi: 26.08.2014
- Toplu C. 2000. Hatay ili değişik üretim merkezlerindeki zeytinliklerin verimlilik durumları, fenolojik, morfolojik ve pomolojik özellikleri ile beslenme durumları üzerindeki araştırmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 195s, Adana.
- Wiesman Z. 2009. Olive oil quality biotechnologies. (Z. Wiesman, Editör) *Desert Olive Oil Cultivation: Advanced Bio Technologies*. Academic Press., 1: 257-302, Israel.
- Yorulmaz A. 2009. Türk zeytinyağlarının fenolik, sterol ve trigliserit yapılarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Yorulmaz A, Yavuz H, Tekin A. 2014. Characterization of turkish olive oils by triacylglycerol structures and sterol profiles. *J Am Oil Chem Soc*. 91: 2077-2090.