



Isıtma İşleminin Çekişte Zeytinyağının Kalite, Oksidatif Stabilite ve Yağ Asidi Bileşimine Etkisi

Aslı Yıldırım, Derya Deniz Şirinyıldız, Şeyma Nur Akkaya, Ezgi Genç, Aslı Yorulmaz*

Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 09100 Aydın, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş 05 Nisan 2018
Kabul 17 Temmuz 2018

Anahtar Kelimeler:

Çekişte
Isıtma
Oksidatif stabilite
Yağ asidi kompozisyonu
Zeytinyağı

*Sorumlu Yazar:

E-mail: asliyorulmaz@adu.edu.tr

ÖZ

Çalışmanın amacı Çekişte çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının ısıtma işlemi sırasında temel kalite kriterleri, oksidatif stabilite ve yağ asidi bileşiminde meydana gelen değişimlerin belirlenmesidir. Bu amaçla Aydın ilinden 2017 yılında hasat edilmiş olan Çekişte çeşidi zeytinlerden elde edilmiş olan zeytinyağı, 100°C sıcaklıkta ve 20 L/saat hava akışı altında toplamda 50 saat süreyle ısıtılmıştır ve 10 saatlik aralıklarla serbest yağ asidi oranı, peroksit sayısı, dien ve trien (K_{232} ve K_{270}) değerleri, toplam fenol miktarı, antioksidan aktivite, klorofil ve karotenoid miktarları ile yağ asidi kompozisyonları yönünden analiz edilmiştir. Ayrıca örneklerin indüksiyon periyodu olarak ifade edilen oksidatif stabiliteleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda temel kalite parametrelerinden serbest yağ asidi miktarı, peroksit sayısı, dien ve trien (K_{232} ve K_{270}) değerlerinin ısıtma işlemi ile birlikte artış gösterdiği saptanmıştır. Örneklerin toplam fenol, antioksidan aktivite, klorofil ve karotenoid miktarları ise ısıtma süresinin artmasıyla birlikte kademeli olarak azalmıştır. Benzer şekilde indüksiyon periyodunun da işlem süresinin artmasıyla birlikte azaldığı tespit edilmiştir. Zeytinyağı örneklerinde tespit edilen yağ asitlerinden linolenik asit miktarının ise işlem sonunda önemli düzeyde arttığı, oleik asit miktarının ise işlem öncesine göre azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(9): 1154-1158, 2018

The Effect of Heating on the Quality, Oxidative Stability and Fatty Acid Composition of Çekişte Olive Oil

ARTICLE INFO

Research Article

Received 05 April 2018
Accepted 17 July 2018

Keywords:

Çekişte
Heating
Oxidative stability
Fatty acid composition
Olive oil

*Corresponding Author:

E-mail: asliyorulmaz@adu.edu.tr

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the changes in main quality parameters, oxidative stability and fatty acid composition of olive oil obtained from Çekişte cultivar during heating. For this purpose, the olive oil, obtained from Aydın province in 2017 from Çekişte cultivar, was heated at 100°C under 20 L/h flow rate for totally 50 hours. The olive oil samples were heated for 10-hour intervals and analysed for their free fatty acid content, peroxide value, diene and triene (K_{232} ve K_{270}) values, total phenol content, antioxidant activity, chlorophyll and carotenoid contents as well as fatty acid composition. Additionally, the oxidative stability of samples was determined which was expressed as induction time. Results showed that the main quality parameters of olive oil including free fatty acid content, peroxide value, diene and triene (K_{232} ve K_{270}) values increased during heating. However, the content of total phenols, antioxidant activity, chlorophyll and carotenoid contents decreased gradually when heating time was prolonged. In a similar manner, the induction period decreased upon heating. The content of linolenic acid increased significantly at the end of heating process.

DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i9.1154-1158.1951>

Giriş

Zeytinyağı, bilinen en eski bitkisel yağlardan biri olup, zeytin (*Olea europaea* L.) ağacının meyvelerinden elde edilmektedir. Zeytinyağı taze meyveden yalnızca fiziksel işlemler (kıırma, yoğurma ve santrifüjleme) sonucu elde edildiğinden kıırma ve yoğurma işlemleri sırasında açığa çıkan aroma bileşenleri ile karakteristik bir aroma kazanmaktadır (Salas ve ark., 1999). Naturel sızma zeytinyağının beslenme fizyolojisi açısından diğer yemeklik yağlara göre sahip olduğu üstün nitelikler ekonomik anlamda da önemini arttırmaktadır (Dıraman ve ark., 2009).

Ülkemizde yıllık yaklaşık 200 bin tonun üzerinde zeytinyağı üretimi yapılmaktadır (Kolsarıcı ve ark., 2015). Üretim ağırlıklı olarak Ege Akdeniz Marmara, ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yoğunlaşmış durumdadır. Ege Bölgesi yağlık zeytin üretimi açısından %50 ile birinci sırada yer almakta olup; Ege bölgesi içerisinde ise en büyük üretim %28,31 ile Aydın iline aittir (Yıldırım ve Tunahöğlü, 2016). Ülkemizde Kuzey Ege Bölgesi'nde; Ayvalık, Gemlik, Uslu, Domat, Çelebi. Güney Ege'de; Çekişte, Memecik, Domat, Yamalak Sarısı, Erkence, Tavşan Yüreği, Manzanilla. Marmara Bölgesi'nde Gemlik, Karamürsel Su, Domat, Samanlı. Batı Akdeniz'de; Tavşan Yüreği, Kan Zeytini, Büyük Topak Ulak (Çilli), Uslu, Gemlik. Doğu Akdeniz'de; Sarı Ulak, Büyük Topak Ulak, Halhalı, Gemlik, Ayvalık. Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde; Nizip Yağlık, Kilis Yağlık, Halhalı, Edincik Su, Tavşan Yüreği çeşidi zeytinler yetiştirilmektedir (Öztürk ve ark., 2009).

Naturel sızma zeytinyağı sağlık üzerine olan olumlu etkilerinin yanı sıra diğer bitkisel yağlara kıyasla yüksek oksidatif stabilitesi ile de ön plana çıkmaktadır. Oksidatif stabilitenin yüksek olması, yüksek miktarda tekli doymamış yağ asidi içeriği ile karakterize edilen yağ asidi kompozisyonundan kaynaklanmakta; ek olarak yağda bulunan fenolik bileşikler de stabilizeye katkı sağlamaktadır. Zeytinyağının stabilitesi ayrıca çeşit, lokasyon, hasat, işleme ve depolama gibi faktörlere bağlı olarak da değişim göstermektedir. Zeytinyağına uygulanan ısıtma veya kızartma gibi çeşitli ısı işlemler sonucu oksidatif stabilitesinde ve kimyasal kompozisyonunda değişim meydana geldiği literatürde çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (Brenes ve ark., 2002; Allouche ve ark., 2007). Isıtma işlemi sırasında zeytinyağında serbest asitliğinin arttığı (Naz ve ark., 2005); antioksidan aktivitenin (Pellegrini ve ark., 2001), indüksiyon periyodunun (Brenes ve ark., 2002) ve fenolik madde miktarının azaldığı (Pellegrini ve ark., 2001; García ve ark., 2001) yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Serim (1990) ise zeytinyağında ısıtma süresinin artmasıyla birlikte konjuge dien ve trien miktarlarının arttığını bildirmiştir.

Javidipour ve ark. (2017), ülkemiz piyasasında bulunan naturel sızma zeytinyağlarında mikrodalga ısıtma ile tokoferollerin yaklaşık %41 düzeyinde kayba uğradığını, konjuge dien ve trien miktarlarının ısıtma süresinin artmasıyla birlikte arttığını, ayrıca peroksit sayısının önce artış sonra sekonder oksidasyon ürünlerinin oluşumundan dolayı azaldığını bildirmişlerdir. Çeşitli zeytinyağlarının oksidatif stabilitelelerinin incelendiği Dıraman ve Yüksel (2010) tarafından yapılan çalışmada,

ülkemizin Doğu Akdeniz (Hatay, Gaziantep ve Kilis) ve Ege Bölgesi (Aydın, İzmir, Manisa ve Balıkesir) zeytinyağlarının oksidatif stabiliteleleri ransimat metoduyla analiz edilmiş ve oksidatif stabilite değerlerinin 8,77 saat (Hatay –Karışık yerel çeşitler) ile 26,35 saat (Urla – Erkence) arasında değiştiği bildirilmiştir. Dıraman (2007) ise Güney Ege naturel zeytinyağlarının termal oksidatif stabilitelelerinin İzmir Yarımadası, Manisa – Akhisar, Güney Ege ve Gaziantep yöresi naturel zeytinyağlarına göre daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışma kapsamında ülkemizde Ege Bölgesi'nde tarımı yapılan ve yağlıktan ziyade sofralık teknolojisinde kıırma olarak değerlendirilen Çekişte çeşidi zeytinden elde edilen zeytinyağında ısıtma işlemi sırasında meydana gelen bazı değişimlerin (oksidatif stabilite, toplam fenol miktarı, antioksidan aktivite, yağ asidi kompozisyonu, 232 ve 270 nm'de özgül soğurma değerleri, serbest yağ asidi miktarı) tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çekişte zeytininden elde edilen yağların kimyasal özelliklerine ilişkin sınırlı sayıda araştırma mevcuttur. Mevcut araştırma ile bu çeşitten elde edilen yağa ilişkin verilerin yer aldığı çalışma sayısının artırılarak, literatüre katkı sağlanması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan zeytinyağı örnekleri Çekişte çeşidine ait zeytinlerden elde edilmiştir. Örnekler 2017 yılı Kasım ayında Aydın'ın Nazilli ilçesinde hasat edilmiş ve Avni Öztürk Zeytinyağı Fabrikası'nda yağa işlenmiştir. Üretim sırasında, zeytinler yıkanmış, çekiçli kırıcıda kırılmış ve sonrasında 40 dakika boyunca malaksörde yoğurulmuştur. Elde edilen zeytin hamuru 3 fazlı dekantörde (2950 devir/dakika) yağ, pirina ve su fazlarına ayrıldıktan sonra, yağ fazı içinde kalan suyun uzaklaştırılması için separatörde (6000 devir/dakika) santrifüjleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Yağ örnekleri son olarak filtrelenmiş ve deneysel çalışmalara kadar geçen süre boyunca azot gazı altında, koyu renkli şişelerde + 4°C'de depolanmıştır.

Isıtma İşlemleri

Zeytinyağı örnekleri en fazla 50 saat olacak şekilde Ransimat cihazında (Metrohm Co., Basel, İsviçre) ısıtılmıştır. Isıtma işlemi için kullanılan örnek miktarı 30 g, ısıtma sırasında uygulanan sıcaklık 100°C ve hava akışı ise 20 L/saattir. Örnekler 10, 20, 30, 40 ve 50 saat boyunca ısıtılmış ve ısıtma süreleri arasındaki fark belirlenmiştir. Isıtma işlemleri iki tekerrürlü olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Kimyasal Analizler

Serbest yağ asitliği, Peroksit değeri, Dien ve Trien (K_{232} ve K_{270})

Yağ örneklerinin serbest yağ asitliği, peroksit değeri, dien ve trien (K_{232} ve K_{270}) değerleri sırasıyla AOCS Ca 5a-40, Cd 8-53, Ch 5-91 (AOCS, 2003) metotları kullanılarak belirlenmiştir.

Toplam fenol miktarının belirlenmesi: Zeytinyağında bulunan fenolik bileşikler Murkovic ve ark. (2004) tarafından belirtilen metotta bazı değişiklikler yapılarak

ekstrakte edilmiştir. 2,5 g yağ örneği, 2,5 g metanol ile karıştırılarak iyice çalkalanmış, santrifüj edilerek metanollü üst faz fenolik madde tayininde kullanılmıştır. Toplam fenol miktarı Gutfinger (1981)'e göre spektrofotometrik (Shimadzu IU-1800) olarak ölçülmüş, sonuçlar gallik asit eşdeğeri olarak verilmiştir.

Antioksidan aktivitenin belirlenmesi: Zeytinyağlarının antioksidan aktiviteleri DPPH (2,2, difenil 1-pikrihidrazil) kullanılarak Atoui ve ark. (2005) tarafından bildirilen metoda göre spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. DPPH radikalının inhibisyon aktiviteleri aşağıda verilen formüle göre ölçülmüştür.

$$AA (\%) = (Abs_{kontrol} - Abs_{örnek}) \times 100 / Abs_{kontrol}$$

Oksidatif stabilitenin belirlenmesi: Örneklerin oksidatif stabilitesi Ransimat cihazı (Metrohm Co., Basel, Switzerland) ile AOCS Cd 12 b-92'e göre belirlenmiştir. İşlem sırasında uygulanan sıcaklık 120°C, hava akışı 20 L/saat olup; stabilite indüksiyon periyodu (saat) olarak ifade edilmiştir.

Klorofil ve karotenoid miktarı: Klorofil ve karotenoid miktarı tayini Ceballos ve ark. (2003) tarafından bildirilen yöntem kullanılarak spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Klorofil ve karotenoid miktarları aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\begin{aligned} \text{Klorofil (mg/kg)} &= (A_{670} \times 10^6) / (613 \times 100 \times d) \\ \text{Karotenoid (mg/kg)} &= (A_{470} \times 10^6) / (2000 \times 100 \times d) \end{aligned}$$

A: absorbans, d: kuvvet kalınlığı

Yağ asidi bileşimi: Yağ asidi metil esterleri IUPAC (1987)'e göre hazırlanmıştır. Gaz kromatografi cihazında (GC 2010, Shimadzu, Kyoto, Japonya) DB-23 kapiler kolon (60 m, 0,25 mm iç çap ve 0,25 µm film kalınlığı) kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Kolon, enjeksiyon bloğu ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 195, 230 ve 240°C olarak ayarlanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak 1 ml/dk akış hızında, 80:1 split oranında azot gazı kullanılmıştır. Sonuçlar yüzde metil esterleri cinsinden verilmiştir.

İstatistiki Değerlendirme

Sonuçlar SPSS 15.0 paket programı kullanılarak istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki fark ANOVA (varyans analizi tekniği) ile belirlenmiştir. Farklılığın önem derecesi ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile değerlendirilmiştir (P<0,05).

Bulgular ve Tartışma

Zeytinyağı örneklerinin ısıtma süresince temel kalite parametrelerinde meydana gelen değişim Tablo 1'de verildiği gibidir. Isıtma işlemine tabi tutulmamış zeytinyağı örneğinin serbest yağ asidi içeriği %0,39 olarak belirlenmiştir. Bu değer Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nin natürel sızma zeytinyağı için belirlenen limiti ($\leq 0,8$) aşmamaktadır. Yağ örneklerinin serbest asit içeriği ısıtma süresince artış göstermiş ve 50 saatlik ısıtma sonunda %0,82 değerine ulaşmıştır. Velasco ve ark. (2002) zeytinyağının oksidatif stabilitesini inceledikleri çalışmada ransimat cihazı ile ölçülen stabilite azaldıkça serbest yağ asidi seviyesinin arttığını bulmuşlardır. Sonuçlar Naz ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışma ile uyumludur.

Peroksit değeri yağlarda oksidasyon sonucunda oluşan hidroperoksitlerin miktarının bir ölçüsü olup, ısıtılmamış yağ örneğinde 12,44 meq O₂/kg yağ düzeyinde iken, 30 saatlik ısıtma sonucunda Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde (TGK, 2017) natürel sızma zeytinyağı için belirlenen maksimum değeri (≤ 20) aşmıştır. 50 saatlik ısıtma sonunda ise zeytinyağı örneğinde 28,84 meq O₂/kg yağ düzeyinde peroksit değeri tespit edilmiştir. Dıraman (2007) tarafından yapılan çalışmada farklı sistemlerle ve değişik hasat yıllarında üretilmiş ticari Türk natürel zeytinyağlarının oksidatif stabilite analizi yapılmış ve Güney Ege natürel zeytinyağlarında 75°C'de 7 gün süreyle bekletilmenin ardından peroksit sayısının 1,69-29,15 meq O₂/kg aralığında değiştiği saptanmıştır. Gharby ve ark. (2016) rafine ve natürel sızma zeytinyağında ısıl işlem sonucunda kimyasal parametrelerdeki değişimi ve oksidatif direnci incelemiş, ısıtma işlemi ile birlikte peroksit oluşumunun arttığını gözlemlemişlerdir.

Isıtma işlemi ile birlikte zeytinyağı örneklerinin dien (K₂₃₂) değerleri Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde (TGK, 2017) belirtilen değeri (<2,50) aşmamıştır. Ancak bu değer 30 saatlik ısıtma işleminin sonunda aşılmış (2,96) ve 50. saatin sonunda en yüksek değerine (3,75) ulaşmıştır. Örneklerin K₂₇₀ değerleri de ısıtma işlemi boyunca artış göstermiş, ancak işlem süresince Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde (TGK, 2017) belirtilen sınır (<0,22) aşılmamıştır. Allouche ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada da natürel sızma zeytinyağının dien ve trien (K₂₃₂ ve K₂₇₀) değerleri ısıtma işlemi ile birlikte artış göstermiştir.

Tablo 1 Isıtma süresince zeytinyağı örneklerinin temel kalite kriterlerinde meydana gelen değişim

Table 1 The changes in main quality characteristics of olive oil samples during heating

Isıtma süresi (saat)	Serbest asitlik değeri (% oleik asit)	Peroksit değeri (meq O ₂ /kg yağ)	K ₂₃₂	K ₂₇₀
0	0,39 ^a	12,44 ^a	0,62 ^a	0,09 ^a
10	0,44 ^a	13,78 ^a	1,62 ^b	0,09 ^a
20	0,51 ^{ab}	18,27 ^b	1,57 ^b	0,10 ^a
30	0,53 ^{ab}	20,85 ^c	2,96 ^c	0,07 ^a
40	0,68 ^{bc}	25,88 ^d	3,47 ^{cd}	0,07 ^a
50	0,82 ^c	28,84 ^e	3,75 ^d	0,14 ^a

"a-d", işlem süresince örnekler arasında meydana gelen farkı simgelemektedir (P<0,05)

Tablo 2 Isıtma süresince zeytinyağı örneklerinin indüksiyon periyodu, toplam fenol içeriği, antioksidan aktivite ile klorofil ve karotenoid içeriklerinde meydana gelen değişim
 Table 2 The changes in induction period, total phenol content, antioxidant activity as well as chlorophyll and carotenoid contents of olive oils during heating

Isıtma süresi (saat)	İndüksiyon periyodu (saat)	Toplam fenol miktarı (mg/kg)	Antioksidan aktivite (%)	Klorofil miktarı (mg/kg)	Karotenoid miktarı (mg/kg)
0	9,62 ^a	261,75 ^a	14,15 ^a	14,71 ^a	7,01 ^a
10	8,19 ^b	208,52 ^{ab}	13,54 ^a	9,96 ^b	6,64 ^b
20	6,75 ^c	168,07 ^{ab}	9,83 ^b	8,23 ^c	6,25 ^c
30	5,81 ^d	160,91 ^c	6,29 ^c	7,77 ^d	5,91 ^d
40	4,34 ^e	147,30 ^c	4,75 ^c	6,76 ^e	5,36 ^e
50	3,39 ^f	136,47 ^c	3,65 ^c	6,65 ^e	4,78 ^f

“a-f”, işlem süresince örnekler arasında meydana gelen farkı simgelemektedir (P<0,05)

Tablo 3 Isıtma süresince zeytinyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen değişim
 Table 3 The changes in fatty acid composition of olive oils during heating

Isıtma süresi (saat)	Yağ asitleri (%)							
	C16:0	C16:1	C17:0	C17:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3
0	10,75 ^{ab}	1,70 ^a	0,09 ^a	0,21 ^a	1,67 ^a	76,44 ^a	8,72 ^a	0,42 ^a
10	10,50 ^a	1,55 ^a	0,08 ^a	0,23 ^a	1,78 ^a	77,27 ^b	8,09 ^a	0,50 ^b
20	10,58 ^a	1,71 ^a	0,10 ^a	0,26 ^a	1,76 ^a	76,81 ^{ab}	8,28 ^a	0,50 ^b
30	11,00 ^{ab}	1,70 ^a	0,09 ^a	0,24 ^a	1,77 ^a	76,49 ^a	8,22 ^a	0,48 ^b
40	11,31 ^b	1,61 ^a	0,10 ^a	0,24 ^a	1,79 ^a	76,49 ^a	7,97 ^a	0,50 ^b
50	10,73 ^{ab}	1,61 ^a	0,10 ^a	0,24 ^a	1,79 ^a	76,19 ^a	8,85 ^a	0,46 ^b

“a-b”, işlem süresince örnekler arasında meydana gelen farkı simgelemektedir (P<0,05)

Zeytinyağı örneklerinin ısıtma süresince indüksiyon periyodu, toplam fenolik madde miktarı, antioksidan aktivite ile klorofil ve karotenoid içeriklerinde meydana gelen değişimler Tablo 2’de verildiği gibidir. Zeytinyağı örneklerinin indüksiyon periyotları 3,39-9,62 saat arasında değişim göstermiştir. Çalışmada ısıtma süresinin artmasıyla birlikte örneklerin indüksiyon periyotlarında dolayısıyla oksidatif stabilitelelerinde azalma gözlenmiştir. İndüksiyon periyotlarında meydana gelen azalma, analiz edilen tüm örnekler için istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Zeytinyağının ısıtılması ile birlikte indüksiyon süresinde azalma meydana geldiği literatürde farklı çalışmalarda (Brenes ve ark., 2002; Allouche ve ark., 2007) da bildirilmiştir. Ek olarak Dıraman (2010), ülkemiz Doğu Akdeniz (Hatay, Gaziantep ve Kilis) ve Ege Bölgesi (Aydın, İzmir, Manisa ve Balıkesir)’den sağlanan naturel zeytinyağlarının ransimat metoduyla ölçülen oksidatif stabilitelelerinin 8,77 (Hatay –Karışık yerel çeşitler) ile 26,35 (Urla – Erkence) saat aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Dıraman ve Dibeklioğlu (2014) ise farklı türlere ait zeytinlerden elde edilmiş zeytinyağlarının oksidatif stabilitelelerinin önemli düzeyde farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir.

Zeytinyağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarları 136,47-261,75 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Isıtılmamış zeytinyağlarının fenolik madde içerikleri, ülkemizde bulunan Sarı Ulak Tarsus, Ayvalık ve Sarı Ulak Ege çeşitlerine ait zeytinyağlarına göre (Keçeli ve Büyükaslan, 2008) genel olarak daha düşük olmasına rağmen, literatürde naturel sızma zeytinyağı için belirtilen aralıkta (50-1000 mg/kg) bulunmaktadır (Dimitrios, 2006). İspanyol naturel sızma zeytinyağlarında toplam fenolik madde miktarının gallik asit eşdeğeri cinsinden 330-500 mg/kg (Garcia ve ark., 2002) olduğu, İtalyan zeytinyağlarında ise 133,68-322,18 µg/g aralığında değiştiği (Baiano ve ark., 2009) rapor edilmiştir. Mevcut çalışmada toplam fenol miktarı ısıtma

süresinin artmasıyla birlikte istatistiki olarak önemli düzeyde azalmış ve bu durumun indüksiyon periyodu olarak ölçülen oksidatif stabilite ile korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (R²=0,90). Isıtma süresinin artmasıyla birlikte zeytinyağında toplam fenol miktarının azaldığı Garcia ve ark. (2001) ve Daskalaki ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir. Yağ örneklerinin antioksidan aktiviteleri %3,65-14,15 aralığında değişim göstermiştir. Gorinstein ve ark. (2003) tarafından yapılan çalışmada farklı İspanyol zeytinyağlarında antioksidan aktivitenin %9,8-29,4 aralığında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek antioksidan aktivite miktarı işlem görmemiş zeytinyağında tespit edilmiş olup, en düşük miktar 50 saatin sonunda elde edilmiştir. Uygulanan ısıtma işlemi birlikte antioksidan aktivitede azalma meydana geldiği yapılan farklı çalışmalarda da bildirilmiştir (Pellegrini ve ark., 2001; Gomez-Alonso ve ark., 2003). Zeytinyağlarının klorofil ve karotenoid miktarları sırasıyla 6,65-14,71 mg/kg ve 4,78-7,01 mg/kg arasında değişim göstermiştir. Ayadi ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada ısıtma işlemi uygulanan zeytinyağlarının klorofil ve karotenoid miktarlarında önemli düzeyde azalma meydana geldiği bildirilmiştir.

Isıtma süresince zeytinyağı örneklerinin yağ asidi bileşiminde meydana gelen değişim Tablo 3’te verildiği gibidir. Zeytinyağı örneklerinde oleik, linoleik, palmitik, palmitoleik, heptadekanik, heptadesenik, stearik, linolenik, araşidik ve gadoleik asitlerin varlığı tespit edilmiştir. Baskın yağ asidi olan oleik asidin miktarı ısıtma işlemi öncesinde %76,44 iken, 50 saatlik ısıtma işleminin sonunda %76,19 olarak bulunmuştur. Palmitoleik, heptadekanik, heptadesenik ve linoleik asitlerin miktarında ısıtma işlemi süresince istatistiki olarak önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir. Isıtma işlemi öncesinde miktarı %0,42 olan linolenik asidin miktarı ise işlem sonunda %0,46’ya yükselmiştir. Isıtma

işlemi süresince zeytinyağının yağ asidi kompozisyonunda meydana gelen değişimlerin genel olarak Morales ve Przybylski (2013) ve Gharby ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmalar ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

Sonuç

Çalışma kapsamında Çekişte çeşidine ait zeytinlerden elde edilen zeytinyağının ısıtma işlemi süresince oksidatif stabilite, yağ asidi kompozisyonu ve temel kalite parametrelerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Yetiştirildiği coğrafi bölge için ekonomik önem arz eden bu çeşide ait çalışmalar artırılmalı ve coğrafi işaret çalışmaları için yol gösterici veriler elde edilmelidir.

Teşekkür

Çalışma kapsamında zeytinyağı örneklerinin temin edildiği Avni Öztürk Zeytinyağı Fabrikası'na ve vermiş olduğu destek için Mücahit Kıvrak'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Allouche Y, Jiménez A, Gaforio JJ, Uceda M, Beltrán G. 2007. How heating affects extra virgin olive oil quality indexes and chemical composition. *J Agr Food Chem.*, 55: 9646-9654. DOI: 10.1021/jf070628u.
- AOCS. 2003. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, AOCS Press, Champaign, IL (USA).
- Atoui AK, Mansouri A, Boskou G., Kefalas P. 2005. Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chem.*, 89: 27-36. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.01.075.
- Ayadi MA, Grati-Kamoun N, Attia H. 2009. Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants. *Food Chem Toxicol.*, 47: 2613-2619. DOI: 10.1016/j.fct.2009.07.024.
- Baiano A, Gambacorta G, Terracone C, Previtali MA, Lamacchia C, La Notte E. 2009. Changes in Phenolic Content and Antioxidant Activity of Italian Extra-Virgin Olive Oils during Storage. *J Food Sci.*, 74: 177-183. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2009.01072.x.
- Brenes M, García A, Dobarganes MC, Velasco J, Romero C. 2002. Influence of thermal treatments simulating cooking processes on the polyphenol content in virgin olive oil. *J Agr Food Chem.*, 50: 5962-5967. DOI: 10.1021/jf020506w.
- Ceballos C, Moyano MJ, Vicario IM, Alba J, Heredia FJ. 2003. Chromatic evolution of virgin olive oils submitted to an accelerated oxidation test. *J Am Oil Chem Soc.*, 80: 257-262. DOI: 10.1007/s11746-003-0686-0.
- Daskalaki D, Kefi G, Kotsiou K, Tasioula-Margari M. 2009. Evaluation of phenolic compounds degradation in virgin olive oil during storage and heating. *J Food Nutr.*, 48: 31-41.
- Dimitrios B. 2006. Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends Food Sci Tech.*, 17: 505-512. DOI: 10.1016/j.tifs.2006.04.004.
- Diraman H, Saygı H, Hışıl Y. 2009. İzmir ilinde iki hasat yılı süresince üretilmiş naturel zeytinyağlarının yağ asitleri bileşenleri. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4: 1-8.
- Diraman H. 2007. Türkiye'nin Farklı Bölgelerinde Çeşitli Sistemlerle Üretilmiş Natürel Zeytinyağlarında Oksidatif Stabilite ve Serbest Asitlik Düzeyi Üzerine Çalışmalar. *Gıda*, 32: 63-74.
- Diraman H, Yüksel F. 2010. Doğu Akdeniz ve Ege Bölgeleri Natürel Zeytinyağlarında Oksidatif Stabilite ve Yağ Asidi Bileşenleri. *Zeytin Bilimi*, 1: 7-13.

- García A, Brenes M, Romero C, García P, Garrido A. 2002. Study of phenolic compounds in virgin olive oils of the Picual variety. *Eur Food Res Technol.*, 215: 407-412. DOI: 10.1007/s00217-002-0604-0.
- García JM, Yousfi K, Mateos R, Olmo M, Cert A. 2001. Reduction of oil bitterness by heating of olive (*Olea europaea*) fruits. *J Agr Food Chem.*, 49: 4231-4235. DOI: 10.1021/jf001302n.
- Gharby S, Harhar H, Matthäus B, Bouzoubaa Z, Charrouf Z. 2016. The chemical parameters and oxidative resistance to heat treatment of refined and extra virgin Moroccan Picholine olive oil. *Journal of Taibah University for Science*, 10: 100-106. DOI: 10.1016/j.jtusci.2015.05.004.
- Gómez-Alonso S, Fregapane G, Salvador MD, Gordon MH. 2003. Changes in phenolic composition and antioxidant activity of virgin olive oil during frying. *J Agr Food Chem.*, 51: 667-672. DOI: 10.1021/jf025932w.
- Gorinstein S, Martin-Belloso O, Katrich E, Lojek A, Číž M, Gligelmo-Miguel N, Haruenkit R, Park YS, Jung ST, Trakhtenberg S. 2003. Comparison of the contents of the main biochemical compounds and the antioxidant activity of some Spanish olive oils as determined by four different radical scavenging tests. *J Nutr Biochem.*, 14: 154-159. DOI: 10.1016/S0955-2863(02)00278-4.
- Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. *J Am Oil Chem Soc.*, 58: 966-968. DOI: 10.1007/BF02659771.
- IUPAC. 1987. International Union of Pure and Applied Chemistry. 1987. Standard methods for analysis of oils, fats and derivatives IUPAC Method 2.301. 7th edition. Palo Alto, CA: Blackwell Scientific Publications.
- Javidipour I, Erinc H, Baştürk A, Tekin A. 2017. Oxidative changes in hazelnut, olive, soybean, and sunflower oils during microwave heating. *Int J Food Prop* 20: 1582-1592. DOI: 10.1080/10942912.2016.1214963.
- Keçeli T, Büyükaslan Y. 2008. Hatay'da Yetiştirilen Bazı Zeytinlerin Antioksidan Etkilerinin Belirlenmesi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, 21-23 Mayıs 2008.
- Kolsarıcı Ö, Kaya MD, Göksoy AT, Arıoğlu H, Kulan EG, Day S. 2015. Yağlı tohum üretiminde yeni arayışlar. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII Teknik Kongresi*, 2015.
- Murkovic M, Lechner S, Pietzka A, Bratacos M, Katzogiannos E. 2004. Analysis of minor components in olive oil. *J Biochem Bioph Meth.*, 61: 155-160. DOI: 10.1016/j.jbbm.2004.04.002.
- Naz S, Siddiqi R, Sheikh H, Sayeed SA. 2005. Deterioration of olive, corn and soybean oils due to air, light, heat and deep-frying. *Food Res Int.*, 38: 127-134. DOI: 10.1016/j.foodres.2004.08.002.
- Öztürk F, Yalçın M, Diraman H. 2009. Türkiye zeytinyağı ekonomisine genel bir bakış. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4: 35-51.
- Pellegrini N, Visioli F, Buratti S, Brighenti F. 2001. Direct analysis of total antioxidant activity of olive oil and studies on the influence of heating. *J Agr Food Chem.*, 49: 2532-2538. DOI: 10.1021/jf001418j.
- Salas JJ, Williams M, Harwood JL, Sánchez J. 1999. Lipoxygenase activity in olive (*Olea europaea*) fruit. *J Am Oil Chem Soc.*, 76: 1163-1168. DOI: 10.1007/s11746-999-0090-7.
- Serim F. 1990. Bitkisel Yağların Farklı Sıcaklık ve Sürelerdeki Oksidasyon Düzeyinin Kimyasal Yöntemlerle İzlenmesi. *Gıda*, 15: 397-404.
- Serim F. 2014. Bitkisel Yağların Farklı Sıcaklık ve Sürelerdeki Oksidasyon Düzeyinin Spektrofotometrik Yöntemlerle Belirlenmesi. *Gıda*, 16: 123-129.
- TGK. 2017. Türk Gıda Kodeksi. Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği 2017/26. Resmi Gazete. Sayı: 30183.
- Velasco J, Dobarganes C. 2002. Oxidative stability of virgin olive oil. *Eur J Lipid Sci Tech.*, 104: 661-676. DOI: 10.1002/1438-9312(200210)104:9/10<661::AID-EJLT661>3.0.CO;2-D.