

MEMECİK ZEYTİNYAĞLARININ BİYOKİMYASAL KARAKTERİZASYONU*

Huri İlyasoğlu**^{a,b}, Beraat Özçelik^b

^a Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gümüşhane

^b İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İstanbul

Geliş tarihi /Received : 10.05.2010

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form : 08.10.2010

Kabul tarihi / Accepted : 12.10.2010

Özet

Zeytinyağı kalitesi botanik ve coğrafi orijin ile ilişkili olduğundan zeytinyağının çeşit ve bölgesel karakterizasyonu önem kazanmıştır. Bu çalışmada, ülkemizin ekonomik açıdan en önemli zeytinyağlarından birisi olan Memecik zeytinyağlarının kalite parametreleri, yağ asitleri, triaçilgliserol ve sterol kompozisyonu, a-tokoferol ve toplam fenolik madde içerikleri, fenolik madde ve aroma profili belirlenmiştir. Analiz edilen zeytinyağı örneklerinin kalite parametreleri, yağ asitleri ve sterol kompozisyonunun (kampesterol hariç), Türk Gıda Kodeksi ile uyumlu olduğu saptanmıştır. Memecik zeytinyağlarında tespit edilen başlıca yağ asitleri oleik asit (% 73.37-75.64), palmitik asit (% 11.45-13.84) ve linoleik asittir (% 7.33-8.91). Triolein (% 63.50-68.32), palmitodiolein (% 18.25-25.82) ve dioleolinolein (% 6.01-9.18) zeytinyağı örneklerinde tespit edilen başlıca triaçilgliserollerdir. Sterol kompozisyonu oluşturan başlıca steroller, β-sitosterol (% 80.76-83.00), D5-avenasterol (% 11.02-12.78) ve kampesteroldür (% 4.01-4.97). Memecik çeşidi zeytinyağlarının fenolik madde profilinde, hidroksitirozol, tirozol, ferulik asit, p-kumarik asit, apigenin ve luteolin ve aroma profilinde heksanal, heksanol, E-2-hekzenal, E-2-hekzenol ve Z-3-hekzenol tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Memecik, karakterizasyon, yağ asitleri, triaçilgliserol, sterol, fenolik profil, aroma profili

BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF MEMECİK OLIVE OILS

Abstract

Cultivar and geographical characterization of olive oil have been gained importance since it is related to botanic and geographic origin. Memecik oil is one of the economically important olive oil in our country. In this study, quality parameters, fatty acid, triacylglycerol and sterol composition, α-tocopherol and total phenol content, phenolic profile and aroma profile of Memecik oils were determined. Quality parameters, fatty acid and sterol composition (except campesterol) of Memecik oils agreed with the Turkish Food Codex. Oleic acid (% 73.37-75.64), palmitic acid (% 11.45-13.84) and linoleic acid (% 7.33-8.91) were the major fatty acids found in Memecik oils. Triolein (% 63.50-68.32), palmitodiolein (% 18.25-25.82) and dioleolinolein (% 6.01-9.18) were the major triacylglycerols detected in the studied samples. The sterol composition of Memecik oils consisted of mainly β-sitosterol (% 80.76-83.00), D5-avenasterol (% 11.02-12.78) and campesterol (% 4.01-4.97). Hydroxytyrosol, tyrosol, ferulic acid, p-coumaric acid, apigenin, and luteolin in phenolic profile and hexanal, hexanol, E-2-hexenal, E-2-hexenol, Z-3-hexenol in aroma profile were detected in Memecik oils.

Keywords: Memecik, characterization, fatty acid, triacylglycerol, sterol, phenolic profile, aroma profile.

* "Ayvalık ve Memecik Zeytinyağlarının Coğrafi İşaretleme Amacıyla Karakterizasyonu" konulu doktora tezinden türetilmiştir/ It has been derived from PhD thesis, "Characterization of Ayvalık and Memecik Olive Oils for Geographical Indication"

** Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author

✉ huriilyasoglu@yahoo.com ☎ (+90) 456 233 7425/ 248 📠 (+90) 456 233 7604

GİRİŞ

Zeytinyağı, zeytin meyvelerinden fiziksel yöntemlerle elde edilen bitkisel yağdır. Zeytinyağı ticari olarak en değerli bitkisel yağdır ve bitkisel yağ ticaretinin % 30'unu oluşturmaktadır (1). Akdeniz diyetinin temel bileşeni olan zeytinyağının terapötik özellikleri ve nutrasetik olarak kullanımı eski zamanlardan beri bilinmektedir. Zeytinyağının çeşitli kanser tiplerine ve kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu etkileri olduğu belirlenmiştir. Zeytinyağının kalp rahatsızlıklarına karşı koruyucu etkisi tekli doymamış yağ asidi içeriğinin yüksek olması ile açıklanmaktadır. Antioksidan özellik gösteren minor komponentlerin sağlık üzerine olan etkileri araştırılmaktadır. Zeytinyağının içerdiği fenolik bileşenlerin antikanserijen özellik gösterdiği belirlenmiştir (2).

Zeytinyağı kalitesi; zeytin çeşidi, zeytinin yetiştiği coğrafi bölgenin iklim ve toprak özellikleri, zeytin meyvesinin hasat esnasındaki olgunluk derecesi, tarımsal uygulamalar ve zeytinyağı üretim prosesi gibi birçok faktörden etkilenmektedir (3). Zeytinyağının tipik kalitesi, zeytin çeşidi ve zeytinin yetiştiği coğrafi bölgenin özellikleri ile ilişkili olduğundan zeytinyağının çeşit ve bölgesel karakterizasyonu önem kazanmıştır.

Ülkemiz yıllık ortalama 120 bin ton zeytinyağı üretim miktarı ile dünya üretiminde 5. sırada yer almakta ve zeytinyağı üretiminin yaklaşık % 5'ini karşılamaktadır (4). Toplam üretimin yaklaşık % 70'ini karşılayan Ege bölgesi, zeytinyağı üretiminde 1. sırada yer almaktadır. Ege bölgesinin ağaç varlığının % 50'den fazlasını oluşturan Memecik çeşidi, yağlık olarak değerlendirilen en önemli zeytin çeşididir ve yaygın olarak Muğla, İzmir ve Aydın illerinde yetiştirilmektedir. Ülkemizde ekonomik açıdan önemli ve yağlık olarak değerlendirilen zeytin çeşitleri, toplam ağaç sayısına göre sıralandığında Memecik çeşidi (% 45) birinci sırada yer almaktadır. Ayvalık (% 20), Gemlik (% 11), Kilis Yağlık (% 2.8) ve Nizip Yağlık (% 2), ekonomik açıdan önem arzeden diğer yağlık zeytin çeşitleridir (5).

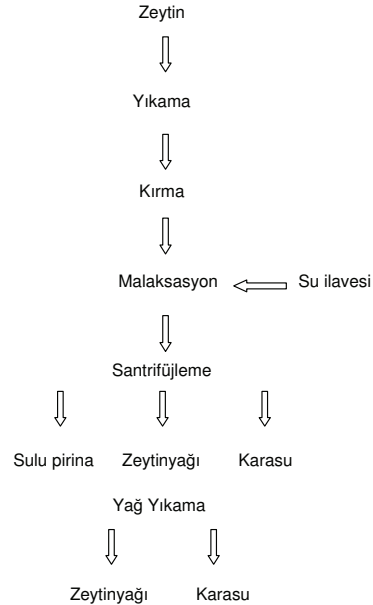
Ülkemize özgü zeytinyağlarının karakterizasyonu üzerine yapılmış çalışmalar (6-12) bulunmakla beraber Memecik zeytinyağları ile ilgili yapılan çalışma sayısı yetersizdir. Bu çalışmada, hem kalite hem de ekonomik bakımdan en önemli zeytinyağlarından birisi olan Memecik zeytinyağlarının biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İki hasat sezonundan alınan örneklerin triaçilgliserol, yağ asitleri ve sterol kompozisyonu,

α -tokoferol, fenolik ve aroma bileşenleri analiz edilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Orijini Muğla (Milas) ili olan Memecik çeşidi zeytinlerin yetiştiriciliği yaygın olarak Ege bölgesinde yapılmaktadır. Sinonimi Taş arası, Aşiyeli, Tekir, Gülümbe, Şehir ve Yağlık olarak bilinmektedir. Ortalama yağ miktarı % 24.5 olup genellikle yağlık olarak değerlendirilmektedir. Yüksek düzeyde peryodiste göstermektedir (13).

Memecik çeşidi zeytinyağı örnekleri (n:9), 2006/2007 ve 2007/2008 hasat sezonlarında İzmir ve Aydın illerinden temin edilmiştir. Ekim ayı sonunda hasat edilen zeytinlerden (orta hasat), üç fazlı kontinü sistem kullanılarak (Tariş Tesisleri, İzmir-Aydın) zeytinyağı elde edilmiştir. Üç fazlı kontinü sistem ile zeytinyağı üretimi akış şeması Şekil 1'de verilmiştir. Yağ örnekleri analiz edilene kadar 4 °C'de renkli şişelerde depolanmıştır. Beş örnek Aydın ilinden (M1, M2, M5, M6, M8) ve 4 örnek İzmir ilinden (M3, M4, M7, M9) temin edilmiştir.



Şekil 1: Üç fazlı kontinü sistem ile zeytinyağı üretimi akış şeması

Kalite parametreleri

Serbest yağ asitleri titrimetrik olarak AOCS Ca 5a-40 resmi metotuna göre gerçekleştirilmiştir. Yağ örneklerinin UV ışığında soğurma ölçümü (232 ve 270 nm), Avrupa Birliğinin EC/1989/2003

nolu Zeytinyağı ve Prina Yağı ile ilgili Tüzüğü'nde yer alan resmi metota göre spektrofotometrik yöntemle gerçekleştirilmiştir (14).

Yağ asitleri kompozisyonu

Yağ asitleri kompozisyonu analizi için örnek hazırlığında, AOCS Ce 1f-96 resmi metodu kullanılmıştır (15). Sodyum hidroksit (0.5 N) ile sabunlaşma ve BF3-metanol kompleksi ile esterifikasyon gerçekleştirilmiştir. Metil esterleri GC cihazına (Agilent 6890 N, CP-Sil 88 kapiler kolon-0.25 mmx0.5 µmx50 m) enjekte edilmiştir. Taşıyıcı gaz helyum (0.7 ml/dak) ve enjeksiyon hacmi 1ml'dir. Kolon sıcaklığı 190°C (izotermal) ve detektör sıcaklığı 220 °C'dir. Yağ asitleri standart karışımı (Supelco 47885-U) kullanılarak tanımlama yapılmıştır. Analiz edilen örneklerin kromatogramlarındaki pikler, standarttaki yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak teşhis edilmiştir. Sonuçlar, Agilent bilgisayar programı ile % kalitatif değer olarak elde edilmiştir.

Triaçilgliserol (TAG) kompozisyonu

Yağ örnekleri (0.1 g), 1 ml diklorometan:asetonitril (70:30) ile çözüldükten sonra HPLC-ELSD sistemine (Thermo Finnigan, Alltima HPLC 18 HL kolon-150 mmx3mm, 3µm) enjekte edilmiştir. İzokratik koşullarda (diklorometan:asetonitril, 70:30) çalışılmıştır. ELSD detektör sıcaklığı 64 °C olarak ayarlanmıştır. Akış hızı 0.72 ml/dak ve enjeksiyon hacmi 10 ml'dir. TAG bileşenlerinin belirlenmesinde TAG standard karışımı kullanılmıştır.

Tokoferol

Tokoferol analizinde AOCS Ce 8-89 resmi metodu kullanılmıştır (15). Örnek çözeltileri, HPLC sistemine (Agilent 1100, Purosphere Star Silica kolon-250 mmx4.6 mm, 5 mm) enjekte edilmiştir. İzokratik koşullarda (hekzan:izopropanol, 99.5:0.5, v/v) çalışılmıştır. Akış hızı 1.5 ml/dak ve enjeksiyon hacmi 20 ml'dir. Diode array detektör ile 292 nm'de ölçüm yapılmıştır. Kalibrasyon grafiği α-tokoferol (1-5 µg) kullanılarak hazırlanmış ve kalibrasyon grafiğinden α-tokoferol miktarı mg/kg olarak hesaplanmıştır.

Toplam fenolik madde

Toplam fenolik madde analizi, Folin Ciocalteau ayırıcı ile spektrofotometrik metoda göre gerçek-

leştirilmiştir (16). Örnek hazırlığı için katı faz ekstraksiyon metodu kullanılmıştır (17). 2.5 gram yağ örneği 6 ml hekzan ile çözüldükten sonra metanol (6 ml) ve hekzan (6 ml) ile koşullandırılmış katı faz kolonundan (GracePure SPE Diol 500mg/3ml) geçirilmiş ve kolon 2 kere hekzan (3 ml) ve 1 kere hekzan: etil asetat (9:1) ile yıkanmıştır. Metanol (10 ml) ile kolonda tutulan fenolik maddeler alındıktan sonra metanol döner buharlaştırıcıda (30 °C) uçurulmuştur. Metanol (1 ml) ile çözülmüş ekstrakt üzerine 60 ml su ve 5 ml Folin Ciocalteau ayırıcı ilave edilmiştir. Karanlıkta 5 dakika beklendikten sonra 15 ml % 20 sodyum karbonat ilave edilmiş ve çözelti 2 saat karanlıkta bekletilmiştir. 760 nm'de Varian Cary 50 Probe UV-VIS spektrofotometre ile absorbans ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı, kafeik asit (0-400 mg/ml) ile hazırlanan kalibrasyon grafiği kullanılarak kafeik asit cinsinden mg/kg olarak hesaplanmıştır.

Fenolik bileşenler

Fenolik ekstraktlar katı faz ekstraksiyon metodu kullanılarak hazırlanmış (17) ve metanolde çözünen ekstraktlar HPLC cihazına (Agilent 1100, Phenomex-Luna C18 column-4.6 mmx250 mm, 5 µm) verilmiştir. Gradyent koşullarda (A : % 0.2 asetik asit, B : metanol, C: asetonitril) çalışılmıştır. Akış hızı 1 ml/dak ve enjeksiyon hacmi 20 ml'dir. Agilent g1946d kütle detektörü (nebulizing gaz : azot, 13 l/dak , 50 psi; 350 °C; 4.1 kV) ve diode array detektör yardımıyla fenolik bileşenler tespit edilmiştir.

UV ve Mass spektralleri verileri yardımıyla tanımlama yapılmıştır. Diode array detektör ile flavonlar için 320 nm ve diğer fenolik maddeler için 280 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Standart olarak hidroksitirozol (Cayman Chemical, Europe), tirozol (Fluka, Sigma-Aldrich, USA), p-kumarik asit (Acros, Belgium), ferulik asit (Aldrich, Sigma-Aldrich, USA), apigenin (Fluka, Sigma-Aldrich, USA), luteolin (Fluka, Sigma-Aldrich, USA) ve oleuropein (Extrasynthese, France) 10-50 mg/kg konsantrasyonlarında hazırlanmıştır. Kalibrasyon grafiğinden, fenolik bileşen miktarları mg/kg olarak hesaplanmıştır.

Sterol kompozisyonu

Sterol analizinde modifiye edilmiş DGF resmi metodu kullanılmıştır (18). Yağ örneklerine (1.5 g), kloroformda çözülmüş kolesterol standardı (% 0.1) ilave edildikten sonra kloroform uçurulmuş ve yağ örnekleri sabunlaştırılmıştır. Sabunlaşmayan kısım hekzan ile ekstrakte edilmiştir. Hek-

zan uçurulduktan sonra 0.25 ml piridin ve 0.3 ml BSTFA ilave edilerek 80 °C'de 30 dakika bekletilerek türevlendirme gerçekleştirilmiştir. Türevlendirilmiş sterol ekstraktları, GC cihazına (HP 6890 N, Alltech EC5 (30 mx 0.25mmx 0.25 µm) kapiler kolon) enjekte edilmiştir. Taşıyıcı gaz helyum (0.5 ml/dak) ve enjeksiyon hacmi 0.5 ml'dir. Detektör (FID) sıcaklığı 360 °C'dir. Fırın programı : 285 °C-35 dakika, 285-310 °C-10 °C/dak ısıtma hızı ile, 310 °C-10 dakikadır. Sterol bileşenlerine ilişkin sonuçlar % kalitatif değer ve toplam sterol miktarı ise mg/kg olarak verilmiştir.

Aroma bileşenleri

GC-MS-SPME (katı faz mikroekstraksiyon) tekniği kullanılmıştır (19). 5 gram örnek SPME örnek şişesine tartılmış ve örnek şişesi silikon septa ile kapatılmıştır. Şişeler ısıtıcıya yerleştirilmiş ve 40 °C'da 30 dakika inkübe edildikten sonra 60 dakika ekstraksiyon yapılmıştır. DVB/CAR/PDMS (Divinylbenzene/ carboxen/ polydimethylsiloxane) (50/30 µm) fiber ve kolon olarak HP5-MS (30mx1.25mmx0.25mm) kapiler kolon kullanılmıştır. Fırın programı : 40 °C-5 dakika, 40-140 °C-3°C/dak, 140-220 °C-10 °C/dak ve 220 °C-2 dakikadır. Taşıyıcı gaz helyumdur (1 ml/dakika). Quadrapole kütle detektörü (HP5 5973 MSD) ile kütle spektrumu (70 eV) belirlenmiştir. Tanımlama için GC-MS (HP 6890-HP 5973 MSD) cihazının kütüphanesinden (Wiley 6th ve NIST Mass Spectral Library, 1996) yararlanılmıştır. Aroma bileşenleri % kalitatif değer olarak hesaplanmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Analiz edilen Memecik zeytinyağı örneklerine ait serbest yağ asitleri, 232 ve 270 nm'deki UV ışığında soğurma değerleri (K232 ve K270) Çizelge 1'de verilmiştir. Analiz edilen zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitleri ve UV özgül absorbans değerlerinin, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Tebliği (20), Uluslararası Zeytinyağı Konseyi Standardı (21) ve Avrupa Birliği Zeytinyağı Regülasyonunda (14) naturel sızma zeytinyağı için düzenlenen değerler ile uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ancak M5 kodlu örneğin K232 değeri maksimum değerden biraz yüksektir. Kalite parametrelerinin meyve kalitesinden etkilendiği, hasatta, zeytinlerin taşınması ve yağ çıkartmadan önce zeytinlerin depolanması aşamalarında uygun olmayan koşulların meyve kalitesinde kayıplara neden olduğu rapor edilmiştir (22). K232 değerinin maksimum değerden yüksek olması, meyve kalitesinin düşük olması veya zeytinin zeytinyağına işlenmesi sırasında meydana gelen oksidatif reaksiyonlar ile açıklanabilir.

Palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik asit analiz edilen zeytinyağlarında bulunan başlıca yağ asitleridir. Memecik çeşidi zeytinyağlarının palmitik asit içeriği % 11.45-13.84; palmitoleik asit içeriği % 0.61-0.83; stearik asit içeriği % 2.33-2.84; oleik asit içeriği % 73.37-75.64; linoleik asit içeriği % 7.33-8.91 ve linolenik asit içeriği % 0.73-0.85 aralığında bulunmuştur (Çizelge 1). Analiz edilen zeytinyağlarının yağ asitleri kompozisyonu değerleri Türk Gıda Kodeksine (TGK) göre uygundur. Güney Ege bölgesinden 2005/2006 hasat sezonunda temin edilen Memecik zeytinyağlarının yağ asitlerinin belirlendiği bir çalışmada, palmitik asit içeriği % 12.11-15.15; stearik asit içeriği % 2.2-2.92; oleik asit içeriği % 71.11-74.38 ve linoleik asit içeriği % 8.44-8.85 aralığında bulunduğu bildirilmiştir (23). Gürdeniz ve diğ. (9) tarafından yapılan bir çalışmada ise 2006/2007 hasat sezonuna ait Memecik zeytinyağlarının palmitik asit içeriği % 12.71; stearik asit içeriği % 2.13; oleik asit içeriği % 72.88 ve linoleik asit içeriği % 10.81 olarak rapor edilmiştir. Erken hasat zeytinlerden (başlıca Memecik çeşidi) elde edilmiş Güney Ege Bölgesi zeytinyağlarının palmitik asit içeriği % 11.63-13.47, oleik asit içeriği % 73.18-76.36 ve linoleik asit içeriği % 7.45-9.19 olarak bulunmuştur (11). Bu çalışmada bulunan değerler ile literatürdeki yer alan değerler arasında biraz farklılık bulunduğu görülmektedir. Memecik çeşidi zeytinyağlarının oleik asit içeriğinin, İtalyan ve İspanyol zeytinyağlarına göre biraz düşük ve linoleik asit içeriğinin ise yüksek olduğu belirlenmiştir (24-26). Yağ asitleri kompozisyonu, zeytin çeşidi, çevresel faktörler (toprak, iklim vd) ve agronomik faktörlere göre değişim gösterebilmektedir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar ile literatürde yer alan çalışmaların sonuçları arasındaki farklılıklar, çevresel ve agronomik faktörlerin yağ asitleri üzerine olan etkisi ile açıklanabilir.

Zeytinyağının major komponenti triaçilgliserollerdir. Memecik zeytinyağlarında tespit edilen başlıca triaçilgliseroller; triolein (OOO), palmitodiolein (POO) ve dioleolinoleindir (LOO). Memecik çeşidi zeytinyağlarında OOO içeriği % 61.87-68.32; POO içeriği %18.25-25.82 ve LOO içeriği % 6.01-9.18 aralığında bulunmuştur (Çizelge 1). Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden temin edilen zeytinyağlarının TAG kompozisyonun belirlendiği çalışmada, Türk zeytinyağlarının OOO yüzdesinin % 25-47, POO yüzdesinin % 20-27.5 ve LOO yüzdesinin % 9-17 aralığında değiştiği rapor edilmiştir (27). Aynı çalışmada, yabancı zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının TAG kompozisyonu da belirlenmiş ve OOO yüzdesininin % 26.13-46.05, POO yüzdesininin % 17.88-25.14 ve LOO yüzdesininin % 8.88-16.72 aralığında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Aranda ve diğ. (26) tarafından yapılan

Memecik Zeytinyağlarının Biyokimyasal Karakterizasyonu

Çizelge 1. Memecik zeytinyağlarının kalite parametreleri, yağ asitleri, TAG ve sterol kompozisyonu, fenolik ve aroma profili

| Parametre | 2006/2007 hasat sezonu | | | | |
|------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 |
| Kalite parametreleri | | | | | |
| Asitlik (%) | 0.48±0.06 | 0.48±0.03 | 0.61±0.02 | 0.75±0.04 | 0.70±0.06 |
| K ₂₃₂ | 2.05±0.22 | 2.45±0.09 | 1.95±0.31 | 2.36±0.19 | 2.67±0.21 |
| K ₂₇₀ | 0.16±0.01 | 0.15±0.01 | 0.13±0.02 | 0.16±0.00 | 0.15±0.00 |
| YA kompozisyonu (%) | | | | | |
| Palmitik | 13.15±0.04 | 12.80±0.02 | 12.98±0.03 | 11.45±0.02 | 12.99±0.03 |
| Palmitoleik | 0.75±0.02 | 0.72±0.01 | 0.68±0.01 | 0.61±0.00 | 0.68±0.01 |
| Stearik | 2.42±0.03 | 2.33±0.03 | 2.47±0.01 | 2.61±0.02 | 2.54±0.02 |
| Oleik | 75.58±0.18 | 75.56±0.08 | 75.61±0.04 | 75.64±0.03 | 74.86±0.04 |
| Linoleik | 7.33±0.12 | 7.80±0.06 | 7.52±0.02 | 8.91±0.01 | 8.14±0.01 |
| Linolenik | 0.77±0.02 | 0.81±0.01 | 0.73±0.00 | 0.78±0.01 | 0.79±0.01 |
| TAG kompozisyonu (%) | | | | | |
| LOO | 6.01±0.07 | 6.83±0.27 | 6.57±0.55 | 9.18±0.16 | 7.32±0.25 |
| PLO | 1.33±0.07 | 1.39±0.03 | 1.22±0.06 | 1.43±0.00 | 1.43±0.03 |
| OOO | 63.50±3.26 | 66.20±0.55 | 63.98±3.52 | 68.32±0.07 | 66.35±0.12 |
| POO | 24.02±0.16 | 23.35±1.11 | 22.99±0.97 | 18.25±0.05 | 22.15±0.24 |
| POP | 0.89±0.06 | 0.97±0.27 | 0.80±0.03 | 0.59±0.02 | 1.06±0.06 |
| a-Tokoferol (mg/kg) | 268.25±10.57 | 313.49±8.58 | 198.74±7.53 | 216.32±11.21 | 203.99±7.00 |
| Toplam fenol (mg/kg) | 159.86±18.49 | 171.34±16.80 | 164.24±19.99 | 120.09±2.38 | 106.89±17.59 |
| Fenolik profil (mg/kg) | | | | | |
| Hidroksitirozol | 6.10±0.52 | 6.65±0.49 | 7.28±0.33 | 3.72±0.40 | 7.99±0.21 |
| Tirozol | 7.41±0.13 | 10.57±0.26 | 8.88±0.21 | 18.43±1.74 | 20.08±1.43 |
| Hidroksitirozol asetat | 2.41±0.08 | 1.97±0.04 | 1.91±0.05 | 0.51±0.10 | 0.55±0.08 |
| Ferulik asit | 0.38±0.01 | 0.37±0.01 | 0.28±0.01 | 0.51±0.03 | 0.26±0.01 |
| p-kumarik asit | 1.40±0.02 | 1.30±0.03 | 0.70±0.02 | 0.58±0.03 | 0.95±0.02 |
| Apigenin | 1.39±0.06 | 1.17±0.05 | 1.17±0.04 | 0.80±0.05 | 1.03±0.06 |
| Luteolin | 3.68±0.23 | 3.57±0.17 | 3.55±0.15 | 2.80±0.27 | 2.91±0.16 |
| Sterol komp. (%) | | | | | |
| Kampesterol | 4.01±0.01 | 5.01±0.09 | 4.03±0.05 | 4.16±0.07 | 4.02±0.08 |
| Stigmasterol | 0.96±0.04 | 0.82±0.00 | 1.14±0.03 | 0.83±0.06 | 0.90±0.05 |
| Klerosterol | 0.86±0.10 | TED | 0.91±0.02 | 0.31±0.54 | 0.63±0.55 |
| b-sitosterol | 82.87±0.11 | 82.06±0.27 | 81.14±0.17 | 82.54±0.59 | 81.92±0.97 |
| D5-avenasterol | 11.30±0.06 | 12.11±0.19 | 12.78±0.21 | 12.16±0.49 | 12.53±0.49 |
| Toplam b-sitosterol | 95.03±0.05 | 94.17±0.08 | 94.83±0.06 | 95.01±0.13 | 95.08±0.12 |
| Toplam sterol (mg/kg) | 1259.8±17.6 | 1404.8±2.1 | 1156.6±7.2 | 1424.5±17.9 | 1406.2±56.1 |
| Aroma bileşenleri (%) | | | | | |
| Hekzanal | 8.03±0.71 | 7.31±6.62 | 11.11±1.02 | 19.59±0.64 | 17.62±2.67 |
| Hekzanol | 7.01±1.24 | 6.68±0.66 | 7.51±0.55 | 6.35±1.29 | 7.78±0.33 |
| Hekzil asetat | 1.37±0.05 | 0.53±0.19 | 1.22±0.14 | TED | 1.49±0.00 |
| E-2-hekzenal | 27.35±8.98 | 29.03±8.81 | 29.93±7.25 | 6.31±2.12 | 15.94±3.63 |
| Z-3-hekzenol | 14.35±0.77 | 16.29±0.17 | 16.08±0.94 | 4.36±1.42 | 11.17±0.88 |
| E-2-hekzenol | 2.17±0.05 | 2.13±0.23 | 2.95±0.23 | 1.70±0.06 | 2.01±0.03 |
| Z-3-hekzenil asetat | 3.46±1.55 | 2.47±1.10 | 3.24±1.12 | 1.07±0.20 | 3.36±0.76 |
| a-Kopaen | 1.55±0.04 | 1.72±0.01 | 2.14±0.11 | 3.53±0.30 | 2.09±0.03 |

M1, M2, M5 : Aydın M3, M4 : İzmir

çalışmada, İspanyol zeytinyağlarının OOO yüzdelerinin ortalama değerinin % 35.5-51.7 aralığında değişim gösterdiği saptanmıştır. Memecik çeşidi zeytinyağlarının OOO yüzdelerinin literatürde yer alan değerlerden yüksek ve LOO yüzdelerinin ise literatürde yer alan değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

Analiz edilen zeytinyağı örnekleri α-tokoferol içerikleri açısından incelenmiştir. Memecik çeşidi naturel sızma zeytinyağlarında α-tokoferol miktarı, 2006/2007 hasat sezonunda 198.7-313.5 mg/kg ve 2007/2008 hasat sezonunda 272.1-326.8 mg/kg aralığında değişmektedir (Çizelge 1). Literatürde, Memecik çeşidi zeytinyağlarının α-tokoferol içeriği ile ilgili veriye rastlanmamıştır. İspanyol ve İtalyan zeytinyağlarına ait α-tokoferol değerleri (55-

350 mg/kg) ile Memecik çeşidi zeytinyağlarının α-tokoferol içerikleri karşılaştırıldığında, Memecik çeşidi zeytinyağlarının α-tokoferol içeriğinin yüksek düzeyde olduğu söylenebilir (25, 28, 29).

Memecik zeytinyağlarında, basit fenollerden hidroksitirozol ve tirozol, fenolik asitlerden p-kumarik ve ferulik asit, flavonoidlerden luteolin ve apigenin tespit edilmiştir. Memecik çeşidi zeytinyağlarının hidroksitirozol içeriği, 0.53-14.24 mg/kg, tirozol içeriği, 7.41-20.08 mg/kg ve hidroksitirozol asetat içeriği, 0.51-4.67 mg/kg aralığında bulunmuştur (Çizelge 1). Memecik çeşidi zeytinyağlarında p-kumarik asit içeriği 0.58-1.40 mg/kg ve ferulik asit içeriği 0.26-0.51 mg/kg aralığında değişmektedir. Luteolin içeriği 0.97-3.68 mg/kg ve apigenin içeriği 0.8-1.39 mg/kg olarak bulunmuştur. Ege

Çizelge 1. Memecik zeytinyağlarının kalite parametreleri, yağ asitleri, TAG ve sterol kompozisyonu, fenolik ve aroma profili (devamı)

| Parametre | 2007/2008 hasat sezonu | | | |
|-------------------------|------------------------|-------------|--------------|--------------|
| | M6 | M7 | M8 | M9 |
| Kalite parametreleri | | | | |
| Asitlik (%) | 0.42±0.04 | 0.45±0.01 | 0.82±0.03 | 0.50±0.00 |
| K ₂₃₂ | 1.85±0.08 | 1.89±0.01 | 2.35±0.16 | 2.21±0.14 |
| K ₂₇₀ | 0.17±0.01 | 0.10±0.01 | 0.19±0.01 | 0.14±0.00 |
| YA kompozisyonu (%) | | | | |
| Palmitik | 13.06±0.02 | 12.93±0.05 | 13.84±0.09 | 13.25±0.01 |
| Palmitoleik | 0.70±0.02 | 0.72±0.03 | 0.83±0.03 | 0.78±0.01 |
| Stearik | 2.84±0.07 | 2.42±0.05 | 2.65±0.05 | 2.51±0.02 |
| Oleik | 74.57±0.20 | 75.17±0.19 | 73.37±0.04 | 74.33±0.02 |
| Linoleik | 8.10±0.20 | 7.92±0.14 | 8.47±0.10 | 8.31±0.03 |
| Linolenik | 0.73±0.03 | 0.84±0.03 | 0.85±0.05 | 0.82±0.01 |
| TAG kompozisyonu (%) | | | | |
| LOO | 7.78±0.35 | 7.32±0.01 | 7.68±0.07 | 7.07±0.09 |
| PLO | 1.73±0.04 | 1.58±0.04 | 2.00±0.06 | 1.60±0.03 |
| OOO | 64.20±0.30 | 65.77±0.12 | 61.87±0.28 | 64.60±0.21 |
| POO | 23.83±0.73 | 23.09±0.13 | 25.82±0.08 | 23.17±0.11 |
| POP | 0.88±0.03 | 0.82±0.06 | 1.02±0.01 | 0.95±0.02 |
| a-Tokoferol (mg/kg) | 272.05±7.28 | 325.24±6.29 | 326.77±10.14 | 305.07±3.43 |
| Toplam fenol (mg/kg) | 205.23±6.95 | 166.50±7.66 | 226.31±5.61 | 152.47±14.79 |
| Fenolik profil (mg/kg) | | | | |
| Hidroksitirozol | 14.24±0.47 | 0.53±0.06 | 7.54±0.15 | 3.48±0.47 |
| Tirozol | 14.11±0.17 | 8.12±0.41 | 9.12±0.06 | 14.10±0.48 |
| Hidroksitirozol asetat | 3.95±0.03 | 1.40±0.01 | 4.67±0.13 | 1.66±0.22 |
| Ferulik asit | 0.40±0.02 | 0.27±0.01 | 0.40±0.00 | 0.41±0.01 |
| p-kumarik asit | 0.94±0.00 | 0.77±0.03 | 1.32±0.01 | 0.96±0.04 |
| Apigenin | 0.95±0.02 | 1.14±0.02 | 0.93±0.02 | 1.37±0.05 |
| Luteolin | 3.04±0.07 | 2.90±0.03 | 2.83±0.06 | 0.97±0.01 |
| Sterol kompozisyonu (%) | | | | |
| Kampesterol | 4.77±0.42 | 4.07±0.10 | 4.22±0.28 | 4.97±0.99 |
| Stigmasterol | 0.96±0.11 | 1.19±0.04 | 1.22±0.03 | 1.02±0.18 |
| Klerosterol | 1.17±0.20 | 0.85±0.09 | 0.55±0.49 | TED |
| b-sitosterol | 80.76±0.29 | 82.33±0.01 | 83.00±0.30 | 82.01±0.23 |
| D5-avenasterol | 12.35±0.20 | 11.57±0.01 | 11.02±0.50 | 11.99±0.84 |
| Toplam b-sitosterol | 94.27±0.44 | 94.74±0.12 | 94.56±0.28 | 94.01±1.01 |
| Toplam sterol (mg/kg) | 1611.9±10.2 | 1631.0±53.9 | 1650.3±22.0 | 1676.3±56.3 |
| Aroma bileşenleri (%) | | | | |
| Hekzanal | 10.03±0.21 | 9.20±0.30 | 9.40±2.93 | 8.17±0.26 |
| Hekzanol | 7.05±0.25 | 8.81±0.24 | 3.18±0.94 | 7.87±0.12 |
| Hekzil asetat | 0.88±0.43 | 2.04±0.03 | TED | 3.51±0.11 |
| E-2-hekzenal | 24.25±3.05 | 29.09±0.35 | 38.95±6.99 | 31.37±0.95 |
| Z-3-hekzenol | 16.02±2.67 | 19.71±0.27 | 13.54±1.98 | 14.91±0.95 |
| E-2-hekzenol | 2.39±0.25 | 2.56±0.05 | 1.94±0.38 | 2.01±0.08 |
| Z-3-hekzenil asetat | 2.49±0.69 | 6.36±0.15 | 1.66±0.45 | 8.29±0.62 |
| a-Kopaen | 3.90±0.92 | 3.18±0.94 | 2.25±0.92 | 2.61±0.10 |

TED : tespit edilemeyen düzey M6, M8 : Aydın; M7, M9 : İzmir

bölgesinden 2005/2006 ve 2006/2007 hasat sezonunda temin edilen Memecik çeşidi zeytinyağlarının fenolik bileşen içeriklerinin belirlendiği bir çalışmada, örneklerde hidroksitirozol (2.32; 0.25 mg/kg), tirozol (14.17; 3.31 mg/kg), p-kumarik asit (0.8; 0.96 mg/kg), luteolin (2.4; 1.91 mg/kg) ve apigenin (10.66; 11.19 mg/kg) tespit edilmiştir (30). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve literatürde yer alan veriler, zeytinyağlarının fenolik bileşen içeriklerinin, özellikle fenolik alkol içeriklerinde varyasyonların yüksek olduğunu göstermektedir. Zeytinyağının fenolik içeriği, çevresel ve teknolojik faktörlerden etkilenmektedir. Fenolik bileşen içeriklerinde görülen varyasyonlar, çevresel ve teknolojik faktörlerin fenolik bileşen üzerine etkileri ile açıklanabilir.

Memecik çeşidi naturel sızma zeytinyağlarının toplam fenolik madde içeriğinin 2006/2007 hasat sezonunda 106.9-171.3 mg/kg ve 2007/2008 hasat sezonunda ise 152.5-226.3 mg/kg aralığında olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Klasik sistem ve kontinü santrifüj sistemi ile elde edilen Memecik çeşidi zeytinyağı örneklerinin toplam fenolik madde içeriklerinin 2004/2005 hasat sezonunda 35.86-96.91 mg/kg ve 2005/2006 hasat sezonunda 62.4-203.7 mg/kg aralığında değiştiği bildirilmiştir (12). Ocakoğlu ve diğ. (30) tarafından yapılan çalışmada, 2005/2006 ve 2006/2007 hasat sezonuna ait örneklerin toplam fenolik madde içeriği 331 mg/kg ve 137 mg/kg olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada bulunan 2006/2007 hasat sezonuna ait örneklerin toplam fenolik madde içerikleri ile literatürde yer alan çalışmada 2006/2007 hasat

sezonuna ait örneklerin toplam fenolik madde içeriklerinin benzer olduğu görülmektedir. Memecik çeşidi zeytinyağlarının toplam fenolik madde içerikleri, İspanyol ve İtalyan zeytinyağlarına (50-652 mg/kg) göre düşük bulunmuştur (24-25, 31). Toplam fenolik madde içeriği, çevresel faktörler ve zeytinden yağ elde etmede kullanılan sistemden etkilenmektedir. Klasik sistem ile edilen yağ örneklerinin toplam fenolik madde içeriğinin, kontinü santrifüj sistemi ile elde edilen yağ örneklerine göre düşük olduğu rapor edilmiştir (12).

Memecik zeytinyağlarında desmetilsterollerden kampesterol, stigmasterol, klerosterol, β -sitosterol ve D5-avenasterol tespit edilmiştir. Sterol kompozisyonuna ait kromatogram Şekil 2'de verilmiştir. Memecik çeşidi zeytinyağlarının kampesterol içeriği % 4.01-5.01; β -sitosterol içeriği % 80.76-83.00; D5-avenasterol içeriği % 11.02-12.78; toplam β -sitosterol içeriği % 94.01-95.08 ve toplam sterol miktarı 1157-1676 mg/kg aralığında değişmektedir (Çizelge 1). Memecik çeşidi zeytinyağlarının β -toplam-sitosterol ve toplam sterol içerikleri TGK'e göre uygundur. Kampesterol içerikleri ise limit değer (en çok % 4) üzerindedir. Ayvalık ve Gemlik çeşidi zeytinlerden elde edilen yağların toplam sterol miktarının 1577-2481 mg/kg; toplam β -sitosterol miktarının % 94.7-95.95 ve kampesterol miktarının % 1.32-3.63 aralığında değiştiği saptanmıştır (8). Memecik çeşidi zeytinyağlarının toplam sterol miktarı, Ayvalık ve Gemlik çeşidi zeytinyağlarına göre düşük bulunmuştur. Memecik çeşidi zeytinyağlarının (2005/2006 hasat sezonu), toplam sterol miktarı 1145-1360 mg/kg; toplam β -sitosterol miktarı % 94.31-94.74 ve kampesterol miktarı % 2.92-3.36 olarak rapor edilmiştir (23). Bu çalışmada bulunan sonuçlar ile literatürde bulunan değerler arasında biraz farklılık bulunmaktadır. Farklılıklar, çevresel faktörlerin sterol kompozisyonu üzerine etkisi ile açıklanabilir. Memecik zeytinyağlarının toplam sterol içerikleri ile İspanyol ve İtalyan zeytinyağlarının toplam sterol içerikleri benzer olduğu tespit edilmiştir (24-25).

Memecik zeytinyağlarında tespit edilen başlıca uçucu bileşenlerin, lipoksigenaz mekanizması sırasında meydana gelen hekzanal ve E-2-hekzenal (C6 aldehytlar), Z-3-hekzenol, E-2-hekzenol ve 1-hekzanol (C6 alkoller), hekzil asetat ve Z3-hekzenil asetat (C6 esterler) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). "Yeşil, elma ve kesilmiş çimen" olarak tanımlanan hekzanal bileşeni; "acı, badem, yeşil ve elma" gibi tanımlanan E-2-hekzenal bileşeni; "meyvemsi ve kesilmiş çimen" olarak tanımlanan hekzanol bileşeni ve "yeşil meyvemsi ve acı" olarak tanımlanan Z-3- hekzenol bileşeni;

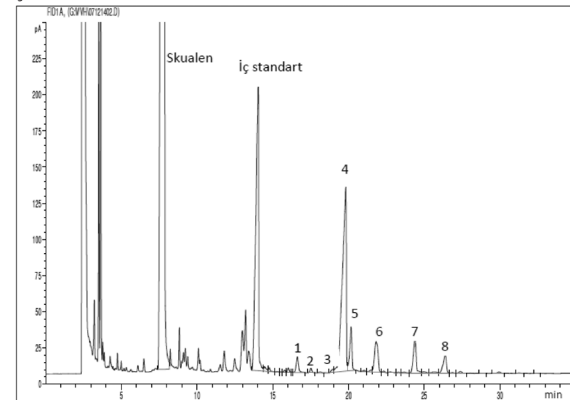
Memecik çeşidi zeytinyağlarının aroma profilinde yer alan önemli bileşenlerdir. Memecik çeşidi zeytinyağlarda terpenlerden "odun ve baharat" olarak tanımlanan α -kopaen komponentleri saptanmıştır. Kaftan (32) tarafından yapılan çalışmada, Memecik çeşidi zeytinyağlarının (2005-2007) aroma profilinde C6 bileşikleri, terpenler ve hidrokarbonlar tespit edilmiştir. Literatürde yer alan çalışmada bulunan pik yüzdeleri ile bu çalışmada bulunan pik yüzdeleri arasında farklılık bulunmaktadır. Farklılıklar, çevresel faktörlerin aroma profili üzerine etkisi ile açıklanabilir. Lipoksigenaz metabolik yolunda yer alan enzimlerin aktiviteleri çevresel faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (33).

Memecik zeytinyağlarının major ve minor bileşenlerine göre karakterizasyonun gerçekleştirildiği bu çalışma sonuçlarının, ülkemiz zeytinyağlarına ait oluşturulacak veri tabanlarına katkı sağlaması beklenmektedir. Örnek sayısı, örneklerin alındığı bölge sayısı ve hasat sezonun (3-4) artırılarak karakterizasyon çalışmalarının yapılması, Türk zeytinyağlarının hem çeşit hem de bölgesel karakterizasyonuna katkı sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmanın deneysel bölümü Gent Üniversitesi Organik Kimya bölümünde gerçekleştirilmiştir. Prof. Dr. Roland Verhe ve Ar. Gör. Vera Van Hoed'a yardımlarından dolayı teşekkürlerimizi sunarız. Zeytinyağı örneklerinin teminini sağlayan TARIŞ Genel Müdürü Cahit Çetin ve Genel Müdür Yardımcısı Mükerrrem Keskiner ve TARIŞ teknik personeline teşekkür ederiz.

Şekil 2



Şekil 2: Memecik çeşidi zeytinyağlarının sterol kompozisyonuna ait kromatogram.
1: kampesterol, 2: stigmasterol, 3: klerosterol
4: β -sitosterol, 5: $\Delta 5$ - avenasterol, 6: sikloartenol,
7: 24 metilen sikloartenol, 8: sitrostadeinol

KAYNAKLAR

1. Luchetti F, 2002. Importance and future of olive oil in the world market-an introduction to olive oil. *Eur J Lipid Sci Technol*, 104, 559-563.
2. Garcia-Gonzalez DL, Aparicio-Ruiz R, Aparicio R, 2008. Virgin olive oil. Chemical implications on quality and health. *Eur J Lipid Sci Technol*, 110, 602-607.
3. Lazzez A, Peri E, Caravita MA, Khlif M, Cossentini M. 2008. Influence of olive maturity stage and geographical origin on some minor components in virgin olive oil of the Chemlali variety. *J Agric Food Chem*, 56, 982-988.
4. IOC : International Olive Oil Council, www.internationaloliveoil.org (Erişim tarihi 29.04.2010).
5. Öztürk F, Yalçın M, Dıraman, H. 2009. Türk Zeytinyağı Ekonomisine Genel Bakış. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(2), 35-51.
6. Dıraman H, Özdemir D, Hışıl Y. 2007. Ulusal zeytin gen bankasındaki önemli yerli ve yabancı zeytin çeşitlerinin yağ asitleri kompozisyonu ve skualen düzeylerine göre kemometrik metod ile sınıflandırılması. *Akademik Gıda*, 28, 21-26.
7. Dıraman H, Saygı H, Hışıl, Y. 2008. Yağ asitleri bileşimine göre İzmir ili naturel zeytinyağlarında kemometrik sınıflandırma, *Gıda*, 33, 109-115.
8. Gümüşkesen AS, Yemişcioğlu F, Tibet Ü, Çakır, M. 2003. Türkiye'deki bazı zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının bölgesel olarak karakterizasyonu. Türkiye I. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Sempozyumu Bildirileri Kitabı, TEAE Yayın No 112, 216-223.
9. Gürdeniz G, Özen B, Tokatlı, 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 Technol*, 227, 1275-1281.
10. Ögütçü M, Mendeş M, Yılmaz E. 2008. Sensorial and physico-chemical characterization of virgin olive oils produced in Çanakkale. *J Am Oil Chem Soc*, 85, 441-456.
11. Dıraman H, Dibekoğlu H. 2009. Characterization of Turkish virgin olive oils produced from early harvest olives. *J Am Oil Chem Soc*, 86, 663-674.
12. Köseoğlu O. 2006. Zeytinden yağ elde etme sistemlerinin zeytinyağı kalitesi ve acılığı üzerine etkileri. Ege Üniversitesi, Yüksek lisans tezi, İzmir
13. Canözer Ö. 1991. Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. TÜGEM. Mesleki Yayınlar Genel No : 334 Seri 16. Ankara.
14. EC, European Commission, 2003. Amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-pomace oil and on the relevant methods of analysis, EEC No 1989/2003.
15. AOAC. Official Methods of Analysis. 17th Edition. Washington DC, USA
16. Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oil. *J Am Oil Chem Soc*, 966-968.
17. Mateos R, Espartero JL, Trujillo M, Rios JJ, Leon-Camacho M, Alcludia F, Cert A 2001. Determination of phenols, flavones, and lignans in virgin olive oils by solid phase extraction and high performance liquid chromatography with diode array detection. *J Agric Food Chem*, 49, 2185-2192.

18. Verleyen T, Forcades M, Verhe R, Dewettink K, Huyghebaert A, De Greyt W. 2002. Analysis of free and esterified sterols in vegetable oils. *J Am Oil Chem Soc*, 79, 117-122.
19. Koufogianni A, 2006. Comparison of the aroma profile of different Mediterranean olive oil cultivars, Master Thesis, Ghent University.
20. Anon. 2007. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Zeytinyağı ve Prına Yağı Tebliği. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. 3 Ağustos tarih ve 26602 sayılı Resmi gazete, Ankara
21. Anon. 2003. Trade Standard applying to olive oils and olive pomace-oils. COI/T.15 Doc. No : 3. 25, June 2003, Madrid.
22. Ben Temime S, Wael T, Bechir B, Leila A, Douja D, Mokhtar Z. 2006. Changes in olive oil quality of Chetoui variety according to origin of plantation. *J Food Lip*, 13, 88-99.
23. Zengin M. 2006. Zeytinyağlarının bölgesel karakterizasyonu. Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Sempozyum ve Sergisi Kitabı, 317-325, İzmir, 15-17 Eylül.
24. Stefanoudaki E, Kotsifaki F, Koutsaftakis A. 2000. Sensory and chemical profiles of three European olive varieties (Olea europa L) an approach for the characterization and authentication of extracted olive oils. *J Sci Food Agric*, 80, 381-389.
25. Pardo JE, Cuesta MA, Alvarruiz A. 2007. Evaluation of potential and real quality of virgin olive from the designation of origin "Aceite Campo de Montiel" (Ciudad Real, Spain). *Food Chem*, 100, 977-984.
26. Aranda F, Gomez-Alonso S, Rivera del Alamo RM, Salvador, MD, Fregapene, G, 2004. Triglyceride, total and 2-position fatty acid composition of Cornicabra virgin olive: Comparison with other Spanish Cultivars, *Food Chem*, 86, 485-492.
27. Dıraman H, Çam M, Özder M. 2009. Yerli ve yabancı kökenli bazı zeytinyağlarının trigliserit düzeylerine göre kemometrik sınıflandırılması. *Gıda*, 34 (3), 157-164.
28. Cerretani L, Bendini A, Del Caro A, Piga A, Vacca V, Caboni MF, Toschi TG. 2006. Preliminary characterisation of virgin olive oils obtained from different cultivars in Sardinia. *Eur Food Res Technol*, 222, 354-361.
29. Garcia A, Brenes M, Romero C, Garcia A, Garrido A. 2003. Phenolic content of commercial olive oils. *Eur Food Res Technol*, 216, 520-525.
30. Ocakoglu 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 Chem*, 113, 401-410
31. Salvador MD, Aranda F, Fregapane G. 1998. Chemical composition of commercial Cornicabra virgin olive oil from 1995/1996 and 1996/1997 crops. *J Am Oil Chem Soc*, 75, 1305-1311.
32. Kaftan, A. 2007. Farklı yöre zeytinlerden elde edilen naturel zeytinyağlarının kalitesini oluşturan lezzet maddelerinin SPME/GC/MS ve lezzet profili analizi tekniği kullanılarak belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Doktora tezi.
33. Luna, G., Morales, T., Aparicio, R. 2006. Characterization of 39 varietal olive oils by their volatile composition. , 98, 243-252.