



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAHRAMANMARAŞ'TA ÜRETİLEN NATÜREL
SIZMA ZEYTİNYAĞLARININ BAZI KALİTE VE
SAFLIK KRİTERLERİ İLE ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

EMRAH ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2016

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAHRAMANMARAŞ'TA ÜRETİLEN NATÜREL
SIZMA ZEYTİNYAĞLARININ BAZI KALİTE VE
SAFLIK KRİTERLERİ İLE ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

EMRAH ÖZTÜRK

Bu tez,
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2016

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Emrah ÖZTÜRK tarafından hazırlanan “KAHRAMANMARAŞ’TA ÜRETİLEN NATÜREL SIZMA ZEYTİNYAĞLARININ BAZI KALİTE VE SAFLIK KRİTERLERİ İLE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ” adlı bu tez, jürimiz tarafından 22/07/2016 tarihinde oy birliği ile Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. A. Sinan ÇOLAKOĞLU (DANIŞMAN)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. A. Levent İNANÇ (ÜYE)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ MUTLU (ÜYE)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,

Çukurova Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

.....
Emrah ÖZTÜRK

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı (KSÜ-BAP) tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 2015/1-67YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**KAHRAMANMARAŞ'TA ÜRETİLEN NATÜREL SIZMA ZEYTİNYAĞLARININ
BAZI KALİTE VE SAFLIK KRİTERLERİ İLE ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

EMRAH ÖZTÜRK

ÖZET

Bu çalışmada, Kahramanmaraş'ta yetiştirilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının bazı kalite, saflık ve standartlarda belirtilmeyen diğer önemli kriterleri belirlenmiştir. Natürel sızma zeytinyağlarında, serbest yağ asitliği %0.62-1.18, peroksit değeri 17.00-18.41 meq O₂/kg, iyot sayısı 78.68-81.97, sabunlaşma sayısı 192-193 mg KOH/g, sabunlaşmayan madde miktarı 12.67-13.22 g/kg, K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri 2.21 ve 0.15, toplam klorofil miktarı 1.94-2.27 mg/kg, toplam karotenoid miktarı 1.36-1.69 mg/kg, toplam fenolik madde miktarı 110.60-184.98 mg kafeik asit eşdeğeri/kg ve antioksidan kapasitesi %18.04-33.56 olarak belirlenmiştir. Zeytinyağlarında oleik asit, hidroksitirosol, tirosol, α -tokoferol, β -sitosterol ve Δ^5 -avenasterol miktar olarak en fazla bulunan bileşikler olmuştur. Arbequina elde edilen zeytinyağında, daha az oleik asit ve Δ^5 -avenasterol fakat daha fazla palmitik, palmitoleik ve linoleik asitler, ferulik asit, rutin, luteolin, α -tokoferol ve β -sitosterol olduğu tespit edilmiştir. Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında ise yağ asitleri dağılımı benzer fakat fenolik, tokoferol ve sterol dağılımları farklılıklar göstermiştir. Gemlik çeşidinden elde edilen zeytinyağında daha fazla hidroksitirosol, tirosol ve α -tokoferol ve daha az kampesterol ve stigmasterol olduğu bulunmuştur. Elde edilen veriler, zeytinyağlarının incelenen kalite ve saflık kriterleri bakımından natürel sızma zeytinyağı sınıfına girdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, bölgeye adapte edilen bu üç zeytin çeşidinden elde edilen zeytinyağlarının birbirlerine göre farklı üstünlükleri olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Zeytinyağı, Arbequina, Gemlik, Kilis yağlık, Fenolikler, Steroller, Tokoferoller, Klorofil, Karotenoid, Antioksidan kapasitesi, Kalite kriterleri

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Temmuz / 2016

Danışman : Yrd. Doç. Dr. A. Sinan ÇOLAKOĞLU
Sayfa sayısı : 93

**DETERMINATION OF CERTAIN QUALITY AND PURITY
CHARACTERISTICS AND PROPERTIES OF EXTRA VIRGIN OLIVE OILS
PRODUCED IN KAHRAMANMARAS**

(M.Sc. THESIS)

EMRAH ÖZTÜRK

ABSTRACT

The present study was conducted to evaluate the quality, purity and other important parameters of extra virgin olive oils obtained from Kilis yaglik, Arbequina and Gemlik varieties grown in Kahramanmaras. The extra virgin olive oils had the following attributes: free fatty acidity, %0.62-1.18; peroxide value, 17.00-18.41 meq O₂/kg; iodine number, 78.68-81.97; saponification number, 192-193 mg KOH/g, unsaponifiable matter, 12.67-13.22 g/kg, K₂₃₂ and K₂₇₀ values, 2.21 and 0.15, respectively; total chlorophyll, 1.94-2.27 mg/kg, total carotenoids, 1.36-1.69 mg/kg, total phenolic content, 110.60-184.98 mg caffeic acid/kg and antioxidant capacity, %18.04-33.56. Oleic acid, hydroxytyrosol, tyrosol, α -tocopherol, β -sitosterol and Δ^5 -avenasterol were the major compounds in the olive oil samples. The olive oil obtained from the Arbequina variety showed the lowest oleic acid and Δ^5 -avenasterol contents, but the highest palmitic, palmitoleic and linoleic acids, ferulic acid, rutin, luteolin, α -tocopherol and β -sitosterol contents. The olive oil obtained from the Kilis yaglik and Gemlik varieties had similar fatty acid distribution but different phenolic, tocopherol and sterol compositions. The olive oil from the Gemlik variety had higher hydroxytyrosol, tyrosol and α -tocopherol, and lower campesterol and stigmasterol than the olive oil from the Kilis yaglik variety. The results obtained from the study were in well agreement with the official standards, and the olive oil samples were classified as the extra virgin olive oils in terms of quality and purity criteria of the methods. Hence, each olive oil were observed to have unique properties.

Keywords: Olive oil, Arbequina, Gemlik, Kilis yaglik, Phenolics, Sterols, Tocopherols, Chlorophyll, Carotenoids, Antioxidant capacity, Quality characteristics

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Food Engineering, July / 2016

Supervisor : Assist. Prof. Dr. A. Sinan ÇOLAKOĞLU
Page Numbers : 93

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince bilgi ve tecrübesinden faydalandığım ve çalışmamın gerçekleşmesi için gösterdiği ilgi ve sabır için danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. A. Sinan ÇOLAKOĞLU'na, laboratuvar çalışmalarında bilgi ve tecrübesini bizden esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Türkan KEÇELİ MUTLU'ya, çalışma boyunca bilgi ve tecrübesinden yararlandığım Yrd. Doç. Dr. A. Levent İNANÇ'a, zeytinyağı örneklerini temininde bize çok yardımcı olan Sayın Zafer DEMİRKOL'a ve çalışmanın gerçekleşmesi için desteklerini hiç esirgemeyen Sayın müdürüm Şeref YURDAGÜL'e ve mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak, bu günlere gelmemde her türlü maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen canım ailem annem, babam ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
EKLER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. PROJENİN KONUSU, KAPSAMI VE AMACI	4
3. KURAMSAL TEMELLER	5
3.1. Zeytinyağının Bileşimi	5
3.1.1. Yağ asitleri	5
3.1.2. Trigliseritler	6
3.1.3. Kısmi gliseritler	6
3.1.4. Fenolik bileşenler	7
3.1.5. Steroller	7
3.1.6. Tokoferoller	9
3.1.7. Pigmentler	9
3.2. Zeytinyağının Kalitesini Etkileyen Faktörler	9
3.3. Zeytinyağının Sınıflandırılması ve Kalite Kriterleri	13
4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	17
5. MATERYAL VE YÖNTEM	22
5.1. Materyal	22
5.2. Yöntem	22
5.2.1. Serbest yağ asitliği tayini	22
5.2.2. Peroksit değeri tayini	22
5.2.3. İyot sayısı tayini	23
5.2.4. Sabunlaşma sayısı tayini	23
5.2.5. Sabunlaşmayan madde miktarı tayini	23
5.2.6. Ultraviyole ışığında özgül soğurma tayini	24
5.2.7. Pigment tayini	24
5.2.8. Yağ asitleri tayini	25
5.2.9. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu	27

5.2.10. Fenolik bileşiklerin tayini	27
5.2.11. Toplam fenolik madde miktarı tayini	27
5.2.12. Fenolik ekstraktların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi.....	28
5.2.13. Tokoferol izomerlerinin tayini.....	29
5.2.14. Sterol bileşiklerin tayini.....	30
5.2.15. İstatistik analizler	31
6. ARAŞTIRMA BULGULAR VE TARTIŞMA	32
6.1. Serbest Yağ Asitliği	32
6.2. Peroksit Değeri	34
6.3. İyot Sayısı	36
6.4. Sabunlaşma Sayısı	37
6.5. Sabunlaşmayan Madde Miktarı	38
6.6. UV Işığında Özgöl Soğurma.....	39
6.7. Toplam Klorofil ve Karotenoid Miktarları	41
6.8. Yağ Asidi Kompozisyonu.....	43
6.9. Fenolik Bileşikler.....	46
6.10. Toplam Fenolik Madde Miktarı.....	50
6.11. Antioksidan Kapasitesi	51
6.12. Tokoferol İzomerleri.....	52
6.13. Sterol Bileşikler	55
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	59
KAYNAKLAR.....	61
EKLER	72
ÖZGEÇMİŞ.....	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 5.1. FAME standardına ait GC kromatogramı ve değerleri	26
Şekil 5.2. Fenolik bileşiklerin standardına ait HPLC kromatogramı	28
Şekil 5.3. Tokoferol standardına ait HPLC kromatogramı.....	30
Şekil 6.1. Natürel sızma zeytinyağlarının serbest yağ asitlikleri.....	33
Şekil 6.2. Natürel sızma zeytinyağlarının peroksit değerleri.....	35
Şekil 6.3. Natürel sızma zeytinyağlarının iyot sayıları.....	36
Şekil 6.4. Natürel sızma zeytinyağlarının sabunlaşma sayıları	37
Şekil 6.5. Natürel sızma zeytinyağlarının sabunlaşmayan madde miktarları.....	38
Şekil 6.6. Natürel sızma zeytinyağlarının özgül soğurma değerleri.....	40
Şekil 6.7. Natürel sızma zeytinyağlarının toplam klorofil ve karotenoid miktarları.....	42
Şekil 6.8. Natürel sızma zeytinyağlarının yağ asidi GC-kromatogramları.....	44
Şekil 6.9. Natürel sızma zeytinyağlarının fenolik bileşiklerine ait HPLC- kromatogramları.....	48
Şekil 6.10. Natürel sızma zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarları.....	50
Şekil 6.11. Natürel sızma zeytinyağlarının serbest radikal yakalama potansiyelleri	52
Şekil 6.12. Natürel sızma zeytinyağlarının tokoferollere ait HPLC-kromatogramları	53
Şekil 6.13. Natürel sızma zeytinyağlarının sterol bileşiklerine ait GC- kromatogramları.....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Zeytinyağlarının sınıflandırılması	14
Çizelge 3.2. Natürel sızma zeytinyağlarının kalite, saflık ve duyuşal kriterleri.....	14
Çizelge 5.1. Yağ asitlerinin belirlenmesinde kullanılan GC koşulları	25
Çizelge 5.2. Fenolik bileşiklerin tayininde kullanılan HPLC koşulları.....	28
Çizelge 5.3. Tokoferol izomerlerinin tayininde kullanılan HPLC koşulları	29
Çizelge 5.4. Sterol kompozisyonu analizinde kullanılan GC koşulları.....	30
Çizelge 6.1. Natürel sızma zeytinyağlarının yağ asidi dağılımları.....	45
Çizelge 6.2. Natürel sızma zeytinyağlarında fenolik bileşiklerin dağılımı	49
Çizelge 6.3. Natürel sızma zeytinyağlarında tokoferol izomerlerin dağılımı.....	54
Çizelge 6.4. Natürel sızma zeytinyağlarında sterol bileşiklerin dağılımı.....	57

EKLER DİZİNİ

Sayfa No

EK-1. Serbest yağ asitliği değerlerine ait istatistiksel veriler.....	72
EK-2. Peroksit değerlerine ait istatistiksel veriler	73
EK-3. İyot sayılarına ait istatistiksel veriler	74
EK-4. Sabunlaşma sayılarına ait istatistiksel veriler	75
EK-5. Sabunlaşmayan madde miktarlarına ait istatistiksel veriler.....	76
EK-6. Ultraviyole ışığında özgül soğurma değerlerine ait istatistiksel veriler.....	77
EK-7. Toplam klorofil miktarlarına ait istatistiksel veriler	78
EK-8. Toplam karotenoid miktarlarına ait istatistiksel veriler	79
EK-9. Yağ asitlerine ait istatistiksel veriler.....	80
EK-10. Fenolik bileşiklere ait istatistiksel veriler	83
EK-11. Toplam fenolik madde miktarlarına ait istatistiksel veriler	86
EK-12. Toplam antioksidan kapasitesi değerlerine ait istatistiksel veriler	87
EK-13. Tokoferol izomerlerine ait istatistiksel veriler.....	88
EK-14. Sterol bileşiklerine ait istatistiksel veriler.....	90

1. GİRİŞ

Zeytin dünyanın en eski kültür bitkilerinden birisidir ve zeytinyağı yüzyıllardan beri, Akdeniz bölgesinin en önemli ekonomik ürünlerinden biri olarak üretilmekte ve tüketilmektedir. Natürel sızma zeytinyağı, sadece zeytin ağacı meyvesinden (*Olea europaea* L.) doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen bir yağdır (TGK, 2010). Ekstraksiyon metotları ile üretilen ayçiçeği, soya ve mısır gibi diğer bitkisel yağlar ile kıyaslandığında, natürel sızma zeytinyağı işlenmeden tüketilen tek bitkisel yağdır. Bu özellik, zeytinyağındaki besinsel ve fonksiyonel bileşiklerin korunması açısından son derece önem arz eder.

Akdeniz diyetinin, sağlıklı yaşama katkı sağladığı ve bazı hastalıkları önlediği uzun zamandan beri bilinmektedir. Natürel sızma zeytinyağı, bu diyetin en önemli ve temel parçası olup, yapılan birçok araştırmada, düzenli olarak tüketilmesi durumunda kalp-damar, mide ve yaşlanmaya bağlı hastalıkların ve belirli kanser türlerinin azaltılmasında ve/veya önlenmesinde, kemik sağlığının korunmasında ve bağışıklık sisteminin güçlenmesinde olumlu etkisinin olduğu bildirilmiştir (Tuck ve Hayball, 2002; Delgado-Adámez ve ark., 2014; Šarolić ve ark., 2014). Bu yararlı etkilerinden dolayı, Amerikan İlaç ve Gıda Dairesi tarafından günlük 23 g natürel sızma zeytinyağı tüketilmesi tavsiye edilmiştir (FDA, 2003).

Tüketiciler arasında giderek artan sağlık bilinci ve doğal yollarla üretilmiş fonksiyonel gıdalara olan talep nedeniyle, dünya ticaretinde zeytinyağının önemi daha da artmıştır. Zeytinyağının doymuş ve doymamış yağ asitleri ile fenolik maddeler, tokoferoller, karotenoidler ve steroller gibi minör bileşikleri optimal dengede bulundurması, zeytinyağı tüketiminin 1990'ların başlarından itibaren %70'in üzerinde artmasına ve Akdeniz bölgesinden dünyanın diğer marketlerine yayılmasına neden olmuştur (Williamson ve ark., 2013; El Sohaimy ve ark., 2016). Dünya zeytinyağı ticaretinin büyük bir kısmı (~%90) hala Akdeniz ülkelerinin (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Suriye ve Fas) elinde bulunmasına rağmen, ABD, Avustralya, Şili ve Arjantin gibi ülkelerde ticaretteki payları her geçen gün giderek artmaktadır (Türkoğlu ve ark., 2012; IOC, 2015a).

Natürel sızma zeytinyağı oldukça değişken bir kimyasal kompozisyona sahiptir. Bu değişkenlik; zeytinin çeşidine ve olgunluğuna, tarımsal uygulamalara, çevresel faktörlere ve teknolojik işlemlere bağlıdır. Bu faktörler, trigliserit kompozisyonuna, yağ asitlerine, sterollere, fenolik maddelere, iz elementlere ve uçucu bileşiklere, gerek kalitatif ve gerekse

de kantitatif olarak etkilidir (Ingles ve ark., 2011; Longobardi ve ark., 2012; Servili ve ark., 2012; Ben-Hassine ve ark., 2013; Fregapane ve Salvador, 2013; Servili ve ark., 2014a). Zeytinyağının en temel bileşeni, tek doymamış bir yağ asidi olan oleik asitçe zengin trigliseritlerdir. Gliserit olmayan kısım (~%0.5-1.0), miktar olarak çok az olmalarına rağmen, zeytinyağına karakteristik tat ve hoş koku kazandıran, oksidatif stabilitesini artıran ve sağlık üzerine olumlu etkileri olan önemli bileşikler (fenolik asit ve alkoller, steroller, tokoferoller, pigmentler vb.) içerir.

Zeytinyağı, sağlık yönünden değerli bileşikler içermesi ve üretim maliyetinin yüksek olması nedeniyle diğer bitkisel yağlar ile kıyaslandığında oldukça pahalıdır. Ayrıca, kendi içinde oluşturulan farklı sınıftaki zeytinyağları da (natürel, rafine, riviera vb.) farklı ekonomik değerlere sahiptir. Bu faktörler göz önüne alındığında, zeytinyağı, en çok tağşiş ve taklide uğrayan gıda ürünlerinin en başında gelmektedir (Moore ve ark., 2012; Garcia ve ark., 2013). Bu nedenle, natürel sızma zeytinyağlarının karakterize edilmesi zorunluluk haline gelmiştir.

Avrupa Birliği, tarımsal ürünlerin ve gıda maddelerinin kökenlerinin korunması amacıyla kriterler geliştirmiş ve “Koruma Altına Alınmış Köken Adı – Mahreç (Protected Designation of Origin; PDO)”, “Koruma Altına Alınmış Coğrafi İşareti – Menşe (Protected Geographical Indication; PGI)” ve “Geleneksel Özellikleri Garantilenmiş Ürün (Traditional Specialty Guaranteed; TSG) adlı üç sertifikayı hayata geçirmiştir (EC, 2006a, 2006b). Mahreç, üretim tekniği detaylı ve net bir şekilde belirtilmiş olan belli bir gıda maddesi ya da tarımsal ürünün belli bir coğrafi alanda üretilmiş, işlenmiş ve hazırlanmış olduğunu; menşe ise, söz konusu ürünün üretim, işleme ya da hazırlanma aşamalarından en az birinin belirtilen coğrafi bölgede yapılmış olduğunu gösteren sertifikasyondur (Ötleş, 2012). Günümüzde zeytinyağının ticari değerini artırması nedeniyle bu sertifikalar önem kazanmıştır. Nitekim literatürde, İspanya, İtalya, Yunanistan ve Tunus’un natürel sızma zeytinyağlarının sertifikasyonu için yoğun araştırmalar yaptığı görülmektedir.

Sertifikalı zeytinyağının kontrolü ve kalitesinin korunması açısından, zeytinyağlarının zeytin çeşidi ve coğrafi orijine göre karakterizasyonu önem kazanmıştır. Bu amaçla Uluslararası Zeytin Konseyi (IOC) tarafından geliştirilmiş olan zeytinyağı standartları tüm dünya tarafından temel ölçüt olarak kabul edilmektedir. Ancak, çeşit, tarımsal, çevresel ve teknolojik faktörlerin kalite kriterleri üzerine etkilerinden dolayı, natürel sızma zeytinyağlarının standardizasyonunda sorunlar yaşanmış; bazı ülkeler ve Avrupa Birliği, bu etkileri göz önüne alarak, referans aldıkları standartlarındaki kriterlerin

sınırlarını genişletmişlerdir. Uluslararası Zeytin Konseyi (IOC, 2015b) ve Avrupa Birliği (EC, 2015) zeytinyağı kalitesini serbest yağ asitliği, peroksit değer, UV 6zg6l soğurma ve duyusal değerlendirmeler ile tanımlamışlardır. Bu fiziko-kimyasal parametrelere ek olarak, nat6rel sızma zeytinyağlarının otantikliği ve taklit veya tağşışe maruz kalıp kalmadıklarının belirlenmesi amacıyla trigliserit, yağ asidi, fenolik ve sterol kompozisyonlarını iğer saflık kriterleri de geliştirmişlerdir.



2. PROJENİN KONUSU, KAPSAMI VE AMACI

Türkiye bulunduğu coğrafi konum ve sahip olduğu Akdeniz iklimi özellikleriyle İspanya, İtalya ve Yunanistan'dan sonra dünyanın önde gelen zeytin ve zeytinyağı üreticisidir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2015) verilerine göre Türkiye'de toplam zeytin üretimi 1,7 milyon ton olup, bunun 1,3 milyon tonu yağlık, 438 bin tonu ise sofralık olduğu bildirilmiştir. Kahramanmaraş'ta 2015 yılında 4.4 bin ton yağlık ve 2.5 bin ton sofralık olmak üzere toplam 7 bin ton zeytin üretildiği rapor edilmiştir.

Ulaşılan literatür araştırmaları sonucunda Türk zeytinyağlarının karakterizasyonu üzerine çalışmalar yapılmış olmasına rağmen, Kahramanmaraş bölgesinde yetiştirilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında ise kapsamlı bir bilimsel çalışma olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla, Kahramanmaraş bölgesinde üretilen natürel sızma zeytinyağlarının özelliklerinin belirlenmesi bu araştırmada çalışma konusu olarak seçilmiştir. Projenin amacı, Kahramanmaraş'ta tek çeşitten (monokültürel olarak) üretilen natürel sızma zeytinyağlarının karakteristiklerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda, Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik türü zeytinlerden üretilen natürel sızma zeytinyağları;

1. Titrimetrik (serbest yağ asitliği, peroksit değeri, iyot sayısı, sabunlaşma sayısı ve sabunlaşmayan madde miktarı),
2. Spektrofotometrik (özgül soğurma, toplam klorofil miktarı, toplam karotenoid miktarı, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan kapasitesi),
3. Gaz kromatografik (yağ asitleri ve sterol bileşikler),
4. Sıvı kromatografik (fenolik bileşikler ve tokoferol izomerleri) yöntemler kullanılarak analiz edilmişlerdir.

Araştırmadan elde edilen sonuçların, bölgede monokültürel olarak üretilen natürel sızma zeytinyağlarının Türk Gıda Kodeksine uygunluğunun belirlenmesi yanında bilimsel veri tabanlarının oluşturulmasına katkı sağlaması beklenmektedir.

3. KURAMSAL TEMELLER

3.1. Zeytinyağının Bileşimi

Natürel sızma zeytinyağı sabunlaşan ve sabunlaşmayan olmak üzere 2 fraksiyondan oluşur. Sabunlaşan kısım (majör bileşenler), toplam kimyasal kompozisyonun %98-99'unu oluşturan tri-, di- ve monogliseritler, yağ asitleri ve fosfolipitlerden meydana gelir. Sabunlaşmayan kısım (minör bileşenler) ise pigmentler, tokoferoller, steroller, fenolikler, triterpenler ve hidrokarbonlar oluşturur (Servili ve ark., 2004; Boskou ve ark., 2006a; López-Cortés ve ark., 2013; Šarolić ve ark., 2014). Zeytinyağındaki minör bileşenler majör bileşenlere kıyasla çok az miktarda olsa da zeytinyağı için çok büyük bir öneme sahiptir. Bu bileşiklerden birçoğunun yağdaki oransal değeri, zeytinyağlarının saflık ve kalitelerini doğrudan belirleyen parametreler arasında yer almaktadır. Gerek uluslararası, gerekse ulusal kodeks ve diğer yasal düzenlemelerde, zeytinyağlarının belirli kalitede olması için minör bileşenlerin belirli limitler arasında olması gerekmektedir. Minör bileşenler aynı zamanda zeytinyağına kazandırdıkları farklı özellikler (duyusal, besin değeri, fiziksel ve kimyasal) ile de önem arz ederler.

3.1.1. Yağ asitleri

Yağ asitleri bileşimi, yağların karakterize edilmesinde kullanılan önemli parametrelerden biridir. Zeytinyağının kendine özgü bir yağ asidi bileşimi olup bu özelliği ile diğer bitkisel yağlardan ayrılmaktadır. Bunun yanı sıra, yağ asitlerinin göstermiş olduğu dağılım oksidasyon stabilitesi üzerine de etkilidir. Zeytinyağında palmitik (P, %7-20), palmitoleik (Po, %0.3-3.5), oleik (O, %55-83) ve linoleik (L, %2-21) asitler majör yağ asitleridir (Murkovic ve ark., 2004; Boskou ve ark., 2006a). Diğer bitkisel yağlara kıyaslandığında, zeytinyağı daha düşük oranda linolenik asit (Ln, %0-1) içermektedir (Šarolić ve ark., 2014). Ayrıca, miristik, heptadekanoik ve eikosanoik asitler ve trans yağ asitleri eser miktarlarda bulunmaktadır (Aparicio ve Aparicio-Ruiz, 2000; Boskou ve ark., 2006a). Natürel sızma zeytinyağı sadece doymamış yağ asitlerinin *cis* izomerlerini içerir (Angerosa ve ark., 2006). Oleik, linoleik ve linolenik asitlerin trans formlarının varlığı; tohum yağları, esterifiye edilmiş veya legal işlenmemiş zeytinyağları veya yüksek sıcaklıkta deodorize edilmiş mutant tohum yağlarının karıştırıldığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Aparicio ve Aparicio-Ruiz, 2000). Yağ asidi kompozisyonu, çeşit, bölge, rakım, iklimsel koşullar ve meyve olgunluk düzeyi gibi farklı parametrelere bağlı olarak

değişiklik gösterir (Boskou ve ark., 2006a; Arslan ve Özcan, 2011, 2014; Šarolić ve ark., 2014; El Sohaimy ve ark., 2016).

3.1.2. Trigliseritler

Zeytinyağının trigliserit profili botaniksel orijini ile yakından ilişkilidir. Zeytinyağına daha ucuz olan kanola, fındık gibi yağların karıştırılıp karıştırılmadığı ve otantikliğinin belirlenmesi, trigliserit profiline bakılarak tespit edilebilmektedir (Salivaras ve McCurdy, 1992; Parcerisa ve ark., 2000; Andrikopoulos ve ark., 2001; Boskou ve ark., 2006a; Yorulmaz, 2009; Yorulmaz ve ark., 2014). Zeytinyağının yağ asidi profili incelendiğinde, çok sayıda trigliserit çeşidinin oluşması gerektiği düşünülmekte, fakat zeytinyağında daha az sayıda trigliserit çeşidi tespit edilmektedir. Teorik olarak düşünülen bazı trigliseritlerin eser miktarda ya da hiç yer almadığı görülmektedir. Diğer bitkisel yağlarda olduğu gibi, zeytinyağı, *sn*2-pozisyonunda yüksek miktarda oleik ve düşük miktarda palmitik ve stearik asitlere sahip olup, temel trigliseritleri OOO, POO, OOL, POL ve SOO yapısındadır. Bu trigliseritler, toplam trigliseritlerin yaklaşık %85’lik kısmını oluşturmaktadır. Temel trigliseritlerin yanında zeytinyağında düşük miktarlarda POP, POS, OLnL, LOL, OLnO, PLL, PLnO ve LLL trigliseritleri de bulunmaktadır. Trilinolein (ECN 42 trigliserit) içeriği, zeytinyağında bulunmamakta ya da düşük miktarda olup (<0.2), Avrupa Topluluğu tarafından zeytinyağının otantikliğinin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Aparicio ve Aparicio-Ruíz, 2000; Angerosa ve ark., 2006; Boskou ve ark., 2006a).

3.1.3. Kısmi gliseritler

Zeytinyağı, tamamlanmamış trigliserit sentezi veya trigliseritlerin hidrolitik reaksiyonlardan dolayı, %0.25’ten daha az monogliseritler (MAG) ve %0.1-2.8 arasında digliseritler (DAG) içerir. Monogliseritler zeytin meyvesinde bulunmazlar fakat depolama ve ekstraksiyon işlemleri sırasında oluşurlar (Angerosa ve ark., 2006). *sn*1-monogliseritler, *sn*-2 izomerlerine göre daha fazla bulunurlar ve aralarındaki oransal bağ serbest asitliğe göre değişim gösterir (Boskou ve ark., 2006a). *sn*1,2-DAG ve *sn*1,3-DAG arasındaki oran, zeytinyağının tazeliğinin değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir parametredir. Genel olarak, *sn*1,2-DAG taze yağda gözlenirken, *sn*1,3-DAG, sadece lipolitik reaksiyonların bir sonucu olarak oluşur ve yağdaki miktarı, *sn*1,2-DAG’ın izomerizasyonu sonucu depolama süresinde artış gösterir (Boskou ve ark., 2006a; Ayyad ve ark., 2015). *sn*1,3-DAG miktarı üzerine serbest asitlik ile depolama süresi ve sıcaklığının etkisi olduğu bildirilmiştir (Ayyad ve ark., 2015).

3.1.4. Fenolik bileşenler

Fenolik bileşikler, yapılarında bir yada daha fazla hidroksil grubuna sahip benzen halkası içeren fonksiyonel bileşiklerdir (Tsimidou, 1998). Zeytinyağına renk ve aroma vermelerinin yanında, yağın raf ömrünün uzamasına ve insan sağlığının korunmasına yardımcı olmaları nedeniyle günümüz araştırmalarında ilgi odağı olmuşlardır (Montedoro ve ark., 1992; Aparicio ve Luna, 2002; Rotondi ve ark., 2004; Angerosa ve ark., 2006; Ocakoğlu, 2008; Kalogeropoulos ve Tsimidou, 2014; Šarolić ve ark., 2014). Oleuropein ve hidroksitirosol sentetik radikalleri, peroksi radikallerini, süperoksit radikallerini ve hidroklorik asidi yakalama ve etkisizleştirme potansiyeline sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı vücutta çeşitli rahatsızlıklara yol açan serbest radikalleri de yakalayabilmekte ve vücudun savunma sistemine katkıda bulunmaktadır (Boskou ve ark., 2006b)

Zeytinyağında bulunan fenolik bileşikler 4 ana grupta: (i) oleuropein ve ligstrosit aglikonlar ve türevleri (sekoiridoidler), (ii) feniletıl alkol, sinnamik asit ve benzoik asitten türeyen basit fenoller, (iii) lignanlar ve (iv) flavonlar olarak toplanmıştır (Rotondi ve ark., 2004). Suda çözünen fenolik bileşiklerin bir kısmı zeytinin yağına işlenmesi sırasında kaybolmakla birlikte, zeytinyağına da önemli miktarda geçmektedirler. Tirosol ve hidroksitirosol zeytinyağının en karakteristik fenolik bileşenleridir (Servili ve ark., 2004). Tirosol ve hidroksitirosolün serbest formları ve onların sekoiridoit türevleri zeytinyağının toplam fenoliklerinin yaklaşık %30'unu oluştururken neredeyse yarısını oleuropein ve ligstrosit aglikon gibi diğer konjüge formdaki bileşenler oluşturur (Owen ve ark., 2000). Zeytinyağındaki toplam fenol bileşikleri miktarı genel olarak 50-1000 mg/kg arasında değişmektedir. Zeytinyağının toplam fenol içeriğı ve kompozisyonu, zeytin çeşidine, zeytinin yetiştiğı bölgenin rakımına ve iklimine, hasat metoduna ve zamanına, ekstraksiyon sistemine, proses koşullarına, ambalajlama ve depolama koşullarına bağılı olarak değişmektedir (Tsimidou, 1998; Visioli ve Galli, 2001; Aparicio ve Luna, 2002; Tuck ve Hayball, 2002; Boskou ve ark., 2006b; Allalout ve ark., 2009; Kalogeropoulos ve Tsimidou, 2014; Šarolić ve ark., 2014; Servili ve ark., 2014b; El Sohaimy ve ark., 2016).

3.1.5. Steroller

Zeytinyağında steroller, sabunlaşmayan kısmın %20'sini oluşturan en önemli bileşiklerdir. Sterol kompozisyonu, yağın üretildiğı zeytin çeşidinin ve başka tohum yağlarının karıştırılıp karıştırılmadığının belirlenmesinde kullanılan en önemli ve güvenilir bir araçtır (Aparicio ve Aparicio-Ruız, 2000; Angerosa ve ark., 2006; Boskou ve ark.,

2006a). Zeytinyağında sterollerin miktarı ve kompozisyonu; zeytin çeşidine ve kalitesine, tarımsal uygulamalara, ekstraksiyon işlemine ve depolama koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterir ve miktarlarında, özellikle yağa işleme sırasında büyük düşüşler görülür (Angerosa ve ark., 2006; Boskou ve ark., 2006a; Cañabate-Díaz ve ark., 2007). Natürel sızma zeytinyağında, elde edildiği zeytin çeşidine bağlı olarak, 1000-2000 mg/kg arasında toplam sterol bulunur (Boskou ve ark., 2006a). Zeytinyağı sterollerini, 4 α -desmetil steroller, 4 α -metil steroller, triterpen alkoller (4,4-dimetil steroller) ve triterpen dialkoller olmak üzere 4 grup altında toplanmaktadır (Boskou ve ark., 2006a).

4 α -desmetil steroller, zeytinyağında serbest yada bağlı formda, en yaygın olarak bulunan sterol grubudur. Başlıca 4 α -desmetil steroller, β -sitosterol, Δ^5 -avenasterol ve kampesteroldür. β -sitosterol ve Δ^5 -avenasterol, zeytinyağında bulunan toplam sterollerin, sırasıyla, %75-90 ve %5-20'sini oluştururlar. Bunların dışında az miktarda stigmasterol, kolesterol, brassikasterol, klerosterol, ergosterol, sitostanol, kampestanol, Δ^7 -avenasterol, Δ^7 -kolestenol, Δ^7 -kampestenol, Δ^7 -stigmastenol, $\Delta^{5,23}$ -stigmastadienol, $\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol, $\Delta^{7,22}$ -ergostadienol, $\Delta^{7,24}$ -ergostadienol, 24-methilen-kolesterol ve 22,23-dihidrobrassikasterol de bulunmaktadır. Kampesterol ve stigmasterol, toplam sterollerin, sırasıyla, %4 ve %2'sini oluştururlar. 4 α -metil steroller, sterollerin biyosentezinde ara ürünlerdir ve zeytinyağlarında, iz miktarda serbest yada estefiriye halde bulunurlar. En yaygın olanları obtusifoliol, gramisterol, sikloeukalenol ve sitrostadienoldür. 4 α -metil sterollerin toplam miktarı, 4 α -desmetil steroller ve triterpen alkollerden daha düşük olup, 50-360mg/kg arasında değişiklik gösterir (Aparicio ve Luna, 2002). β -amirin, butirospermol, sikloartenol ve 24-metilen sikloartenol ise zeytinyağında bulunan başlıca triterpen alkoller (4,4-dimetil steroller)'dir. Zeytinyağındaki toplam triterpen alkol miktarı 350-1500 mg/kg arasında değişiklik gösterir (Aparicio ve Luna, 2002). Eritrodiol ve uvaol, zeytinyağındaki iki temel triterpen dialkol'dür. Eritrodiol ve uvaol miktarları zeytinyağında 1-20 mg/100g civarında iken, prina yağındaki 280 mg/100 g'a kadar çıkabilmektedir. Gaz kromatografide sterollerle birlikte analiz edilen bu alkoller, zeytinyağlarında prina yağı varlığını tespit etmede kullanılırlar.

Rafinasyon yada termal işlemler uygulanan zeytinyağlarında, sterol bileşikleri (kampesterol, stigmasterol vb.) dehidrasyona uğramalarından dolayı düşük sterol içeriğine sahiptirler. Ayrıca, solvent ekstraksiyonu ile elde edilen zeytinyağları, natürel sızma zeytinyağlarına kıyasla, yaklaşık 3 kat daha fazla sterol içerirler (Boskou ve ark., 2006a). Dolayısıyla, stigmastadien ve/veya toplam sterol miktarı natürel sızma zeytinyağlarına bu tür

işlem görmüş yağların katılıp katılmadığını gösteren bir araçtır (Angerosa ve ark., 2006; Boskou ve ark., 2006a).

3.1.6. Tokoferoller

Tokoferoller, lipofilik doğal antioksidanlar olup, yağlarda oksidatif bozulmaları inhibe ederler (Šarolić ve ark., 2014). Natürel sızma zeytinyağı, 50-370 mg/kg arasında değişen oranlarda α -, β -, γ - ve δ -tokoferoller içermekte ve bunun %90-95'ini α -tokoferol oluşturmaktadır. Tokoferol miktarı, zeytin meyvesinin olgunlaşması, rafinasyon ve deodorizasyon işlemleri ve yağın ışığa maruz bırakılması ile düşüş göstermektedir (Angerosa ve ark., 2006; Boskou ve ark., 2006a; Kalogeropoulos ve Tsimidou, 2014).

3.1.7. Pigmentler

Zeytinyağı, klorofil ve karotenoid içeriğinden dolayı yeşilden sarıya bir renge sahiptir. Yağın rengi, olgunlaşma indeksine, üretilen bölgeye, ekstraksiyon sistemine ve depolama koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterir (Boskou ve ark., 2006a). Standart bir metot olmamasına rağmen, renk, zeytinyağı için önemli bir kalite kriteridir.

Zeytinyağında klorofil, a ve b ve parçalanma ürünleri olan feofitin α ve β şeklinde bulunmakla birlikte, feofitin- α en fazla bulunan klorofildir. Klorofil miktarı, genetik faktörlere, zeytin meyvesinin olgunlaşması arttıkça ve yetiştirme yerinin rakımı yükseldikçe azalmaktadır. Klorofil, ışık altında singlet oksijen sentezleyicisi görevi görüp, oksidasyon reaksiyonlarının hızlanmasına neden olur (Psomiadou ve Tsimidou, 2001; Min ve Boff, 2002; Boskou ve ark., 2006a).

Zeytinyağında başlıca bulunan karotenoid lutein ve β -karoten olup, miktarları, daha az olmakla birlikte, klorofil miktarını etkileyen benzer faktörlere bağlıdır. Karotenoidler, singlet oksijen tutucu görevi yaparak, yağı fotooksidasyona karşı korurlar (Psomiadou ve Tsimidou, 2001; Min ve Boff, 2002; Boskou ve ark., 2006a).

3.2. Zeytinyağının Kalitesini Etkileyen Faktörler

İyi kalitede zeytinyağı elde etmek birçok faktöre bağlıdır. Bunlar arasında, zeytin çeşidi, zeytin ağacının yetiştirildiği bölge, bölgeye hakim iklim koşulları, tarımsal uygulamalar, zeytinin hasat zamanı ve metodu ile zeytin işleme metotları, gerek yağ miktarını ve gerekse de yağın bileşimini etkileyen en önemli faktörlerdir (Aparicio ve Luna, 2002; Rotondi ve ark., 2004; Angerosa ve ark., 2006; Šarolić ve ark., 2014).

Zeytin, majör ve minör fenotipik ve genetik farklılıklar gösteren birçok çeşide sahiptir. Günümüzde, meyve boyutu, renk, yağ miktarı, yağ asidi kompozisyonu ve diğer özellikleri farklı birçok çeşit, zeytin üreten ülkeler tarafından tescillenmiştir. Çeşit farklılıkları, elde edilen yağ miktarına, yağın kalite ve saflık kriterlerine ve duyuşal özelliklerine etkilidir (García ve ark., 1996; Aparicio ve ark., 1997; Pardo ve ark., 2007; Lazzez ve ark., 2008; Yavuz, 2008; El Sohaimy ve ark., 2016).

Farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağları ile yapılan önceki çalışmalarda, zeytinyağlarının yağ asidi profilinin (Arslan ve Özcan, 2011; Keceli, 2013; El Sohaimy ve ark., 2016), fenolik bileşiklerin (El Sohaimy ve ark., 2016) tokoferol (Arslan ve Özcan, 2011), klorofil (Arslan ve Özcan, 2011; Keceli, 2013; Zegane ve ark., 2015), karotenoid (Arslan ve Özcan, 2011; Keceli, 2013; Zegane ve ark., 2015), toplam fenolik madde miktarlarının (Keceli, 2013; El Sohaimy ve ark., 2016), serbest asitlik (Arslan ve Özcan, 2011; Zegane ve ark., 2015; El Sohaimy ve ark., 2016), peroksit (Arslan ve Özcan, 2011; Zegane ve ark., 2015; El Sohaimy ve ark., 2016), iyot (Keceli, 2013) ve K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerlerinin (Zegane ve ark., 2015)ve antioksidan kapasitelerinin (Keceli, 2013; El Sohaimy ve ark., 2016) ve duyuşal özelliklerinin (El Sohaimy ve ark., 2016) değişiklik gösterdiği bildirilmiştir.

Zeytin meyvesinin olgunluğu, elde edilecek natürel sızma zeytinyağının kalitesi ve duyuşal özellikleri ile ilişkili en önemli faktörlerden biridir (García ve ark., 1996; Youssef ve ark., 2010; El Sohaimy ve ark., 2016). Optimal hasat zamanının seçimi hem fazla miktarda, hem de iyi kalitede zeytinyağı elde etmek için oldukça önemlidir (García ve ark., 1996; Lazzez ve ark., 2008).

Meyve olgunluğu; çeşide, yetiştirme alanının rakımına, su varlığına, sıcaklığa ve tarımsal uygulamalara bağlı olarak değişiklik gösterir (Boskou ve ark., 2006a; Nasini ve Proietti, 2014). Meyvenin fizyolojisi, meyvenin olgunluk seviyesine bağlı olarak farklılık gösterir ve bu değişiklikler yağ kalitesinde değişmeye neden olur. Ayrıca, böcek istilası ve fungal bulaşmalar gibi dış faktörler, olgunlaşma boyunca artış göstererek yağ kalitesinin düşmesine sebep olurlar (García ve ark., 1996; El Sohaimy ve ark., 2016).

Olgunlaşma boyunca, organik maddelerin özellikle de trigliseritlerin enzim aktiviteleri sonucunda sentezlenmelerine bağlı olarak zeytinyağının kalitesinde çok önemli role sahip kimyasal değişimler meydana gelir. Olgunlaşma derecesi, yağ verimi, acılık, yağ asidi kompozisyonu, polifenol, sterol, tokoferol ve pigment miktarları ile yağın duyuşal

özellikleri için sınırlayıcı bir faktördür (Gutiérrez ve ark., 2000; Arslan, 2010; El Sohaimy ve ark., 2016).

Farklı olgunluk derecesine sahip zeytinlerden üretilen zeytinyağları üzerine yapılan çalışmalarda, olgunluk indeksi arttıkça zeytinyağının saflık ve kalite kriterlerinde düşüşler olduğu ve bunların zeytinyağının duyuşal özelliklerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Bu çalışmalarda, geç hasat edilen zeytinlerden üretilen zeytinyağlarında iyot (El Sohaimy ve ark., 2016) ve sabunlaşma (El Sohaimy ve ark., 2016) sayıları, oleik asit (Gutiérrez ve ark., 1999a; Salvador ve ark., 2001a), toplam, *o*-difenol ve sekoiridoid türevi fenolik (Gutiérrez ve ark., 1999a; Salvador ve ark., 2001a; Rotondi ve ark., 2004; Keceli, 2013; Franco ve ark., 2014; Kalogeropoulos ve Tsimidou, 2014; El Sohaimy ve ark., 2016), β -sitosterol ve Δ^5 -avenasterol (Gutiérrez ve ark., 1999a; Salvador ve ark., 2001a), klorofil (Salvador ve ark., 2001a; Keceli, 2013), karotenoid (Salvador ve ark., 2001a; Keceli, 2013) ve tokoferol miktarları (Franco ve ark., 2014), antioksidan kapasiteleri (oksidatif stabiliteleri) (García ve ark., 1996; Gutiérrez ve ark., 1999a; Salvador ve ark., 2001a; Rotondi ve ark., 2004; Keceli, 2013; Franco ve ark., 2014; El Sohaimy ve ark., 2016) ve duyuşal özellikleri (García ve ark., 1996; Gutiérrez ve ark., 1999a; Salvador ve ark., 2001a; Rotondi ve ark., 2004) azalış; çok doymamış yağ asitleri (Gutiérrez ve ark., 1999a; Salvador ve ark., 2001a; Keceli, 2013; El Sohaimy ve ark., 2016), kampestanol, stigmasterol ve klerosterol, (Gutiérrez ve ark., 1999a) ile basit fenollerin miktarları (Salvador ve ark., 2001a; Rotondi ve ark., 2004; Kalogeropoulos ve Tsimidou, 2014), serbest asitlik (García ve ark., 1996; Gutiérrez ve ark., 1999a; Keceli, 2013; Kalogeropoulos ve Tsimidou, 2014; El Sohaimy ve ark., 2016), peroksit (Gutiérrez ve ark., 1999a; Keceli, 2013; El Sohaimy ve ark., 2016), iyot (Keceli, 2013) ve K_{232} (García ve ark., 1996; Salvador ve ark., 2001a; El Sohaimy ve ark., 2016) değerleri artış göstermiştir.

Sulama ve gübreleme zeytin meyvesinin olgunlaşmasına etki eden önemli tarımsal uygulamalardır (Motilva ve ark., 2000; Angerosa ve ark., 2006; Gómez-Rico ve ark., 2007; Dabbou ve ark., 2010a; Kalogeropoulos ve Tsimidou, 2014). Sulama ve gübreleme yapılarak üretilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında, bazı kalite ve saflık kriterlerinde değişiklik meydana gelir. Önceki çalışmalar farklı sonuçlar bildirmesine rağmen, genelde, sulama ile elde edilen yağ ve fenolik bileşiklerin miktarlarında, serbest asitlik, peroksit, K_{232} ve K_{270} değerlerinde ve palmitik asit oranında artış, doymamış yağ asitlerinin oranlarında ise azalış olduğu görülmüştür (Dabbou ve ark., 2010a).

Zeytin meyvesinin yetiştirildiği bölgenin coğrafi konumu (rakım) ve iklim özellikleri (yağmur, sıcaklık, nem) yetiştirilen zeytin meyvesinin olgunluğunu, yağ verimini, kimyasal bileşimini ve duyuşal özelliklerini doğrudan etkileyen en önemli faktörlerdir (Mousa ve ark., 1996; Aparicio ve Luna, 2002; Angerosa ve ark., 2006; Dıraman, 2007; Kırılan ve ark., 2009; Ocakoglu ve ark., 2009; Arslan ve Özcan, 2011; Kapudere ve Söylemez, 2012; Zegane ve ark., 2015). Yapılan önceki çalışmalarda, sıcak iklimlerde yetişen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında, daha ılıman yerlerde üretilenlere göre, linoleik ve palmitik asitlerin yüksek, oleik asidin ise düşük; yüksek rakımlı yerlerde yetişen zeytinlerden üretilen zeytinyağlarında ise, düşük rakımda üretilenlere göre, linoleik asidin yüksek, oleik asit, sterol, tokoferol, klorofil ve fenollerin ve yağların oksidatif stabilitelerinin düşük olduğu bulunmuştur (Aparicio ve Luna, 2002; Angerosa ve ark., 2006; Yavuz, 2008; Arslan ve Özcan, 2014; Uluata ve ark., 2016). Ülkemizde yapılan çalışmalarda, zeytinyağlarının kalite ve saflık kriterlerinin bölgeye göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Yavuz, 2008; Kırılan ve ark., 2009; Yorulmaz, 2009; Arslan, 2010; Kapudere ve Söylemez, 2012; Kesen ve ark., 2014; Yorulmaz ve ark., 2014).

İyi kalitede zeytinyağı üretimi, her şeyden önce hasat sonrası zeytinlerin uygun koşullarda taşınmasına ve yağa işlemeye kadar geçen sürede depolanmasına bağlıdır. Mekanikse hasarlar ve sıcaklıktan kaynaklanacak zararlar, istenmeyen enzimatik reaksiyonların oluşumuna ve küf ve mayaların çoğalmasına neden olur (Petrakis, 2006). Bu tür zeytinlerden üretilen yağlarda, doymamış yağ asitleri, fenolik madde, sterol, tokoferol ve karotenoid miktarlarında ve antioksidan kapasitesinde azalma, serbest asitlik, peroksit, K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerlerinde artma meydana gelir.

Kırma, ezme, malaksiyon, ekstraksiyon ve santrifüjleme ve bunlarda kullanılan yöntemler ve süreler, elde edilecek zeytinyağının yağ asitleri, fenolik bileşikleri, karotenoidleri, tokoferolleri ve klorofilleri miktar ve kompozisyon olarak etkilerler (Favati ve ark., 1995; De Stefano ve ark., 1999; Angerosa ve ark., 2001; Ranalli ve ark., 2001; Gallardo-Guerrero ve ark., 2002; Servili ve Montedoro, 2002; Ranalli ve ark., 2003; Salvador ve ark., 2003; Kırılan ve ark., 2005; Torres ve Maestri, 2006a, 2006b; Dıraman, 2007; Issaoui ve ark., 2009; Ammar ve ark., 2014; Kalogeropoulos ve Tsimidou, 2014; Gharbi ve ark., 2015). Kırma ve ezme sırasında enzimlerin aktivasyonundan, malaksiyon sırasında eklenen sudan ve ekstraksiyon sırasında uygulanan uzun süre ve yüksek sıcaklıktan dolayı özellikle polar bileşiklerde ve antioksidan özellik gösteren diğer bileşiklerde kayıplar söz konusu olur.

3.3. Zeytinyağının Sınıflandırılması ve Kalite Kriterleri

Tüketici sağlığını korumak, kaliteyi garanti altına almak ve adil bir ticaret yapmak için bazı ülkeler kendi ulusal zeytinyağı standartlarına sahip iken, birçok ülke Kodeks Alimentarius, IOC ve EC gibi kuruluşların hazırladığı standartları kabul etmişlerdir.

Ülkemizde zeytinyağı ile ilgili ilk yasal düzenlemeler Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından 1963 yılında hazırlanarak “TS 72 Yemeklik Zeytinyağı” olarak yayınlanmıştır. Bu standart, 2011 yılında “TS 341” olarak revize edilmiş ve 2012 ve 2015 yıllarında “TS 341/T1” ve “TS 341/T2” no’lu tadiller eklenmiştir. 1995 yılında 560 sayılı “Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname” ile yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi (TGK), 1998 yılında “Yemeklik Zeytinyağı ve Yemeklik Prina Yağı Hakkında Tebliği (Tebliğ No: 98/7)” yayınlamıştır. Bu tebliğ, 2010 yılında “Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35)” olarak değiştirilmiş ve 2014 yılında revize edilmiştir (Tebliğ No: 2014/54). Ayrıca 2014 yılında “Zeytinyağı ve Prina Yağı Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ No: 2014/53)” yayınlanmıştır.

TGK (2010) ve IOC (2015b)’de zeytinyağı, sadece zeytin ağacı, *Olea europaea* L. meyvelerinden elde edilen yağlar olarak tanımlanmıştır. Çözücü kullanılarak ekstrakte edilen veya reesterifikasyon işlemi ile doğal trigliserit yapısı değiştirilmiş yağlar ve diğer yağlarla karışımı bu tanımın dışında tutulmuştur. TGK (2010) ve IOC (2015b)’nin zeytinyağlarının adlandırılmasında ve sınıflandırılmasında benzerlikler bulunmasına rağmen kısmen farklılıklar da göstermektedir (Çizelge 3.1). Yukarıda da belirtildiği üzere, çeşit, olgunluk, tarımsal uygulamalar, çevresel faktörler ve yağ üretim metotları ve ekonomik çıkarlar göz önüne alındığında bu farklılıkların görülmesi yadsınamaz bir gerçektir. Örneğin, TGK (2014)’te ham/rafinaajlık zeytinyağının serbest asitliği $> \%2.0$ olarak belirtilirken, IOC (2015b) bu değeri $> \%3.3$ ’e çıkararak, asitliği $\%2.0-3.3$ arasında olan “sıradan zeytinyağı” adında başka bir sınıf oluşturmuştur.

Zeytin ve prina yağlarının sınıflandırılmasında TGK ve IOC benzer kriterleri kullanmış olup; bunlar, kalite, saflık ve duyuşsal olmak üzere 3 ana başlıkta toplanmıştır. Çizelge 3.2’de natürel sızma/ekstra natürel zeytinyağı için bu 3 temel kriterin içerdiği özellikler verilmiştir. Her üç kodeks/standartta da natürel sızma/ekstra natürel zeytinyağı için belirlenen değerler benzerlik göstermektedir.

Çizelge 3.1. Zeytinyağlarının sınıflandırılması

TGK (2010)	IOC (2015b)
<i>1. Zeytinyağı (Z)</i>	<i>1. Zeytinyağı (Z)</i>
1.1. Natürel Z	1.1. Natürel Z
	1.1.1. Tüketime Uygun Olan
1.1.1. Natürel Sızma Z	1.1.1.1. Ekstra Natürel Z
1.1.2. Natürel Birinci Z	1.1.1.2. Natürel Z
	1.1.1.3. Sıradan Z
1.1.3. Ham/Rafinajlık Z	1.1.2. Tüketime Uygun Olmayan
1.2. Rafine Z	1.2. Rafine Z
1.3. Riviera Z	1.3. Zeytinyağı
1.4. Çeşnili Z	--
<i>2. Prina Yağı (PY)</i>	<i>2. Prina Yağı (PY)</i>
2.1. Ham PY	2.1. Ham PY
2.2. Rafine PY	2.2. Rafine PY
2.3. PY + Natürel Z	2.3. PY + Natürel Z

Çizelge 3.2. Natürel sızma zeytinyağlarının kalite, saflık ve duyuşal kriterleri

	TGK (2014)	IOC (2015b)
<i>Kalite Kriterleri</i>		
Serbest asitlik (%’de oleik asit, m/m)		≤ 0.8
Nem ve uçucu madde miktarı (% , m/m)	--	≤ 0.2
Çözünmeyen safsızlıklar (% , m/m)	--	≤ 0.1
Peroksit değeri (meq O ₂ /kg)		≤ 20
UV ışığında özgül soğurma (K _{1cm} ^{%1})		
K ₂₃₂		≤ 2.50
K ₂₇₀		≤ 0.22
ΔK		≤ 0.01
Σ FAEE ¹ (mg/kg)		≤ 30
Halojene Çözücüler (mg/kg)	Her bir halojene çözücü için ≤ 0.1 Halojene çözücü toplamı ≤ 0.2	
İz elementler (mg/kg)		
Demir	--	≤ 3.0
Bakır	--	≤ 0.1

Çizelge 3.2. (Devamı)

	TGK (2014)	IOC (2015b)
Saflık Kriterleri		
Sabunlaşmayan madde (g/kg)	--	≤ 15
Yağ asitleri (%)		
Miristik	≤ 0.03	
Palmitik	7.5-20.0	
Palmitoleik	0.3-3.5	
Margarik	≤ 0.3	
Margoleik	≤ 0.3	
Stearik	0.5-5.0	
Oleik	55-83	
Linoleik	3.5-21.0	2.5-21.0
Linolenik	≤ 1.0	
Araşidik	≤ 0.6	
Gadoleik	≤ 0.4	
Behenik	≤ 0.2	
Lingoserik	≤ 0.2	
Trans yağ asitleri (%)		
C18:1 _t	≤ 0.05	
C18:2 _t + C18:3 _t	≤ 0.05	
Gerçek ve teorik ECN 42 trigliserit arasındaki fark	≤ 0.2	
2-gliseril palmitat (%)		
C16:0 ≤ %14 ise	≤ 0.9	
C16:0 > %14 ise	≤ 1.0	
Sterol kompozisyonu (%)		
Kolesterol	≤ 0.5	
Brassikasterol	≤ 0.1	
Kampesterol	≤ 4.0	
Stigmasterol	< Kampesterol	
Δ ⁷ -stigmastenol	≤ 0.5	
Görünür β-sitosterol	≥ 93	
Σ Sterol	≥ 1000	
Σ (Eritrodiol+Uvaol) (% , Σ Sterolde)	≤ 4.5	
Stigmastadien (mg/kg)	≤ 0.05	
Mumsu maddeler (mg/kg)		
C42+C44+C46	≤ 150	

Çizelge 3.2. (Devamı)

	TGK (2014)	IOC (2015b)
<i>Duyusal Kriterler</i>		
Kusurların ortancası/Medyanı		= 0
Meyvemsi özellik ortancası		> 0

¹ Yağ asitlerinin etil esterlerinin toplamı

4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kilis Yağlık, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin ağaç sayısının %52'sini, toplam ağaç varlığımızın %2.8'ini oluşturur. Meyveleri yüksek oranda yağ içerir ve yağ kalitesi yüksektir. Meyveleri çok küçük olmasına rağmen verimi iyidir. Arbequina zeytini, İspanya'nın kuzey doğusunda Katalonya bölgesine ait bir çeşittir. Yurdumuza 2006 sezonunda yeni girmeye başlamıştır. Arbequina'nın popülerliği yağının kalitesi, aromatik tadı ve tarımının kolay yapılabilmesi sayesinde. Küçük meyveli olmasına rağmen yüksek verimli ve erken verime yatabilen bir çeşittir (Torres ve Maestri, 2006a; Dabbou ve ark., 2010a; Uluata ve ark., 2016). Gemlik, Marmara Bölgesindeki ağaç varlığının %80'ini, toplam ağaç sayısının %11'ini oluşturur. Sayı bakımından Memecik ve Ayvalık çeşitlerinden sonra 3. sırada yer alır. Meyveleri orta iriliktir. İyi bakım şartlarında düzenli ürün verir ve soğuğa karşı kısmen dayanıklıdır.

Garcia ve ark. (1996) Arbequina çeşidinden elde edilen zeytinyağlarında, olgunluk zamanının (yeşilden siyaha) ilerlemesi ile yağın serbest asitlik, peroksit değeri, K_{232} ve K_{270} ve oksidatif stabilite değerlerinin artış gösterdiğini, tokoferol miktarının ise artan-azalan şeklinde bir değişim gösterdiğini bildirmişlerdir.

Motilva ve ark. (2000), farklı miktarda sulama yapılan Arbequina çeşidinden üretilen zeytinyağlarında klorofil, karotenoid ve toplam fenolik madde miktarlarının arttığını, palmitik, stearik ve linoleik asit oranlarının çok az artış gösterdiğini, palmitoleik ve oleik asit oranlarının ise çok az düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir.

Torres ve Maestri (2006a, 2006b) Arjantin'de yetişen Arbequina çeşidinden elde edilen zeytinyağlarının, İspanya'da yetişenlerden elde edilenlere göre, daha az oleik asit fakat daha fazla fenolik bileşik içerdiklerini bildirmişlerdir. Ekstraksiyon ve santrifüjleme işlemlerinin, zeytinyağının kalite ve saflık kriterlerine farklı etkileri olduğunu bulmuşlardır.

Criado ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, 5 farklı olgunluk indeksinde toplanan Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağlarının klorofil içeriğinin 46.32'den 0.40 mg/kg'a, karotenoid içeriğinin ise 18.3'ten 1.3 mg/kg'a düştüğünü tespit etmişlerdir.

Pardo ve ark. (2007), İspanya'da farklı zeytin çeşidi ile yaptıkları çalışmada, Arbequina çeşidinden elde edilen yağlarda serbest asitlik, palmitik asit, palmitoleik asit, linolenik asit ve toplam tokoferol diğer çeşitlere göre daha yüksek, stearik asit, oleik asit, toplam fenol ve oksidatif stabilitenin ise daha düşük olduğunu belirlemiştir.

Carelli (2008), Arbequina çeşitlerinden elde edilen yağların yağ asidi, tokoferol, karotenoid, klorofil, fenolik, sterol ve mumsu maddelerin kompozisyonlarının ve miktarlarının bölgelere göre farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir.

Yavuz (2008), Kilis yağlık ve Gemlik çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, serbest asitlik, peroksit değeri, sabunlaşma sayısı, iyot sayısı, K_{232} ve yağ asidi profilinin, lokasyon ve hasat yılına göre farklılık gösterdiğini belirlemiştir.

Allalout ve ark. (2009), Tunus'ta farklı sulama rejimleri uygulanan Arbequina ve Arbequina I-18 çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının kalite ve saflık kriterlerini araştırdıkları çalışmada, klorofil, karotenoid, tokoferol, toplam fenolik madde, *p*-kumarik ve ferulik asitler ile 3,4 DHPEA-EDA miktarlarının ve oksidatif stabilitenin Arbequina I-18 çeşidinden elde edilen yağda daha yüksek olduğunu, yağ asidi kompozisyonunu oluşturan yağ asitlerinin oranlarının ve diğer fenolik bileşiklerin miktarlarının ise her ikisinde de benzer olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca sulama arttıkça zeytinyağlarının serbest asitlik değerlerinde, tokoferol miktarında, doymamış yağ asitlerinin oranlarında düşüş; K_{232} ve K_{270} değerlerinde, toplam fenoliklerin ve fenolik bileşiklerin miktarlarında ve palmitik asidin oranında artış olduğunu bildirmiştir.

Kaya (2009), İznik'te yetiştirilen Gemlik çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, olgunluk düzeyi arttıkça serbest asitlik, peroksit değeri ve iyot sayısının arttığını, antioksidan kapasitesi ve toplam fenol miktarının ise azaldığını belirlemiştir.

Kıralan ve ark. (2009), Kilis yağlık çeşidinden elde edilen yağ örneklerinin, diğer çeşitlerden (Halhalı, Hasebi, Nizip yağlık ve Karamani) elde edilenlere göre, benzer serbest asitlik ve peroksit değerleri ile yağ asidi kompozisyonu (miktar olarak) gösterdiği, fakat K_{232} ve K_{270} ve oksidatif stabilite değerleri ile toplam fenolik madde miktarının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Ocakoğlu ve ark. (2009), 2 farklı hasat yılında toplanan Gemlik çeşidinden üretilen zeytinyağların, iklimsel farklılıklardan dolayı, fenolik bileşiklerinin dağılımında, toplam fenolik madde miktarlarında ve peroksit değerlerinde farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

Yorulmaz (2009), Kilis ve Gaziantep ilerinde yetiştirilen Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, yağ asidi profili, trigliserit profili, fenolik bileşenler ve toplam fenolik madde miktarında lokasyon ve hasat

yılına göre farklılık gösterdiğini belirlemiştir.

Arslan (2010), Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, bölge, olgunluk düzeyi ve hasat yılın yağın kalite ve saflık kriterlerinde farklılığa neden olduğunu belirlemiştir. Meyve olgunluğunun artmasıyla birlikte, serbest asitlik, peroksit değeri, linoleik asit miktarlarında artış; klorofil, karotenoid, toplam tokoferol, toplam fenol, antioksidan kapasitesi ve oleik asit miktarlarının azaldığını belirlemiştir. Fenolik bileşenlerin miktarında ise dalgalanma olduğunu saptamıştır.

Türkiye, Fas ve Tunus'ta yetiştirilen Arbequina çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yapılan çalışmalarda Türkiye'de yetiştirilen yağ örneklerinde serbest asitlik ve oleik asit miktarının daha yüksek, ΣSFA ve palmitoleik asit miktarının ise düşük olduğu görülmüştür (Dıraman, 2010; Chtourou ve ark., 2013; Farid ve ark., 2013).

Dabbou ve ark. (2010b), Tunus'a adapte edilen Arbequina çeşidinden üretilen zeytinyağlarını, bölgeye has çeşitlerden üretilen yağlar ile kıyasladıkları çalışmada, kurak koşulların Arbequina çeşidinden üretilen yağın kalite ve saflık kriterlerini etkilediğini bildirmişlerdir.

Dıraman (2010), Arbequina ve Gemlik çeşitlerini de içeren 21 farklı çeşitten elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, serbest asitlik, peroksit, K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri ile yağ asidi oranları kullanarak, kümeleme analiz yöntemi ile yağların orijininin belirlenebileceğini bildirmiştir.

Kıralan (2010), Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, bölge ve hasat yılının serbest asitlik, peroksit, K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerlerinde ve yağ asit profilinde farklılığa neden olduğunu belirlemiştir.

Arslan ve Özcan (2011), Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden farklı yıllarda ve farklı olgunlaşma evresinde hasat edilmesi sonucu elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliğinde, peroksit değerlerinde, yağ asidi profillerinde, tokoferol, karotenoid ve klorofil içeriklerinde değişimler olduğunu bildirmişlerdir. Olgunlaşma evresi ilerledikçe, klorofil, karotenoid, palmitik, stearik ve oleik asit miktarlarında azalış, serbest asitlik ve peroksit değerlerinde ve linoleik miktarında ise artış olduğunu bulmuşlardır. Hasat yıllarına göre ise meydana gelen iklimsel değişikliklerin incelenen kriterler üzerinde düzensiz değişimlere neden olduğunu bildirmişlerdir.

Kapudere ve Söylemez (2012), Gaziantep'te yetiştirilen Gemlik çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, serbest asitlik, yağ asidi profili ve

sterol kompozisyonunun lokasyona göre değişiklik gösterdiğini belirlemiştir.

Kelebek ve ark. (2012), Hatay ilinde yetiştirilen Gemlik çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, serbest yağ asitliği %1.02, peroksit değeri 8.85 meq O₂/kg, fenol bileşenlerini, mg/kg olarak, hidroksitirosol 3.21, tirosol 9.85, kafeik asit 0.08, vanilik asit 0.08, vanilin 0.02, şirincik asit 0.49, *p*- kumarik asit 0.88, ferulik asit 0.22, sinamik asit 0.76, apigenin 5.40 ve luteolin 1.28 olarak belirlemiştir.

Türkoğlu ve ark. (2012), Nizip ve Birecik illerinde yetiştirilen Gemlik çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, serbest asitlik, peroksit değeri, sabunlaşma sayısı, yağ asidi profili ve toplam fenolik madde miktarlarının lokasyona göre değişiklik gösterdiğini belirlemiştir.

Bakhouche ve ark. (2013); İspanyanın çeşitli bölgelerinde yetişen Arbequina çeşidinden elde ettikleri zeytinyağlarının fenolik bileşimlerinin değişiklik gösterdiğini ve fenolik bileşiklerin dağılımının belirlenmesinin yağların otantikliğinin belirlenmesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Chtourou ve ark. (2013), Tunus'ta yetiştirilen Arbequina ve Chemlali çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının karakterizasyonunu belirlemek için yapılan çalışmada, Arbequina yağ örneğinin Chemlali yağ örneğine göre daha düşük serbest asitlik, peroksit değeri, K₂₃₂, K₂₇₀, klorofil ve karotenoid, Δ^5 -avenasterol, toplam sterol, palmitik asit ve linoleik asit miktarları ve daha yüksek oleik asit ve β -sitosterol miktarları belirlemiştir.

Eid ve ark. (2013), Mısır'da Arbequina çeşidinden 2010/2011 ve 2011/2012 hasat zamanlarında elde edilen natürel sızma zeytinyağları üzerine yaptığı çalışmada, 2011/2012 hasat zamanında elde edilen yağda, serbest asitlik ve peroksit değerlerinin, toplam fenol, toplam tokoferol, klorofil ve karotenoid miktarlarının, palmitoleik, oleik ve linolenik asit oranlarının ve oksidatif stabilite değerinin yüksek; K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerlerinin ve stearik, palmitik ve linoleik asit oranlarının düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Keçeli (2013), farklı olgunlaşma evresindeki Gemlik çeşidinden üretilen zeytinyağların özelliklerini incelediği bir çalışmada, bazı kalite (serbest asitlik ve iyot sayısı) ve saflık (yağ asitleri) kriterleri ile minör bileşenlerin (karotenoid ve klorofiller), meyve olgunluk indeksi arttıkça olumsuz yönde etkilendiğini bildirmiştir.

López-Cortés ve ark. (2013), İspanya'nın doğu bölgesinde beş farklı lokasyonda yetiştirilen Arbequina çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının

karakterizasyonunu belirlemek için yaptıkları çalışmada, kalite ve saflık kriterlerinde lokasyon etkisinin çok az olduğunu belirlemiştir.

Arslan ve Özcan (2014), Kilis yağlık çeşidinden üretilen zeytinyağındaki fenolik bileşiklerin, tokoferollerin, klorofillerin ve karotenoidlerin miktarlarının; serbest asitliğin, peroksit ve renk değerlerinin ve yağ asidi kompozisyonunun hasat yılına ve bölge farklılıklarına göre değiştiğini bildirmişlerdir. Yüksek rakımlı ve bol yağış alan bölgelerdeki zeytinlerden üretilen zeytinyağlarında oleik asit ve fenolik bileşiklerin düşük, tokoferollerin ise yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Franko ve ark. (2014), Güney-Batı İspanya'da Arbequina çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, meyve olgunluğu arttıkça oksidatif stabilite, toplam fenol ve toplam tokoferol miktarının azaldığını belirlemiştir.

Kesen ve ark. (2014) Kilis yağlık çeşidinden elde edilen zeytinyağlarında, serbest asitlik, peroksit, K_{232} ve K_{270} değerlerinin ve fenolik bileşiklerin dağılımının, bölge ve hasat yılına göre değiştiğini bildirmişlerdir.

Yorulmaz ark. (2014), Güneydoğu Anadolu'da yetişen Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağında yaptığı çalışmada, %14.96 ve 13.17 palmitik asit, %1.02 ve 1.22 palmitoleik asit, %3.17 ve 2.56 stearik asit, %70.26 ve 72.61 oleik asit, %8.96 ve 8.55 linoleik asit ve % 0.64 ve 0.74 linolenik asit; sterol (mg/kg) olarak, 7.25 ve 6.02 kolesterol, 39.02 ve 42.48 kampesterol, 10.17 ve 15.71 stigmasterol, 135.89 ve 14.93 klerosterol, 1094.24 ve 1406.13 β -sitosterol, 15.01 ve 12.21 sitostanol, 85.05 ve 147.00 Δ^5 -avenasterol, 7.71 ve 14.15 $\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol, 7.84 ve 6.74 Δ^7 -stigmastenol ve 14.60 ve 13.74 Δ^7 -avenasterol içerdiğini bulmuşlardır.

Uluata ve ark. (2016), Adana ve İzmir illerinde yetiştirilen Arbequina çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında yaptığı çalışmada, Adana orjinli yağ örneklerinde peroksit değeri, palmitik asit, linoleik asit, Δ^5 -avenasterol, PPO, POO, PLO ve toplam tokoferol miktarının daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. İzmir orjinli yağ örneklerinde serbest asitlik, oleik asit, OOO, SOO, OLO, β -sitosterol, antioksidan kapasitesi ve toplam fenol miktarının daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

5. MATERYAL VE YÖNTEM

5.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak, Kahramanmaraş bölgesinde 2014 yılında yetiştirilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşidi zeytinlere ait 3 adet natürel sızma zeytinyağları örnek olarak kullanılmıştır. Yağ örnekleri, Kahramanmaraş'ta, 3 fazlı sürekli-sistem ile üretim yapan zeytinyağı işletmesinden temin edilmiştir. Örnekler bir litrelik şişelere tepe boşluğu kalmayacak şekilde doldurulmuş ve alüminyum folyoyla kapatılmış şekilde analiz edilinceye kadar +4 °C'de muhafaza edilmiştir.

5.2. Yöntem

5.2.1. Serbest yağ asitliği tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinde serbest yağ asitliği tayini, COI/T.20/Doc. No 34 (IOC, 2015c) standart metoduna göre yapılmıştır. Sonuçlar % oleik asit ($M_A=282$ g/mol) cinsinden aşağıda verilen formül (3.1) ile hesaplanmıştır:

$$\text{Serbest Yağ Asitliği (\% Oleik asit)} = \frac{282 \times V \times C}{1000 \times m} \times 100 \quad (3.1)$$

Burada;

V = Analiz için harcanan etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin hacmi (mL)

C = Etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin derişimi (mol/L)

m = Örnek miktarı (g)

5.2.2. Peroksit değeri tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin peroksit değeri, AOCS Resmi Metot Cd 8-53 (AOCS, 2003)'e göre belirlenmiştir. Sonuçlar, 1 kg yağda bulunan peroksit olarak bağlı miliekivalent oksijenin miktarı cinsinden aşağıda verilen formül (3.2) ile hesaplanmıştır:

$$\text{Peroksit Değeri (meq O}_2\text{/kg yağ)} = \frac{1000 \times (V_K - V_T) \times C}{m} \quad (3.2)$$

Burada;

V_K = Kör deneme için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

V_T = Analiz için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

C = Sodyum tiyosülfat çözeltisinin derişimi (mol/L)

m = Örnek miktarı (g)

5.2.3. İyot sayısı tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinde iyot sayısı tayini, AOCS Resmi Metot Cd 1d-92 (AOCS, 2009)'a göre yapılmıştır. İyot sayısı, 100 g yağa bağlanan iyot miktarı (cg) cinsinden aşağıda verilen formül (3.3) ile hesaplanmıştır:

$$\text{İyot Sayısı} = \frac{12.69 \times (V_K - V_T) \times C}{m} \quad (3.3)$$

Burada;

V_K = Kör deneme için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

V_T = Analiz için harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi (mL)

C = Sodyum tiyosülfat çözeltisinin derişimi (mol/L)

m = Örnek miktarı (g)

5.2.4. Sabunlaşma sayısı tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin sabunlaşma sayıları, AOCS Resmi Metot Cd 3-25 (AOCS, 2010)'a göre belirlenmiştir. Sonuçlar, 1 g yağ örneğinin sabunlaşması için gereken potasyum hidroksit miktarının mg cinsinden aşağıda verilen formül (3.4) ile belirlenmiştir:

$$\text{Sabunlaşma Sayısı (mg KOH/g yağ)} = \frac{56.1 \times (V_K - V_T) \times C}{m} \quad (3.4)$$

Burada;

V_K = Kör deneme için harcanan hidroklorik asit çözeltisinin hacmi (mL)

V_T = Analiz için harcanan hidroklorik asit çözeltisinin hacmi (mL)

C = Hidroklorik asit çözeltisinin derişimi (mol/L)

m = Örnek miktarı (g)

5.2.5. Sabunlaşmayan madde miktarı tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinde sabunlaşmayan madde tayini, ISO Metot No 3596 (ISO, 2000)'e göre yapılmıştır. Sonuçlar, 1 kg yağ örneğindeki sabunlaşmayan madde miktarı (g) cinsinden aşağıda verilen formül (3.5) ile belirlenmiştir:

$$\text{Sabunlaşmayan Madde (g/kg yağ)} = \frac{A - B - (0.282 \times V \times C)}{m} \times 1000 \quad (3.5)$$

Burada;

A = Kalıntı miktarı (g)

B = Kör deneme sonucunda bulunan kalıntı miktarı (g)

V = Analiz için harcanan etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin hacmi (mL)

C = Etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin derişimi (mol/L)

m = Örnek miktarı (g)

5.2.6. Ultraviyole ışıında özgül soğurma tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin ultraviyole ışıında özgül soğurma değerleri, COI/T.20/Doc. No 19/Rev. 3 (IOC, 2015d) standart metoduna göre, sikloheksan kullanılarak UV spektrofotometrede (UV1800, Shimadzu, Japonya) belirlenmiştir. 232 ve 270 nm dalga boylarındaki özgül soğurma (K_λ) ve 270 nm dalga boyunda özgül soğurma değışimi (ΔK) aşağıda verilen formüller (3.6 ve 3.7) ile belirlenmiştir:

$$K_\lambda = \frac{E_\lambda}{C \times L} \quad (3.6)$$

$$\Delta K = \left| K_{270} - \frac{K_{266} + K_{274}}{2} \right| \quad (3.7)$$

Burada;

K_λ = λ dalga boyundaki özgül soğurma

E_λ = λ dalga boyunda ölçülen soğurma

C = Yağ çözeltisinin konsantrasyonu (g/100 mL)

L = Kuvartz küvetin genişliği (cm)

ΔK = 270 nm dalga boyunda özgül soğurma değışimi

5.2.7. Pigment tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinde toplam klorofil ve karotenoid miktarları spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (Mínguez-Mosquera ve ark., 1991). 25 mL sikloheksan içinde çözündürülen 7.5 ± 0.1 g yağ örneğinin 670 nm (klorofil) ve 470 nm (karotenoid) dalga boylarında (UV1800, Shimadzu, Japonya) absorbans değerleri ölçülmüştür. Özgül soğurma katsayısı, klorofil için 613, karotenoid için 2000 olarak

alınmıştır. (Mínguez-Mosquera ve ark., 1991). Sonuçlar, her iki pigment için mg/kg yağ cinsinden aşağıda verilen formüller (3.8 ve 3.9) ile hesaplanmıştır:

$$\text{Toplam Klorofil (mg/kg yağ)} = \frac{A_{670} \times 10^6}{613 \times 100 \times L} \quad (3.8)$$

$$\text{Toplam Karotenoid (mg/kg yağ)} = \frac{A_{470} \times 10^6}{2000 \times 100 \times L} \quad (3.9)$$

Burada;

A = 670 veya 470 nm dalga boyunda ölçülen soğurma

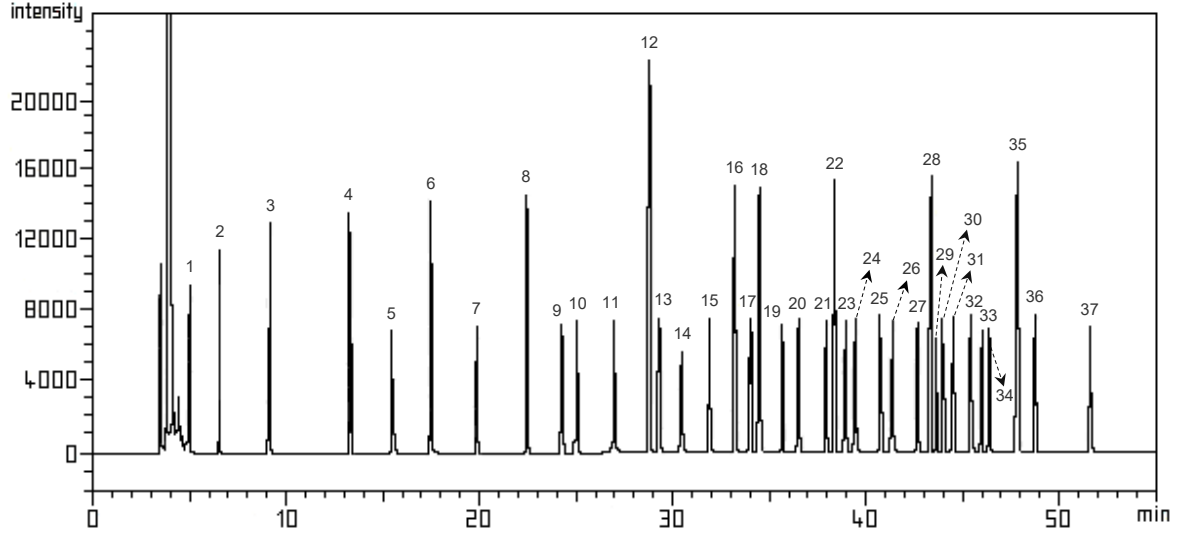
L = Kuvartz küvetin genişliği (cm)

5.2.8. Yağ asitleri tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin yağ asidi kompozisyonu, COI/T.20/Doc. No 33 (IOC, 2015e) standart metodu modifiye edilerek, yağ asitlerinin metil esterlerine (FAME) transesterifikasyonunu takiben gaz kromatografisi (GC) ile belirlenmiştir. FAME'ler, aşağıda çalışma koşulları verilen (Çizelge 5.1) ve bir kapiler kolon (60 m x 0.20 mm x 0.25 µm, TR-CN 100, Teknocruma, İspanya) ile alev iyonizasyon detektörüne (FID) sahip GC (GC-2025, Shimadzu, Japonya) ile analiz edilmiştir. FAME'lerin tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesinde, aşağıda kromatogramı ve alıkonma süreleri verilen (Şekil 5.1) 37 adet FAME içeren referans standart (Supelco 37 Component FAME Mix, Sigma-Aldrich, Almanya) kullanılmıştır.

Çizelge 5.1. Yağ asitlerinin belirlenmesinde kullanılan GC koşulları

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı	: 250 °C
Detektör sıcaklığı	: 250 °C
Fırın sıcaklık programı	: 165 °C'de 8 dak 2 °C/dak artış hızı ile 210 °C 210 °C'de 5 dak
Taşıyıcı gaz	: Helyum (1 mL/dak)
Split oranı	: 1:50
Enjeksiyon hacmi	: 0.5 µL



Peak	Name	Ret.Time	Area%	Peak	Name	Ret.Time	Area%
1	Butyric	4.94	2.62	20	Linoleic	36.43	2.06
2	Caproic	6.41	3.21	21	Gama-Linolenic	37.95	2.03
3	Caprylic	9.29	3.61	22	Arachidic	38.37	4.31
4	Capric	13.30	3.79	23	Alfa-Linolenic	38.90	2.06
5	Undecanoic	15.45	1.91	24	Cis-11-Eicosenoic	39.40	2.10
6	Lauric	17.60	4.00	25	Heneicosanoic	40.83	2.19
7	Tridecanoic	19.85	1.99	26	Cis-11,14-Eicosadienoic	41.35	2.07
8	Myristic	22.41	4.08	27	Cis-8,11,14-Eicosatrienoic	42.73	2.01
9	Myristoleic	24.22	2.00	28	Behenic	43.27	4.37
10	Pentadecanoic	25.06	2.03	29	Cis-11,14,17-Eicosatrienoic	43.65	1.80
11	Cis-10-Pentadecanoic	26.91	2.02	30	Arachidonic	43.78	2.09
12	Palmitic	27.79	6.29	31	Erucic	44.20	2.13
13	Palmitoleic	29.25	2.09	32	Tricosanoic	45.57	2.21
14	Heptadecanoic	30.48	1.57	33	Cis-13,16-Docosadienoic	46.00	1.92
15	Cis-10-Heptadecanoic	31.92	2.08	34	Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic	46.20	1.96
16	Stearic	33.18	4.24	35	Lignoceric	47.88	4.60
17	Elaidic	34.00	2.12	36	Nervonic	48.73	2.19
18	Oleic	34.35	4.26	37	Cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic	51.69	1.95
19	Linolelaidic	35.64	2.02	Total			100.00

Şekil 5.1. FAME standardına ait GC kromatogramı ve değerleri

5.2.9. Fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu

5±0.01 g natürel sızma zeytinyağı örneğine 5 mL metanol/su (80:20, v/v) ilave edilip, vortekste 2 dak karıştırılmış, 5000 rpm'de 10 dak santrifüj edilmiş ve oluşan metanolik faz bir balona aktarılmıştır. Bu işlem 2 kez daha tekrar edildikten sonra, alt metanolik fazlar birleştirilmiş ve 2 kez 5 mL n-hekzan ile yıkanarak polar olmayan kısımların ayrılması sağlanmıştır. Metanol ve n-hekzan 35°C'de azot gazı altında uzaklaştırıldıktan sonra, fenolik maddelerce zengin kalıntı 1 mL metanolde çözündürülmüş ve 0.45 µm PVDF filtresi (Acrodisc Syringe Filters, Pall Life Science, ABD) ile filtre edilmiştir. Metanolik ekstrakt analiz edilinceye kadar sonra -20°C'de saklanmıştır (Montedoro ve ark., 1992).

5.2.10. Fenolik bileşiklerin tayini

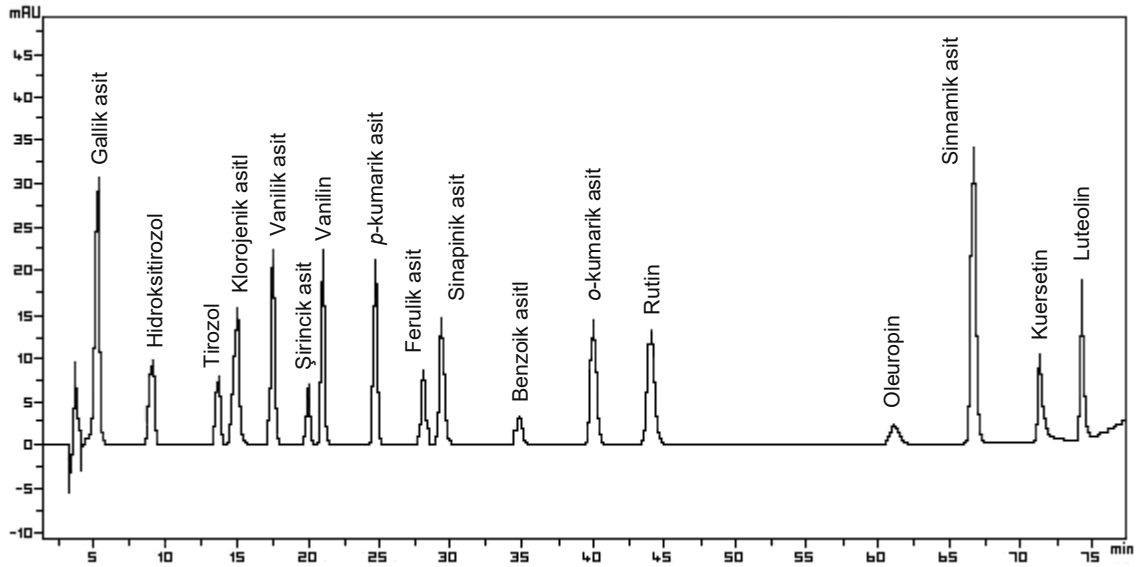
Natürel sızma zeytinyağı örneklerindeki fenolik bileşikler, metanol ekstraksiyonunu (3.2.9) takiben HPLC ile belirlenmiştir (Montedoro ve ark., 1992). Üzerine iç standart olarak 1 mL şirincik asit (15 mg/kg metanolde) ilave edilen metanollü ekstraktın 20 µL'si, aşağıda çalışma koşulları verilen (Çizelge 5.2) ve bir C18 kolon (250 mm x 4.6 mm x 5 µ, ZORBAX Eclipse XDB-C18, Agilent, USA) ile diod seri dedektöre (SPD-M20A, Shimadzu, Japonya) sahip yüksek performanslı sıvı kromatografisine (Shimadzu, Prominence HPLC, Japonya) enjekte edilmiştir. Referans materyal olarak, metanolde hazırlanmış 17 adet standart fenolik bileşik (Sigma-Aldrich, ABD) kullanılmış (Şekil 5.2) olup, sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir.

5.2.11. Toplam fenolik madde miktarı tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinde toplam fenolik miktarı, Folin-Ciocalteu yöntemine göre spektrofotometrik olarak tespit edilmiştir (Gutfinger, 1981). 0.2 mL metanollü ekstrakt (3.2.9) 5 mL distile su ile seyreltildikten sonra üzerine 0.5 mL Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilmiş ve 3 dak karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra, üzerine 1.0 mL %35'lik doymuş sodyum karbonat ilave edilmiş ve toplam hacim 10 mL olacak şekilde distile su ile seyreltilmiştir. Çözeltinin absorbansı, 1 saat sonra şahit çözeltiye karşı 725 nm dalga boyunda (UV1800, Shimadzu, Japonya) ölçülmüştür. Toplam fenolik madde miktarı, kafeik asit standardının farklı konsantrasyonları (0-100 mg/L) ile hazırlanan kalibrasyon eğrisi kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlar, kafeik asit eşdeğeri olarak (mg kafeik asit/kg yağ) verilmiştir.

Çizelge 5.2. Fenolik bileşiklerin tayininde kullanılan HPLC koşulları

Sistem kontrolör	: SCL-10AVP
Oto örnekleme	: SIL-10ADvp
Pompa	: LC-10ADvp
Degazör	: DGU-14A
Kolon fırını	: CTO-10Avp
Kolon sıcaklığı	: 30°C
Enjeksiyon hacmi	: 20 µL
Akış hızı	: 0.8 mL/dak
Mobil faz	: A: %2 Asetik asit (pH 3.1), B: Metanol
Gradient programı	: Başlangıç 10; 10. dak 25; 50. dak 30; (B, %) 60. dak 35; 70. dak 50; 75. dak 80; 80. dak 100



Şekil 5.2. Fenolik bileşiklerin standardına ait HPLC kromatogramı

5.2.12. Fenolik ekstraktların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesi

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinden elde edilen metanolik fenolik ekstraktların (3.2.9) antioksidan kapasiteleri, 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil radikali (DPPH^{*}) kullanılarak spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir (Brand-Williams ve ark., 1995). 0.1 mL metanolik ekstrakt, 3.9 mL DPPH çözeltisine (6×10^{-5} mol/L, metanolde) eklendikten sonra vortekste karıştırılmış ve 30 dak karanlıkta bekletilmiştir. Çözeltinin absorbansındaki düşüş,

herhangi bir ilave yapılmamış DPPH çözeltisi kör (şahit) olarak kullanılarak 515 nm’de (UV1800, Shimadzu, Japonya) 0. ve 30. dak’da ölçülmüştür. Antioksidan aktivitesi, % DDPH* inhibisyonu olarak aşağıda verilen formül (3.10) ile hesaplanmıştır:

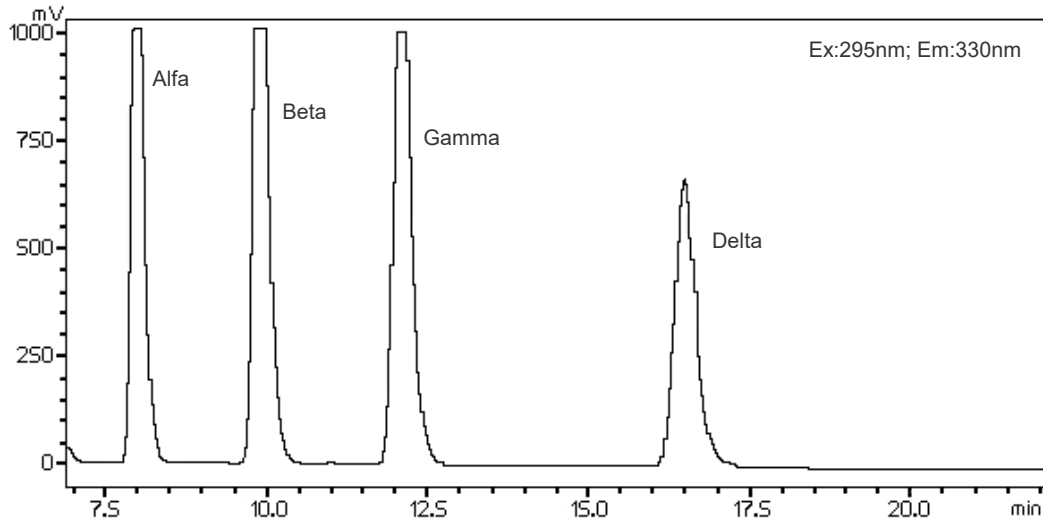
$$\%DDPH^* \text{ İnhibisyonu} = \frac{(ABS_{Kontrol} - ABS_{Örnek})}{ABS_{Kontrol}} \times 100 \quad (3.10)$$

5.2.13. Tokoferol izomerlerinin tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin γ -, β -, γ - ve δ -tokoferol içerikleri ISO standart metot 9936 (ISO, 2006)’ya göre belirlenmiştir. 0.25 ± 0.01 g yağ örneği 25 mL n-heptanda çözündürüldükten sonra 0.45 μ m PVDF filtresi (Pall Life Science, Acrodisc Syringe Filters, ABD) ile filtre edilmiş ve 10 μ L’si aşağıda çalışma koşulları verilen (Çizelge 5.3) ve bir silika kolon (250 mm x 4.6 mm x 5 μ , Phenomenex, Luna Silica (2), USA) ile floresans dedektöre (RF-10AXL, Shimadzu, Japonya) sahip HPLC’ye (Prominence, Shimadzu, Japonya) enjekte edilmiştir. Referans materyal olarak, n-heptanda hazırlanmış tokoferol izomerleri (Sigma-Aldrich, ABD) kullanılmış (Şekil 5.3) olup, sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir. Tüm işlemler, mümkün olduğunca karanlık ortamda yapılmış ve örnekler günü birlik hazırlanarak analize kadar koyu renkli şişelerde muhafaza edilmiştir.

Çizelge 5.3. Tokoferol izomerlerinin tayininde kullanılan HPLC koşulları

Sistem kontrolör	: CBM-20A
Oto örnekleyici	: SIL-20AC
Pompa	: LC-20AT
Degazör	: DGU-20A
Kolon fırını	: CTO-20A
Kolon sıcaklığı	: 30°C
Enjeksiyon hacmi	: 10 μ L
Akış hızı	: 1.2 mL/dak
Mobil faz	: n-Heptan:Tetrahydrofuran (95:5)



Şekil 5.3. Tokoferol standardına ait HPLC kromatogramı

5.2.14. Sterol bileşiklerin tayini

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin sterol bileşimi COI/T.20/Doc. No 10/Rev. 1 (IOC, 2001) standart metoduna göre belirlenmiştir. Yağ örneği, önce etanolik potasyum hidroksit ile sabunlaştırılmış, daha sonra dietil eter ile sabunlaşmayan kısım ekstrakte edilmiştir. Sabunlaşmayan kısımdan, silika jel tabakasında tolüen/aseton (95/1, v/v) hareketli fazı kullanılarak sterol bileşikleri ayrılmış ve akabinde piridin/hekzametil disilazan/trimetil klorosilan (9:3:1, v/v/v) ile türevlendirilmiştir. Türevlendirilmiş örneğin 1 µL'si aşağıda çalışma koşulları verilen (Çizelge 5.4) ve bir ergimiş silika kolon (30 m x 0.22 mm x 0.22 µm, TRB-Sterol, Teknocroma, İspanya) ile FID dedektörüne sahip GC'de (GC-2010, Shimadzu, Japonya) enjekte edilmiş ve elde edilen sonuçlar % olarak verilmiştir.

Çizelge 5.4. Sterol kompozisyonu analizinde kullanılan GC koşulları

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı	: 280 °C
Detektör sıcaklığı	: 300 °C
Fırın sıcaklığı	: 260 °C
Taşıyıcı gaz	: Helyum (1.7 mL/dak)
Split oranı	: 1:10
Enjeksiyon hacmi	: 0.2 µL

5.2.15. İstatistik analizler

En az 3 paralelli olarak yürütölen analizlerden elde edilen verilerin istatistiksel olarak değeriendirilmesinde SPSS® (ver.23) paket programı (IBM, ABD) kullanılmıştır. Veriler tek yönlü varyans (ANOVA) analize tabi tutulmuş ve istatistiksel olarak önemli bulunan ortamlar arasındaki farklılıklar, ikili karşılaştırmalarda Bağımsız-Örnekler T-Testi, çoklu karşılaştırmalarda ise Duncan Testi kullanılarak belirlenmiştir. Farklıların %5 seviyesinde istatistiksel olarak önemli olduğu kabul edilmiştir.



6. ARAŞTIRMA BULGULAR VE TARTIŞMA

Zeytinin genetik orijin bölgesi içinde yer alan ülkemiz, Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Karadeniz gibi farklı tarımsal ve çevresel bölgelere bağlı çeşit zenginliği ile dünya zeytinciliğinde önemli bir yere sahiptir. Türkiye’de, yağ üretiminde farklı zeytin çeşitlerini kullanılmakta olup, Ayvalık, Memecik, Memeli, Domat, Gemlik, Erkence, Nizip yağlık, Kilis yağlık ve Uslu ekonomik açıdan önemli ve resmi olarak da tescil edilmiş yağlık yerli zeytin çeşitleridir.

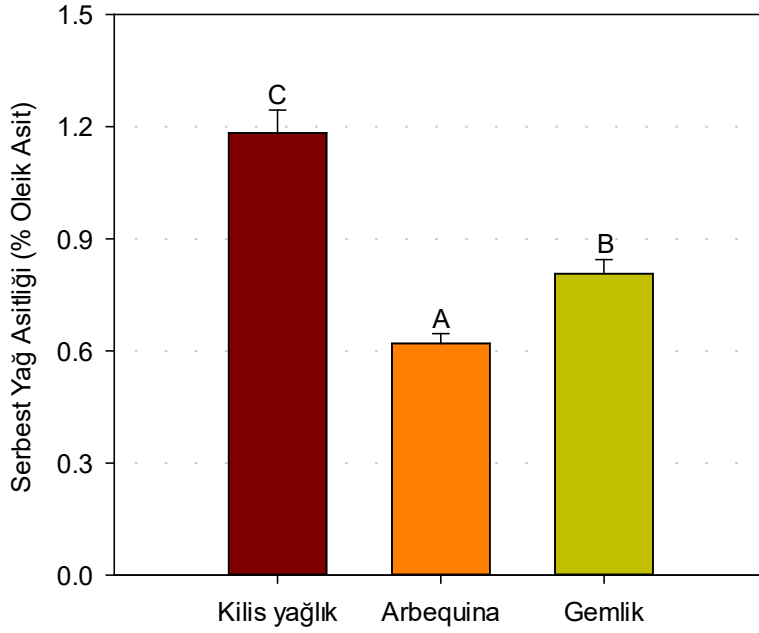
Natürel zeytinyağının kalitesinin iyileştirilmesi ve yükseltilmesinde en önemli unsurlardan biri, zeytin çeşitlerinin yağlarının analitik olarak karakterizasyonudur. Tek zeytin çeşidinden (monokültür) üretilen natürel zeytinyağlarının karakterizasyonunda GC, HPLC ve NMR gibi enstrümantal yöntemlerle elde edilen çok sayıdaki analitik (yağ asitleri, trigliserit, fenolik ve sterol bileşikler, tokoferoller ve klorofil gibi) verinin kullanılması güncel hale gelmiştir. Bu çalışmada, Kahramanmaraş il sınırları içerisinde tarımı yapılan tescilli yerli çeşitlerinden Kilis yağlık ve Gemlik ile tescilli yabancı çeşitlerinden Arbequina’dan 2014 yılında hasat edilen zeytinlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağlarının özellikleri araştırılmıştır.

6.1. Serbest Yağ Asitliği

Serbest yağ asitliği, zeytinyağlarının sınıflandırılmasında kullanılan ve duyuşal özelliklerini etkileyen, hidrolitik reaksiyonların ölçüsünü ifade eden en önemli kalite parametrelerinden biridir (Angerosa ve ark., 2006; Ammar ve ark., 2014). Araştırma kapsamında kullanılan natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait serbest yağ asitliği değerleri (% oleik asit) Şekil 6.1’de verilmiştir.

Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri, sırasıyla, 1.18 ± 0.06 , 0.62 ± 0.03 ve 0.81 ± 0.04 olarak belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre, her üç yağ örneğinin serbest yağ asitliği değerleri birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

TGK (2014) ve IOC (2015b) standartlarında serbest yağ asitliği, natürel sızma zeytinyağı için ≤ 0.80 , natürel birinci zeytinyağı için ise ≤ 2.0 olarak bildirilmiştir.



Şekil 6.1. Natürel sızma zeytinyağlarının serbest yağ asitlikleri

Araştırmada, Arbequina ve Gemlik zeytinlerinden elde edilen yağ örneklerin natürel sızma zeytinyağı sınıfında, Kilis yağlık zeytinlerinden elde edilen yağ örneğinin ise natürel birinci zeytinyağı sınıfında olduğu bulunmuştur.

Natürel sızma zeytinyağı örnekleri üzerine yapılan önceki çalışmalarda serbest yağ asitliği değerleri, Kilis yağlık için %0.33-1.21 (Yavuz, 2008; Kaya, 2009; Kıralan ve ark., 2009; Kıralan, 2010; Arslan ve Özcan, 2011, 2014; Kesen, 2014; Kesen ve ark., 2014), Arbequina için %0.15-1.21 (García ve ark., 1996; Torres ve Maestri, 2006a; Pardo ve ark., 2007; Allalout ve ark., 2009; Dabbou ve ark., 2010a; Dabbou ve ark., 2010b; Dıraman, 2010; Chtourou ve ark., 2013; Eid ve El-Sayed, 2013; Gharby ve ark., 2013; Mansouri ve ark., 2013; Ayyad ve ark., 2015; Uluata ve ark., 2016) ve Gemlik için %0.16-1.10 (Gurdeniz ve ark., 2008; Yavuz, 2008; Kaya, 2009; Dıraman, 2010; Kıralan, 2010; Arslan ve Özcan, 2011; Kelebek ve ark., 2012; Türkoğlu ve ark., 2012; Keceli, 2013) arasında olduğu bildirilmiştir. Araştırmada kullanılan natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait serbest yağ asitlik değerlerinin önceki çalışmalarda belirtilen sınırlar içinde olduğu görülmüştür.

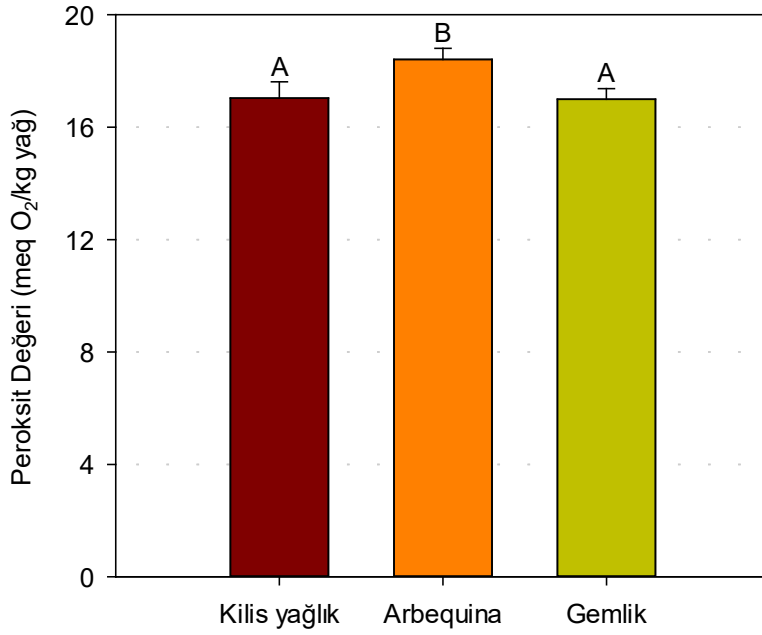
Literatürde, Kilis yağlık için %3.46 (Kıralan, 2010) ve %4.20 (Yavuz, 2008) ve Gemlik için %2.57 (Yavuz, 2008) gibi yüksek serbest asitlik değerlerine de rastlanmıştır. Serbest yağ asitliğinin çeşitten ziyade, zeytinin hasadının geç yapılması (olgunlaşma

indeksinin artması), dip denilen yere düşmüş zeytinlerden üretilmesi, yağa işlenmeden önce fiziki olarak zarar görmesi, böcek ve fungal hastalıklara maruz kalması yada uygun olmayan koşullarda depolanması durumunda artış gösterdiği bildirilmiştir (García ve ark., 1996; Salvador ve ark., 2001a; Angerosa ve ark., 2006; Dıraman ve Dibeklioglu, 2009; Youssef ve ark., 2010; Keceli, 2013; Zegane ve ark., 2015). Ayrıca, çevresel, tarımsal uygulama ve yağ üretiminde kullanılan proses farklılıklarının da natürel sızma zeytinyağlarının serbest yağ asitliği üzerine etkili olduğunu kanıtlayan araştırmalar vardır (Salvador ve ark., 2003; Gurdeniz ve ark., 2008; Yavuz, 2008; Dabbou ve ark., 2010a; Dabbou ve ark., 2010b; Dıraman, 2010; Kıralan, 2010; Pehlivan ve Yılmaz, 2010; Youssef ve ark., 2012; Gargouri ve ark., 2013; Ammar ve ark., 2014; Arslan ve Özcan, 2014; Dıraman ve Dibeklioglu, 2014; Kesen ve ark., 2014). Bu faktörlerin olumsuz etkilerinden dolayı (doku hasarı, suyun varlığı vb.), lipolitik enzim aktivitesi sonucu trigliseritler hidrolize olarak serbest yağ asidi miktarı artmakta ve bu oranda da yağ kaybı söz konusu olmaktadır (Arslan ve Özcan, 2011; Mariotti, 2014).

6.2. Peroksit Değeri

Gıda olarak kullanılan katı ve sıvı yağların kalitesini belirleme açısından, pratikte büyük önem taşıdığı bilinen peroksit sayısı; yağlardaki oksidasyon derecesinin tahmininde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Angerosa ve ark., 2006). Peroksit değeri, birincil oksidasyon ürünlerini gösteren bir parametredir ve oksijen, ışık, sıcaklık, süre ve antioksidan-proooksidan etkiye sahip maddelerin varlığından etkilenmektedir. Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşidi zeytinlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait peroksit sayıları Şekil 6.2’de verilmiştir.

Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin peroksit değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin peroksit değerleri, Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik için, sırasıyla, 17.03 ± 0.58 , 18.41 ± 0.40 ve 17.00 ± 0.37 meq O_2/kg yağ olarak belirlenmiştir. Farklılıkların belirlenmesi için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin peroksit değerleri istatistiksel olarak birbirine benzer olup ($p>0.05$), Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinin peroksit değerinden farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). TKG (2014) ve IOC (2015b) standartlarında, natürel sızma zeytinyağı için peroksit değeri



Şekil 6.2. Natürel sızma zeytinyağlarının peroksit değerleri

≤20 meq O₂/kg yağ olarak belirlenmiştir. Araştırmada incelenen zeytinyağı örneklerinin kodekse göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında olduğu görülmüştür.

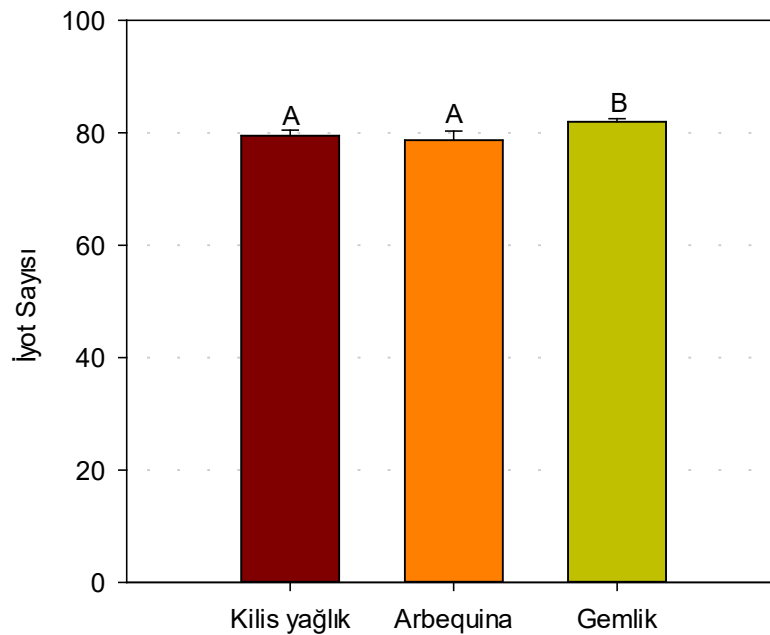
Natürel sızma zeytinyağı örnekleri üzerine yapılan önceki çalışmalarda peroksit değerleri, Kilis yağlık için 2.38-37.90 meq O₂/kg yağ (Yavuz, 2008; Kıralan ve ark., 2009; Kıralan, 2010; Arslan ve Özcan, 2011, 2014; Kesen, 2014; Kesen ve ark., 2014), Arbequina için 2.10-15.30 meq O₂/kg yağ (Torres ve Maestri, 2006a; Pardo ve ark., 2007; Allalout ve ark., 2009; Dabbou ve ark., 2010a; Dabbou ve ark., 2010b; Dıraman, 2010; Chtourou ve ark., 2013; Eid ve El-Sayed, 2013; Gharby ve ark., 2013; Mansouri ve ark., 2013; Ayyad ve ark., 2015; Uluata ve ark., 2016) ve Gemlik için 2.51-35.65 meq O₂/kg yağ (Ocakoğlu, 2008; Yavuz, 2008; Kaya, 2009; Ocakoglu ve ark., 2009; Dıraman, 2010; Kıralan, 2010; Arslan ve Özcan, 2011; Kelebek ve ark., 2012; Türkoğlu ve ark., 2012; Keceli, 2013) arasında olduğu bildirilmiştir. Buna göre, araştırmada kullanılan natürel sızma zeytinyağı örneklerinin, Arbequina hariç, peroksit değerleri önceki çalışmalar ile uyum içerisindedir. Peroksit değerinin yüksek bulunmasında, zeytin hasadının geç yapılması, hasat yapılan bölgenin ve iklim koşullarının farklılığı ve taşıma, depolama ve işleme sırasında olumsuz koşullar/farklılıklar temel nedenleri olabilir (Dıraman, 2007; Keceli, 2013; Zegane ve ark., 2015).

6.3. İyot Sayısı

Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşidi zeytinlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait iyot sayıları Şekil 6.3'te verilmiştir. Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin iyot sayıları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin iyot sayıları, Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik için, sırasıyla, 79.49 ± 1.00 , 78.68 ± 1.63 ve 81.97 ± 0.55 olarak belirlenmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, Kilis yağlık ve Arbequina çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin iyot sayıları birbirine benzer olup ($p>0.05$), Gemlik çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinin iyot sayısından daha düşük olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Natürel sızma zeytinyağı örnekleri üzerine yapılan önceki çalışmalarda iyot sayıları, Kilis yağlık için 78.72-80.04 (Yavuz, 2008), Arbequina için 80.19-92.10 (Torres ve Maestri, 2006a, 2006b; Dabbou ve ark., 2010b; Dıraman, 2010; Mansouri ve ark., 2013) ve Gemlik için 75.10-103.20 (Yavuz, 2008; Kaya, 2009; Dıraman, 2010; Keceli, 2013) arasında olduğu bildirilmiştir. Araştırmada kullanılan Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel



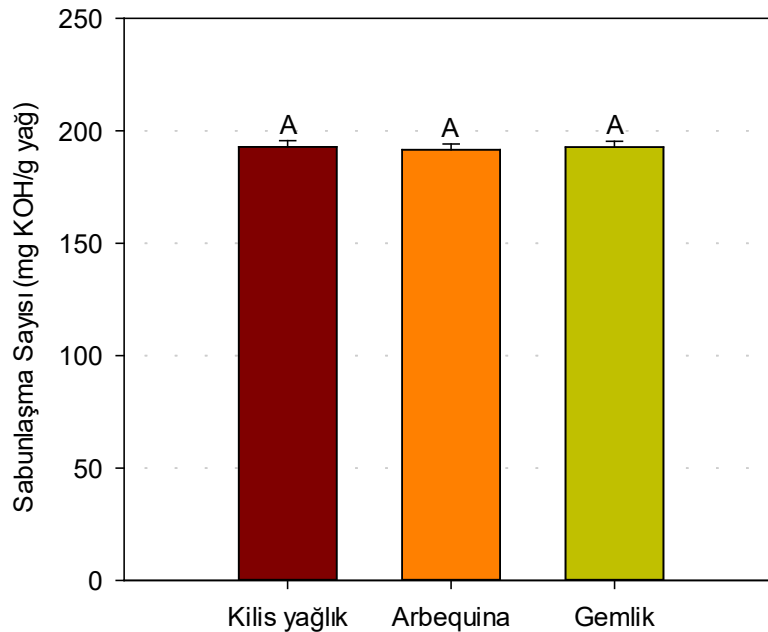
Şekil 6.3. Natürel sızma zeytinyağlarının iyot sayıları

sızma zeytinyağı örneklerine ait iyot sayıları literatürde verilen değer ile uyum göstermektedir. Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağının iyot sayısı ise önceki çalışmalara göre düşük bulunmuştur.

6.4. Sabunlaşma Sayısı

Sabunlaşma sayısı, bir yağın ortalama molekül ağırlığını gösteren ya da yağ molekülünde bulunan yağ asitleri hakkında fikir veren bir değerdir. Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşidi zeytinlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait sabunlaşma sayıları Şekil 6.4'te verilmiştir. Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin iyot sayıları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin sabunlaşma sayıları, Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik için, sırasıyla 192.87 ± 2.77 , 191.61 ± 2.57 ve 192.74 ± 2.60 mg/g yağ olarak belirlenmiştir. Natürel sızma zeytinyağı örnekleri üzerine yapılan önceki çalışmalarda sabunlaşma sayıları, Kilis yağlık için 193 mg/g yağ (Yavuz, 2008) ve Gemlik için 192-193 mg/g yağ (Yavuz, 2008) arasında olduğu bildirilmiştir. Buna göre, araştırmada kullanılan Kilis yağlık ve Gemlik çeşidi zeytinlerden üretilen natürel sızma zeytinyağı



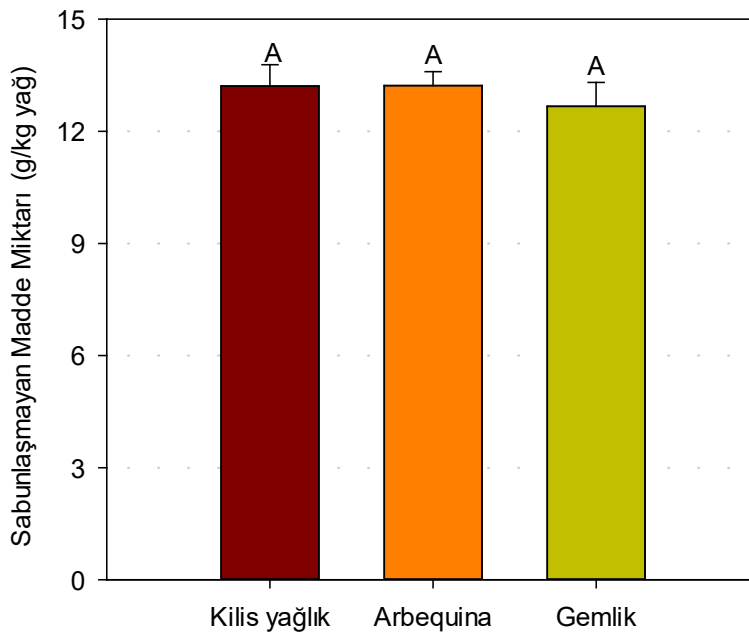
Şekil 6.4. Natürel sızma zeytinyağlarının sabunlaşma sayıları

örneklerine ait sabunlaşma sayıları önceki çalışmalar ile uyum içerisindedir. Arbequina için, yapılan literatür taramalarında herhangi bir değere ulaşamamıştır.

6.5. Sabunlaşmayan Madde Miktarı

Sabunlaşmayan madde miktarı, yüksek alifatik alkoller, steroller, pigmentler, hidrokarbonlar ve yağda çözünen vitaminler gibi yağda çözünmüş halde bulunan fakat NaOH gibi alkalilerle sabunlaşmayan maddelerin toplamıdır. Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşidi zeytinlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait sabunlaşma sayıları Şekil 6.5'te verilmiştir. Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin sabunlaşmayan madde miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p<0.05$).

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin sabunlaşmayan madde miktarları, Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik için, sırasıyla 13.21 ± 0.57 , 13.22 ± 0.37 ve 12.67 ± 0.64 g/kg yağ olarak belirlenmiştir. IOC (2015b) standardında, natürel sızma zeytinyağı için sabunlaşmayan madde miktarı ≤ 15 g/kg yağ olarak belirlenmiştir. İncelenen zeytinyağı örneklerinin kodekse göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında olduğu görülmüştür.



Şekil 6.5. Natürel sızma zeytinyağlarının sabunlaşmayan madde miktarları

Natürel sızma zeytinyağı örnekleri üzerine yapılan önceki çalışmalarda

sabunlaşmayan madde miktarları, Kilis yağlık için 9.71-15.80 g/kg (Yorulmaz, 2009) ve Gemlik için 0.88-15.60 g/kg yağ (Yorulmaz, 2009) arasında olduğu bildirilmiştir. Buna göre, araştırmada kullanılan Kilis yağlık ve Gemlik çeşidi zeytinlerden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait sabunlaşmayan madde miktarları önceki çalışmalar ile uyum içerisinde. Arbequina için yapılan literatür taramalarında herhangi bir değere ulaşamamıştır.

6.6. UV Işığında Özgül Soğurma

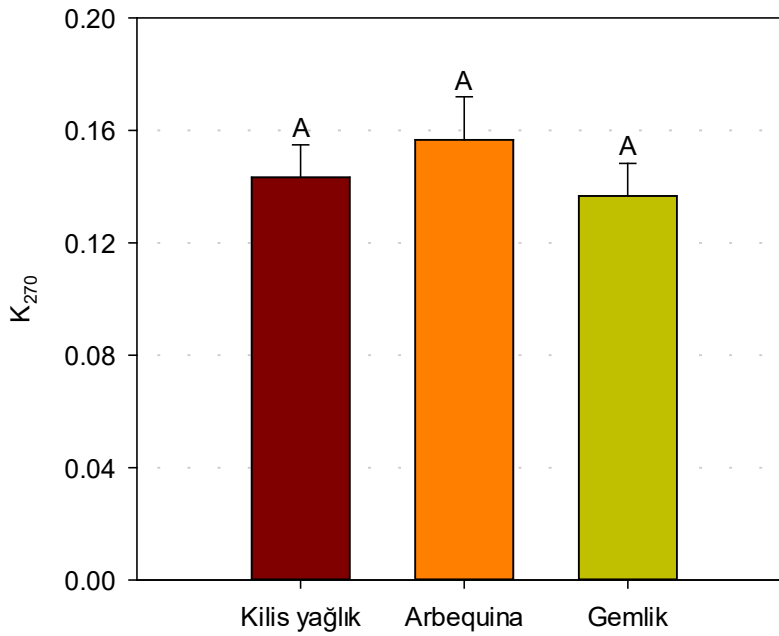
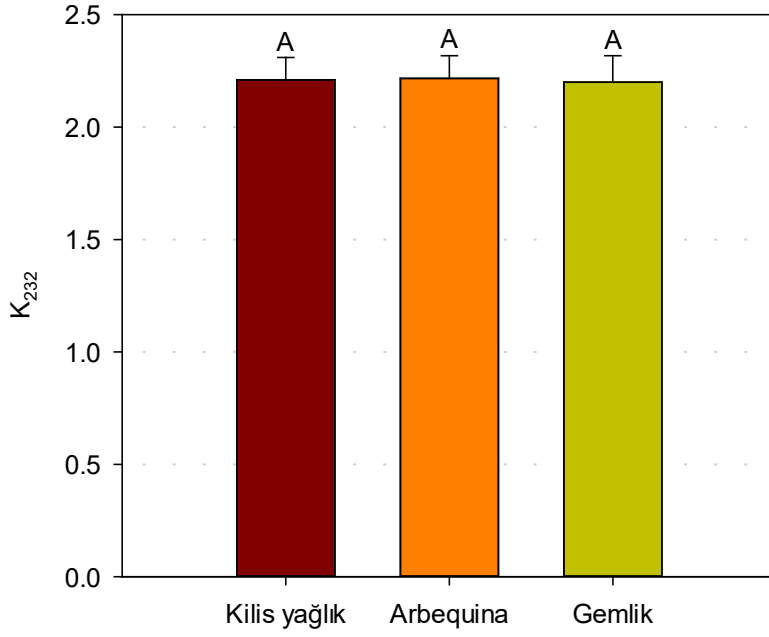
Yemelik yağlarda K_{232} değeri, çoklu doymamış yağ asitlerinin konjugasyonunun, K_{270} değeri ise genellikle aldehit ve keton gibi ikincil oksidasyon ürünlerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır (Angerosa ve ark., 2006). Dolayısıyla bu değerlerinin yüksek olması yağın oksidasyona veya taşış/taklide maruz kaldığına dair bir delil olarak kabul edilir. Özgül soğurma değerleri; çeşit, meyve kalitesi, iklim koşulları, hasat zamanı, yükseklik, lokasyon ve muhafaza koşulları gibi birçok faktörden etkilenmektedir. (Gutiérrez ve ark., 1999b; Gimeno ve ark., 2002; Zegane ve ark., 2015; El Sohaimy ve ark., 2016).

Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşidi zeytinlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait UV ışığında özgül soğurma değerleri Şekil 6.6'da verilmiştir. Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin K_{232} ve K_{270} değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik zeytin çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin K_{232} değerleri, 2.21 ± 0.10 , 2.22 ± 0.10 ve 2.20 ± 0.12 ; K_{270} değerleri, 0.15 ± 0.01 , 0.16 ± 0.01 ve 0.14 ± 0.01 ve ΔK değerleri, hepsi için, ≤ 0.01 olarak belirlenmiştir. TGG (2014) ve IOC (2015b) standartlarında, natürel sızma zeytinyağı için K_{232} , K_{270} ve ΔK değerleri ≤ 2.50 , ≤ 0.22 ve ≤ 0.01 olarak belirlenmiştir. İncelenen zeytinyağı örneklerinin kodekse göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Natürel sızma zeytinyağı örnekleri üzerine yapılan önceki çalışmalarda K_{232} ve K_{270} değerleri sırasıyla, Kilis yağlık için 1.49-2.29 ve 0.12-0.15 (Yavuz, 2008; Kıralan ve ark., 2009; Kıralan, 2010), Arbequina için 0.73-2.34 ve 0.08-0.22 (García ve ark., 1996; Torres ve Maestri, 2006a; Pardo ve ark., 2007; Allalout ve ark., 2009; Dabbou ve ark., 2010a; Dabbou ve ark., 2010b; Dıraman, 2010; Chtourou ve ark., 2013; Eid ve El-Sayed, 2013;

Gharby ve ark., 2013; Mansouri ve ark., 2013; Ayyad ve ark., 2015; Uluata ve ark., 2016) ve Gemlik için 1.28-2.41 ve 0.08-0.27 (Yavuz, 2008; Dıraman, 2010; Kırılan, 2010) arasında olduğu bildirilmiştir. Buna göre, araştırmada kullanılan natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait K_{232} ve K_{270} değerleri, literatür değerleri ile benzerlik göstermiştir.



Şekil 6.6. Natürel sızma zeytinyağlarının özgül soğurma değerleri

6.7. Toplam Klorofil ve Karotenoid Miktarları

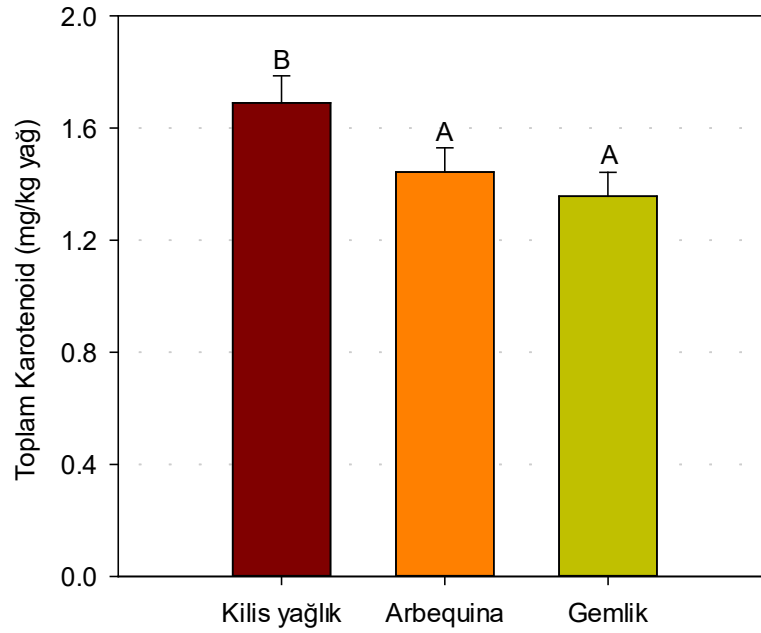
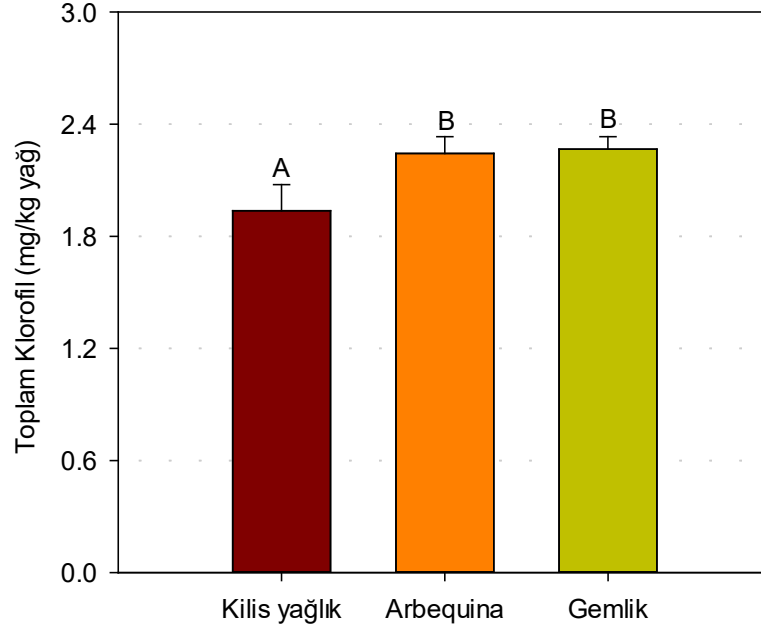
Natürel sızma zeytinyağının rengi, tüketicinin algısını çeken en önemli özelliğidir. Klorofil ve karotenoidler, hidrofobik özelliklerinden dolayı ekstraksiyon sırasında zeytinyağına geçerek, yağa sarıdan yeşile kadar değişen renk kazandıran pigmentlerdir (Mínguez-Mosquera ve ark., 1991; Criado ve ark., 2007). Bu pigmentler, aynı zamanda, yağların oksidatif stabilitesi üzerine önemli rol oynarlar. Klorofiller, prooksidan; karotenoidler ise fenolik bileşikler ve tokoferoller ile birlikte antioksidan olarak oto ve foto-oksidasyonların hızı üzerine etki ederler (Criado ve ark., 2008).

Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşidi zeytinlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait toplam klorofil ve karotenoid miktarı Şekil 6.7’de verilmiştir. Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin toplam klorofil ve karotenoid miktarı arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik zeytin çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin toplam klorofil miktarları, 1.94 ± 0.14 , 2.24 ± 0.09 ve 2.27 ± 0.07 mg/kg yağ; karotenoid miktarları ise 1.69 ± 0.10 , 1.44 ± 0.09 ve 1.36 ± 0.09 mg/kg yağ olarak belirlenmiştir. Farklılıkların belirlenmesi için yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, Arbequina ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin toplam klorofil ve karotenoid miktarlarının istatistiksel olarak birbirine benzer olduğu görülmüştür. ($p>0.05$). Kilis yağlık ise, en az klorofil ve en çok karotenoid içeren yağ örneği olarak diğerlerinden farklı bulunmuştur ($p\leq0.05$).

Natürel sızma zeytinyağı örnekleri üzerine yapılan önceki çalışmalarda, toplam klorofil ve karotenoid miktarlarında çok büyük farklılıkların olduğu görülmüştür. Klorofil ve karotenoid miktarları sırasıyla, Kilis yağlık için 6.33-13.45 ve 4,77-10.96 mg/kg yağ (Kıralan, 2010; Arslan ve Özcan, 2011, 2014), Arbequina için 0.42-22.24 ve 0.90–18.30 mg/kg yağ (Motilva ve ark., 2000; Morello ve ark., 2004; Torres ve Maestri, 2006a; Carelli, 2008; Allalout ve ark., 2009; Dabbou ve ark., 2010b; Chtourou ve ark., 2013; Eid ve El-Sayed, 2013; Mansouri ve ark., 2013; Uluata ve ark., 2016) ve Gemlik için 4.02-20.05 ve 2.90-12.53 mg/kg yağ (Arslan ve Özcan, 2011; Keceli, 2013) bulunmuştur. Araştırmada elde edilen değerlerin, literatürde verilen değerlerinin alt limitlerine yakın olduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma indeksine ek olarak çeşit faktörü, iklim özellikleri (sıcaklık ve yağış), depolama koşulları ve yağ üretim metodunun da zeytinyağının pigment

içeriğini etkilediği bildirilmiştir (Gallardo-Guerrero ve ark., 2002; Criado ve ark., 2007; Giuffrida ve ark., 2007; Criado ve ark., 2008).



Şekil 6.7. Natürel sızma zeytinyağlarının toplam klorofil ve karotenoid miktarları

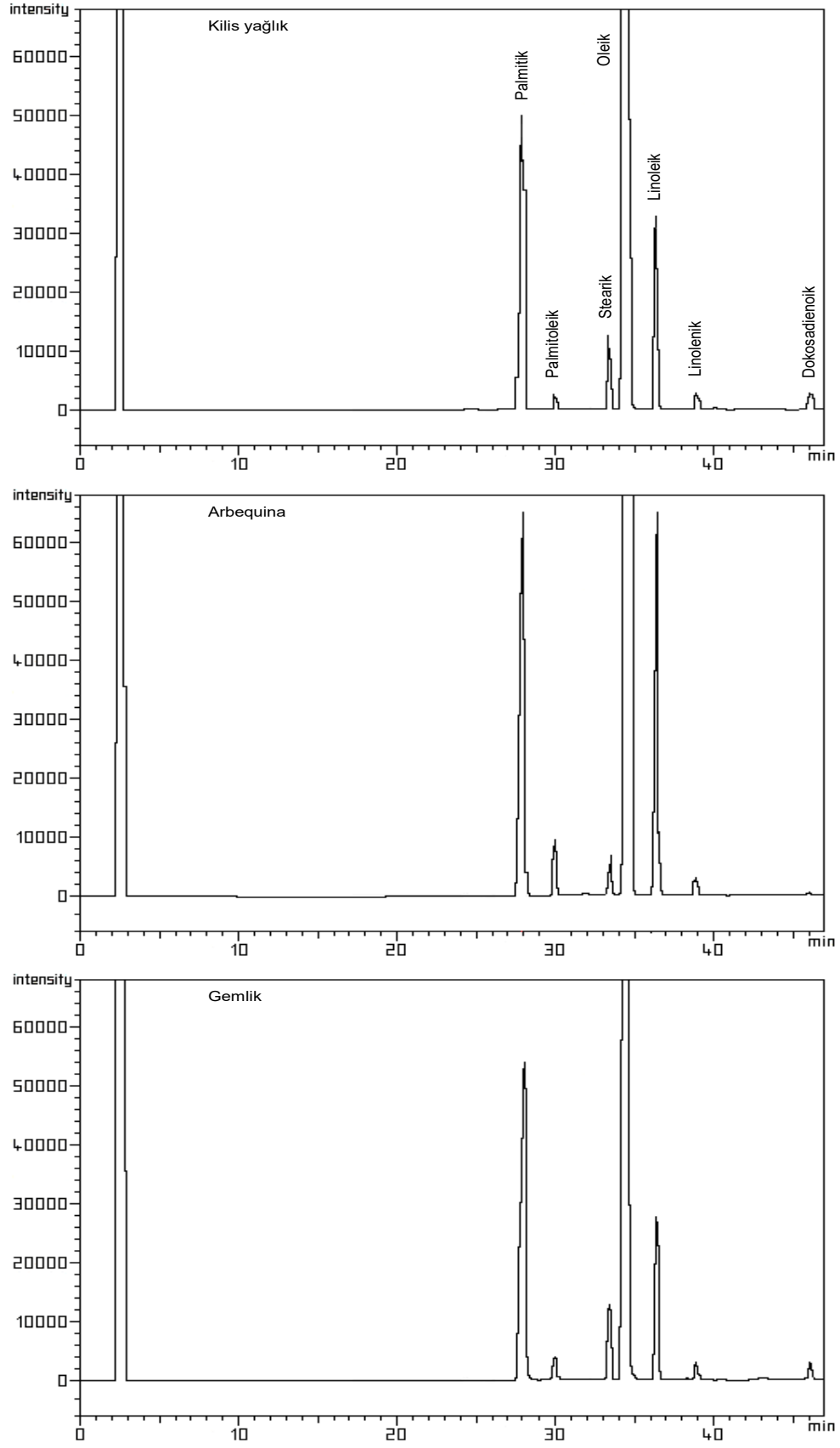
6.8. Yağ Asidi Kompozisyonu

Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri kompozisyonlarına ait GC kromatogramları Şekil 6.8’de verilmiştir. Her üç yağ örneğinde de, bireysel olarak bakıldığında, %0-0.2, toplamda ise %0.3-0.5’i geçmeyen, miristik, heptadekanoik, *cis*-10-heptadesenoik, araşidik, *cis*-11-eikosanoik, *cis*-8,11,14-eikosatrienoik, eruşik, araşidonik, *cis*-13,16 dokosadienoik, *cis*-5,8,11,14,17-eikosapentaenoik, lingoserik, norvenik ve *cis*-4,7,10,13,16,19-dokosahekzaenoik asitlere de rastlanmıştır. Çalışmada önem arz eden ve miktar olarak %0.5’ten fazla bulunan yağ asitleri incelenmiştir.

Her üç yağda da, oleik ve linoleik asit miktarları toplam yağ asidi kompozisyonunun %75-80’ini oluşturmuştur. Çizelge 6.1’de verilen her bir yağ asidi ve diğer özellikler için yapılan tek yönlü varyans analizine göre, üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Sadece, linolenik asit miktarları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Duncan çoklu karşılaştırma testlerine göre, her üç yağ örneği de palmitik, palmitoleik ve linoleik ile toplam doymuş (Σ SFA) ve doymamış yağ asitleri miktarları (Σ UFA) ve oranı (Σ UFA/ Σ SFA) ile oleik asidin linoleik aside oranı istatistiksel olarak birbirlerinden farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Stearik ve oleik asit miktarları, Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen yağ örneklerinde birbirine benzer olup ($p>0.05$), Arbequina çeşidinden üretilen yağ örneğinden ise farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu kıyaslandığında, Arbequina çeşidinden üretilen yağ örneğinin palmitik, palmitoleik ve linoleik asit miktarlarınca yüksek; stearik ve oleik asit miktarlarınca düşük olduğu bulunmuştur (Çizelge 6.1). Bu durum Σ UFA ve Σ UFA/ Σ SFA oranını kompanse ederken, oleik/linoleik oranının düşük olmasına neden olmuştur. Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen yağ örneklerinin stearik ve oleik asit miktarları arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak, Kilis yağlık çeşidinden üretilen yağ örneğinin, Gemlik çeşidinden üretilen yağ örneğine göre, daha fazla linoleik asit, fakat daha az palmitik ve palmitoleik asitler içerdiği bulunmuştur ($p<0.05$). Bu durum, Kilis yağlık çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağında Σ SFA ve oleik/linoleik oranının düşmesine, Σ UFA ve Σ UFA/ Σ SFA oranının ise artmasını sağlamıştır. Σ UFA/ Σ SFA ve özellikle de oleik/linoleik oranları yağların stabilitesi ile yakından ilişkilidir. İlk oranın düşük, ikinci oranın ise yüksek olması,



Şekil 6.8. Natürel sızma zeytinyağlarının yağ asidi GC-kromatogramları

Çizelge 6.1. Natürel sızma zeytinyağlarının yağ asidi dağılımları

Yağ Asitleri (%)	Kilis yağlık		Arbequina		Gemlik		TGK (2014)
		Literatür		Literatür		Literatür	
Palmitik	14.20±0.29 ^A	11.95-16.48	18.41±0.36 ^C	9.43-22.07	15.37±0.31 ^B	9.05-18.30	7.20-20.00
Palmitoleik	0.84±0.02 ^A	0.68-1.70	2.68±0.05 ^C	1.06-3.07	1.24±0.03 ^B	0.76-3.00	0.30-3.50
Stearik	3.69±0.07 ^B	1.75-4.00	1.86±0.04 ^A	1.13-2.92	3.67±0.08 ^B	1.32-3.94	0.50-5.00
Oleik	70.96±0.39 ^B	66.16-74.25	57.67±0.42 ^A	53.66-75.06	70.81±0.53 ^B	64.84-77.72	55.00-83.00
Linoleik	9.31±0.19 ^B	4.26-11.52	18.40±0.37 ^C	8.13-25.99	7.89±0.15 ^A	4.44-14.44	3.50-21.00*
Linolenik	1.00±0.02 ^A	0.29-1.79	0.99±0.02 ^A	0.35-1.17	1.01±0.03 ^A	0.19-1.50	≤ 1.00
ΣSFA	17.89±0.33 ^A	15.04-20.13	20.26±0.36 ^C	11.76-24.57	19.04±0.38 ^B	10.68-21.29	
ΣUFA	82.11±0.32 ^C	77.09-90.46	79.74±0.36 ^A	74.80-87.77	80.96±0.38 ^B	73.39-89.30	
ΣUFA/ΣSFA	4.59±0.10 ^C	3.97-5.48	3.94±0.09 ^A	3.07-7.46	4.25±0.11 ^B	3.68-8.36	
Oleik/Linoleik	7.62±0.19 ^B	5.74-10.08	3.13±0.08 ^A	2.53-8.49	8.98±0.24 ^C	4.57-17.02	

Kısaltmalar: ΣSFA, toplam doymuş yağ asitleri; ΣUFA, toplam doymamış yağ asitleri

Aynı satırda verilen farklı harfler (A-C serisi) istatistiksel olarak farklılıkları belirtmektedir ($p<0.05$)

*IOC (2015) standardına göre %2.5-21.0

zeytinyağının oksidatif reaksiyonlara karşı stabilitesinin iyi olduğunun bir göstergesidir. Oleik/linoleik oranının toplam fenolik madde miktarı, *o*-difenol ve oksidatif stabilite indeksi ile pozitif ilişki gösterdiği bildirilmiştir (Cerretani ve ark., 2005; Arslan ve Özcan, 2011).

Çizelge 6.1’de TKG (2014)’e göre natürel sızma zeytinyağına ait yağ asidi kompozisyonu da verilmiştir. Bu standarda göre, araştırmada incelenen zeytinyağların tamamı natürel sızma zeytinyağı sınıfında olduğu tespit edilmiştir. Önceki yapılan çalışmalarda, Kilis yağlık (Yavuz, 2008; Kıralan ve ark., 2009; Kıralan, 2010; Arslan ve Özcan, 2011, 2014; Kesen, 2014; Yorulmaz ve ark., 2014), Arbequina (Motilva ve ark., 2000; Morello ve ark., 2004; Torres ve Maestri, 2006a, 2006b; Pardo ve ark., 2007; Allalout ve ark., 2009; Dabbou ve ark., 2010a; Dabbou ve ark., 2010b; Dıraman, 2010; Chtourou ve ark., 2013; Eid ve El-Sayed, 2013; Gharby ve ark., 2013; López-Cortés ve ark., 2013; Mansouri ve ark., 2013; Uluata ve ark., 2016) ve Gemlik (Gurdeniz ve ark., 2008; Yavuz, 2008; Dıraman, 2010; Kıralan, 2010; Arslan ve Özcan, 2011; Türkoğlu ve ark., 2012; Keceli, 2013; Yorulmaz ve ark., 2014) çeşidi zeytinlerden üretilen natürel sızma zeytinyağlarının yağ asidi kompozisyonlarına ait minimum ve maksimum değerler Çizelge 6.1’de verilmiştir. Bu çizelgeden görüleceği üzere, her bir yağ asidi miktarı büyük varyasyonlar göstermektedir. Çeşit, bölge, iklimsel koşullar, meyve olgunluk düzeyi ve yağ ekstraksiyon metodu gibi farklı faktörler bu varyasyonların temel kaynağı olabileceği bildirilmiştir (Arslan ve Özcan, 2011, 2014; El Sohaimy ve ark., 2016). Aparicio ve ark. (1997) farklı zeytin çeşitleri kullanarak yaptıkları çalışmada, Arbequina çeşidinden elde edilen zeytinyağında, diğer çeşitlerden üretilen zeytinyağlarına kıyasla, palmitoleik ve linoleik asit miktarlarının yüksek ve oleik asit miktarının düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada bulunan değerler ile literatür değerlerinin uyum içinde olduğu görülmüştür.

6.9. Fenolik Bileşikler

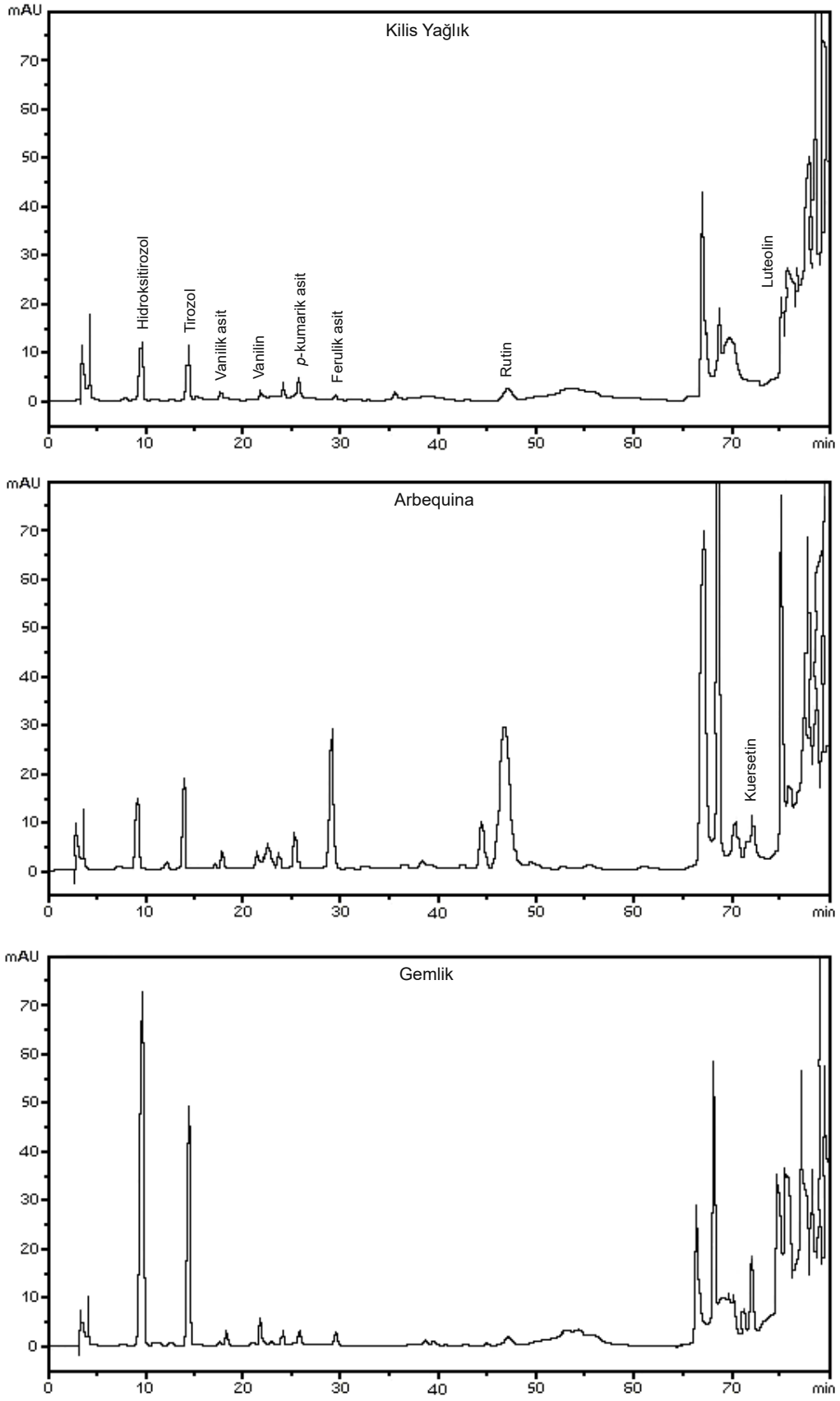
Fenolik bileşikler, zeytinyağının gerek renk, gerek aroma ve gerekse de raf ömrü açısından oldukça önemli bileşiklerdir. Ayrıca, birçok dejeneratif ve kronik hastalıkları önlenme potansiyellerine sahip olmaları, onların biyolojik olarak önemini daha da arttırmaktadır (Servili ve ark., 2014b). Zeytinyağının kalite değerlendirilmesinde fenolik bileşiklerin katkısı oldukça fazladır. Bunun nedeni, yağa acılık gibi tat ve aroma özellikler vermeleri yanında yağın oksidasyon reaksiyonlarına karşı stabilitesinin artmasını sağlamalarıdır (Gutfinger, 1981; Tsimidou, 1998; Bendini ve ark., 2007; Mansouri ve ark., 2013).

Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin fenolik kompozisyonuna ait HPLC kromatogramları Şekil 6.9'da verilmiştir. Kilis yağlık çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağında 8, Arbequina ve Gemlik çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarında ise 9 fenolik bileşiğin tanımlanması yapılmıştır. Çizelge 6.2'de verilen her bir fenolik bileşik için yapılan tek yönlü varyans analizine göre, üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin fenolik kompozisyonlarının istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

Duncan çoklu karşılaştırma testlerine göre, her üç yağ örneği de hidroksitirosol, tirosol, vanilin, ferulik asit, rutin ve luteolin miktarları bakımından istatistiksel olarak birbirlerinden farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Vanilik asit, Arbequina ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinde benzer miktarlarda olup ($p>0.05$), Kilis yağlık çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğine göre daha fazla bulunmuştur ($p<0.05$). *p*-kumarik asit, Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinde benzer miktarlarda olup ($p>0.05$), Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğine göre daha az bulunmuştur ($p<0.05$). Kuersetin, Kilis yağlık çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinde belirlenmemiş, Arbequina ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerindeki miktarları ise, ikili karşılaştırma testi sonucunda, istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Natürel sızma zeytinyağı örnekleri fenolik bileşiklerin miktarları açısından kıyaslandığında, Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinin ferulik (2.42 ± 0.02 mg/kg yağ), luteolin (3.52 ± 0.03 mg/kg yağ) ve özellikle de rutin (12.02 ± 0.02 mg/kg yağ) açısından zengin olduğu görülmüştür. Gemlik çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinde ise hidroksitirosol ve tirosol miktarları (16.47 ± 0.16 ve 14.06 ± 0.10 mg/kg yağ) oldukça fazla bulunmuştur.

Önceki çalışmalarda Kilis yağlık (Arslan ve Özcan, 2014), Arbequina (Bakhouche ve ark., 2013) ve Gemlik (Ocakoglu ve ark., 2009) çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağlarında bulunan fenolik bileşiklerin miktarları Çizelge 6.2'de verilmiştir. Bu çalışma sonuçları ile literatür değerleri arasındaki en bariz fark, Gemlik çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinin hidroksitirosol ve tirosol miktarlarında bulunmuştur. Bu farklılıklar; çeşit, meyve olgunluğu, tarımsal uygulamalar, çevresel faktörler ve hasat sonrası taşıma, depolama ve yağ üretim proseslerinden kaynaklanabilir (Tsimidou, 1998; Kalogeropoulos ve Tsimidou, 2014; Servili ve ark., 2014b; El Sohaimy ve ark., 2016).



Şekil 6.9. Natürel sızma zeytinyağlarının fenolik bileşiklerine ait HPLC-kromatogramları

Çizelge 6.2. Natürel sızma zeytinyağlarında fenolik bileşiklerin dağılımı

Fenolikler (mg/kg yağ)	Kilis yağlık		Arbequina		Gemlik	
		<i>Literatür</i>		<i>Literatür</i>		<i>Literatür</i>
Hidroksitirosol	2.33±0.06 ^A	0.29-5.35	3.08±0.09 ^B	0.51-3.38	16.47±0.16 ^C	0.45-3.21
Tirosol	2.78±0.12 ^A	0.16-15.84	4.87±0.04 ^B	1.90-12.51	14.06±0.10 ^C	0.24-9.85
Vanilik asit	0.03±0.01 ^A	0.03-4.16	0.19±0.01 ^B	0.58-0.70	0.18±0.01 ^B	0.08-1.47
Vanilin	0.04±0.01 ^A	0.02-2.85	0.09±0.01 ^B	0.15-0.23	0.14±0.01 ^C	0.02-1.48
<i>p</i> -Kumarik asit	0.11±0.01 ^A	0.00-2.40	0.21±0.01 ^B	0.20-0.49	0.10±0.01 ^A	0.02-1.59
Ferulik asit	0.03±0.01 ^A	0.00-0.36	2.42±0.02 ^C	2.71-19.19	0.21±0.01 ^B	0.20-0.45
Rutin	0.69±0.01 ^B	0.00-4.90	12.02±0.02 ^C	--	0.46±0.01 ^A	0.01-0.32
Kuersetin	--	--	0.66±0.01 ^B	--	0.11±0.01 ^A	--
Luteolin	0.65±0.01 ^A	0.15-118.77	3.52±0.03 ^C	2.11	1.43±0.03 ^B	1.28-295.38

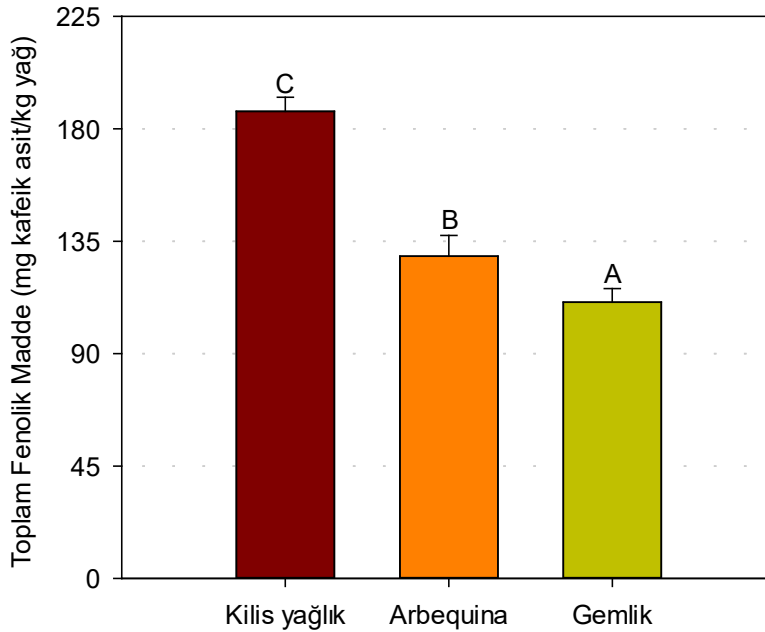
Aynı satırda verilen farklı harfler (A-C serisi) istatistiksel olarak farklılıkları belirtmektedir ($p<0.05$)

Fenolik bileşiklerin miktarı, olgunlaşmanın erken evrelerinde yüksek iken, olgunlaşma ilerledikçe azalmaktadır. Bu durum, fenoliklerin erken evrelerde birikiminden, geç evrelerde ise hidrolitik ve oksidatif enzimler ile degradasyondan dolayı azalacağından ileri geldiği bildirilmiştir (García-Rodríguez ve ark., 2015; El Sohaimy ve ark., 2016).

6.10. Toplam Fenolik Madde Miktarı

Toplam fenolik madde miktarı, zeytinyağının stabilitesi açısından oldukça önemli olup, yüksek miktardaki toplam fenolik miktarı yağın raf ömrü açısından yararlıdır. Yağın stabilitesi ile toplam veya bireysel fenolik maddeler arasında yüksek bir korelasyon vardır (Montedoro ve ark., 1992; Tsimidou, 1998). Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşidi zeytinlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait toplam fenolik madde miktarları Şekil 6.10'da verilmiştir. Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarları, kafeik asit cinsinden, Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik için, sırasıyla 184.98 ± 5.66 , 129.00 ± 8.30 ve 110.60 ± 5.46 mg/kg yağ olarak belirlenmiştir. Önceki yapılan çalışmalarda, toplam fenolik



Şekil 6.10. Natürel sızma zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarları

madde miktarı, Kilis yağlık için 38.31-295.40 mg kafeik asit/kg yağ (Kıralan ve ark., 2009; Yorulmaz, 2009), Arbequina için 29-375 mg kafeik asit/kg yağ (Motilva ve ark., 2000; Morello ve ark., 2004; Torres ve Maestri, 2006a; Carelli, 2008; Allalout ve ark., 2009; Dabbou ve ark., 2010a; Dabbou ve ark., 2010b; Chtourou ve ark., 2013; Eid ve El-Sayed, 2013; López-Cortés ve ark., 2013; Mansouri ve ark., 2013; De Fernandez ve ark., 2014; Franco ve ark., 2014; Uluata ve ark., 2016) ve Gemlik için 32.48-274.09 mg kafeik asit/kg yağ (Kaya, 2009; Ocakoglu ve ark., 2009; Yorulmaz, 2009; Dıraman, 2010; Türkoğlu ve ark., 2012; Keceli, 2013) olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada bulunan toplam fenolik madde miktarı, literatürde verilen değerler arasında olduğu bulunmuştur.

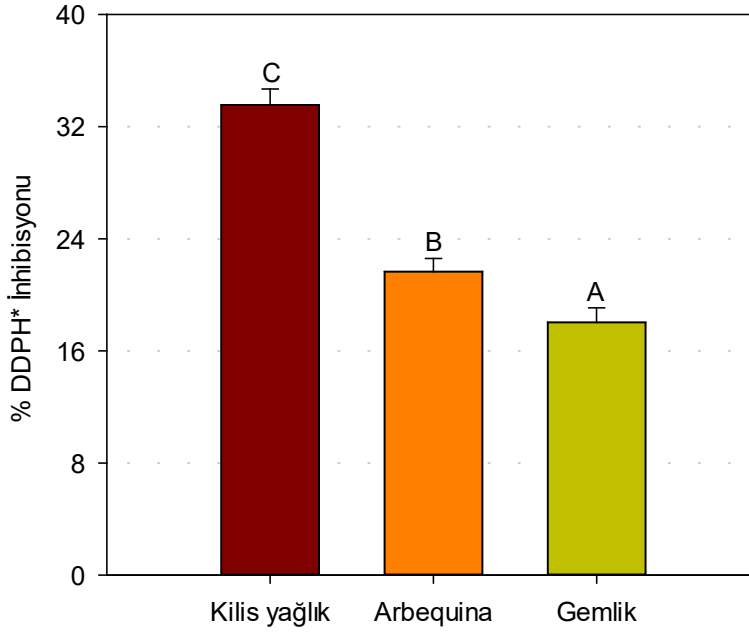
6.11. Antioksidan Kapasitesi

DPPH* radikali süpürme gücü, antioksidanların aktivitelerinin ölçülmesinde genel olarak kabul edilmiş bir yöntemdir. Fenolik ekstraktların DPPH* radikali tutması ve reaksiyon kinetiği büyük ölçüde fenolik bileşiklerin yapısına bağlıdır. Zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklerin hidrojen iyonu vermeye yatkınlığı aromatik halkadaki hidroksil gruplarının sayı ve derecesine bağlı olarak artmaktadır (Keceli ve Gordon, 2001).

Olgunlaşma indeksi, zeytinlerin taşınma ve depolanma koşulları ve yağ ekstraksiyon metotları, zeytinyağlarının antioksidan kapasitesinde değişikliklere neden olduğu bilinmektedir (Kaya, 2009; El Sohaimy ve ark., 2016).

Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik çeşidi zeytinlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine ait fenolik bileşiklerin antioksidan kapasitesi Şekil 6.11'de verilmiştir. Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin antioksidan kapasiteleri, Kilis yağlık, Arbequina ve Gemlik için, sırasıyla 33.56 ± 1.14 , 21.66 ± 0.94 ve 18.04 ± 1.03 olarak belirlenmiştir. Önceki yapılan çalışmalarda, toplam fenolik madde miktarı, Kilis yağlık için 30.94 - 52.31 (Kıralan ve ark., 2009), Arbequina için 18.56 - 30.78 (Gorinstein ve ark., 2003; Chtourou ve ark., 2013; De Fernandez ve ark., 2014) ve Gemlik için 8.66 - 30.9 (Kaya, 2009; Keceli, 2013) olarak rapor edilmiştir. Bu çalışmada natürel sızma zeytinyağı örneklerinin antioksidan kapasiteleri, literatürde verilen değerler ile uyum içinde olduğu görülmüştür.



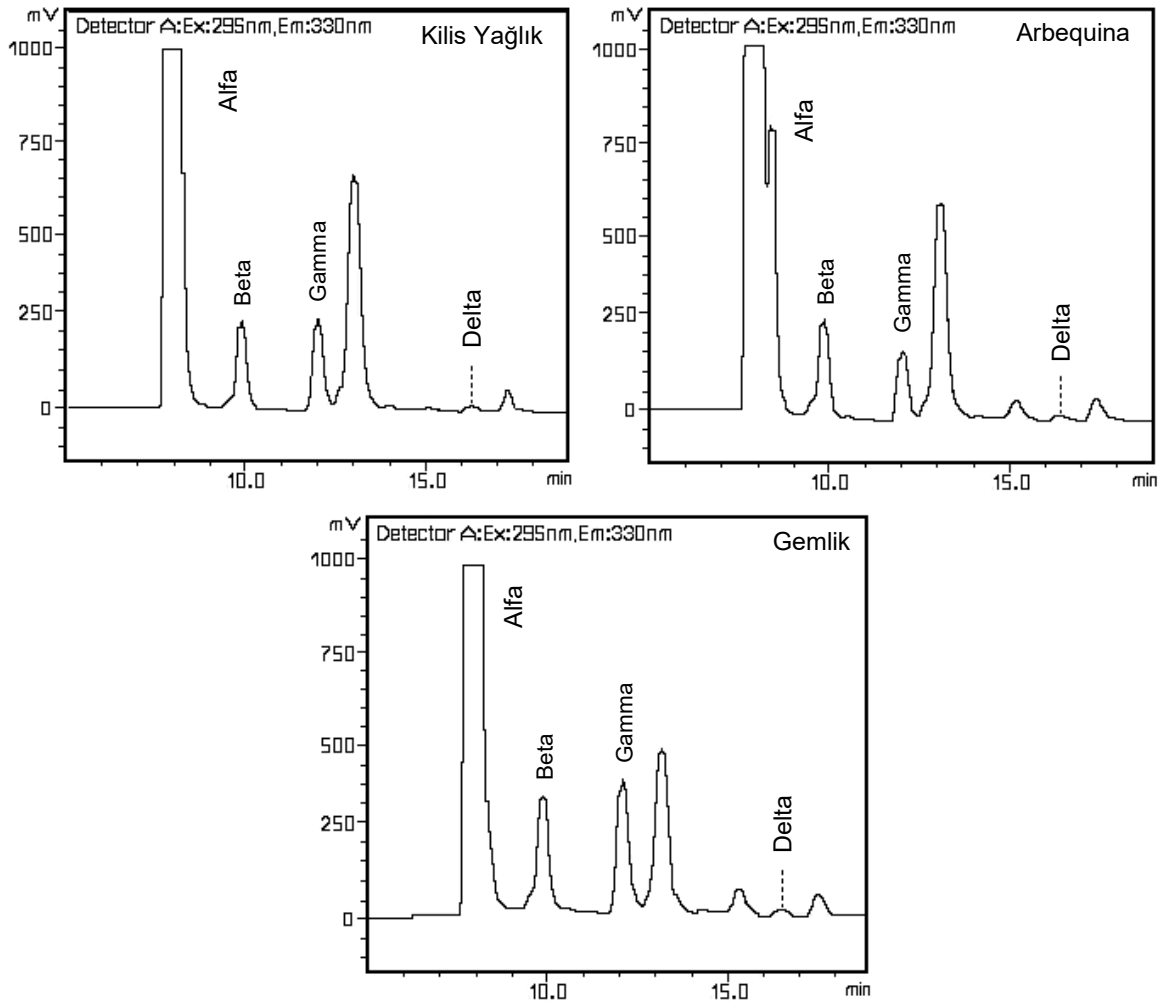
Şekil 6.11. Natürel sızma zeytinyağlarının serbest radikal yakalama potansiyelleri

6.12. Tokoferol İzomerleri

Tokoferoller, reaktif oksijen türlerini ve lipit radikalleri stabil hale getirme yetkinliklerinden dolayı potansiyel antioksidan özelliğine sahiptirler. Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin fenolik kompozisyonuna ait HPLC kromatogramları Şekil 6.12’de verilmiştir. Her üç natürel sızma zeytinyağında da 4 farklı izomer tespit edilmiş olup, α -tokoferol’ün en yüksek miktardaki izomer olduğu görülmüştür. Tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin tokoferol izomerleri, δ -tokoferol hariç, miktarları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, natürel sızma zeytinyağı örneklerinin α -, β - ve γ -tokoferol içerikleri birbirinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinin α - ve β -tokoferollerce, Gemlik çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinin ise γ -tokoferolce zengin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6.3). Önceki yapılan çalışmalarda, Kilis yağlık (Arslan, 2010; Arslan ve Özcan, 2011, 2014), Arbequina (García ve ark., 1996; Morello ve ark., 2004; Carelli, 2008; Allalout ve ark., 2009; Dabbou ve ark., 2010a; Dabbou ve ark., 2010b;

Chtourou ve ark., 2013; Gharby ve ark., 2013; López-Cortés ve ark., 2013; Franco ve ark., 2014; Uluata ve ark., 2016) ve Gemlik (Arslan ve Özcan, 2011) çeşitlerinden üretilen natürel zeytinyağlarına ait değerler Çizelge 6.3'te verilmiştir. Bu çalışmada, Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinin β -, γ - ve δ -tokoferol miktarlarının literatür değerlerine göre az olduğu görülmektedir. Zeytinyağında tokoferol miktarının çeşit, olgunlaşma derecesi, bölge ve tarımsal ve teknolojik uygulamaların etkili olduğu bildirilmiştir (Salvador ve ark., 2001b; Cerretani ve ark., 2006; Krichene ve ark., 2007; Issaoui ve ark., 2009; Beltrán ve ark., 2010; Arslan ve Özcan, 2014). Issaoui ve ark. (2009), zeytinyağında α -tokoferol miktarı üzerine üretim sistemlerinin, Cerretani ve ark. (2006) ise çeşidin etkilerinin olmadığını bildirmişlerdir. β - ve γ -tokoferol miktarlarının, olgunlaşma indeksi ve hasat zamanına göre düzenli bir değişme göstermediği de rapor edilmiştir (Gutiérrez ve ark., 1999a; Arslan ve Özcan, 2011).



Şekil 6.12. Natürel sızma zeytinyağlarının tokoferollere ait HPLC-kromatogramları

Çizelge 6.3. Natürel sızma zeytinyağlarında tokoferol izomerlerin dağılımı

Tokoferoller (mg/kg yağ)	Kilis yağlık		Arbequina		Gemlik	
		<i>Literatür</i>		<i>Literatüre</i>		<i>Literatür</i>
α -tokoferol	214.69±8.69 ^A	156.81-438.21	294.55±8.26 ^C	160.00-428.00	247.88±7.85 ^B	175.93-302.69
β -tokoferol	1.66±0.04 ^B	0.01-1.96	1.79±0.04 ^C	0.00-27.00	1.53±0.04 ^A	0.50-1.33
γ -tokoferol	2.08±0.06 ^B	0.00-6.58	1.59±0.04 ^A	0.00-13.14	2.39±0.08 ^C	0.18-4.90
δ -tokoferol	0.09±0.01 ^A	0.00-1.34	0.08±0.01 ^A	0.00-20.10	0.08±0.01 ^A	0.00-0.12
Toplam	218.52±8.76 ^A	156.93-446.50	298.00±8.26 ^C	182.00-463.00	251.88±7.80 ^B	180.00-309.04

Aynı satırda verilen farklı harfler (A-C serisi) istatistiksel olarak farklılıkları belirtmektedir ($p<0.05$)

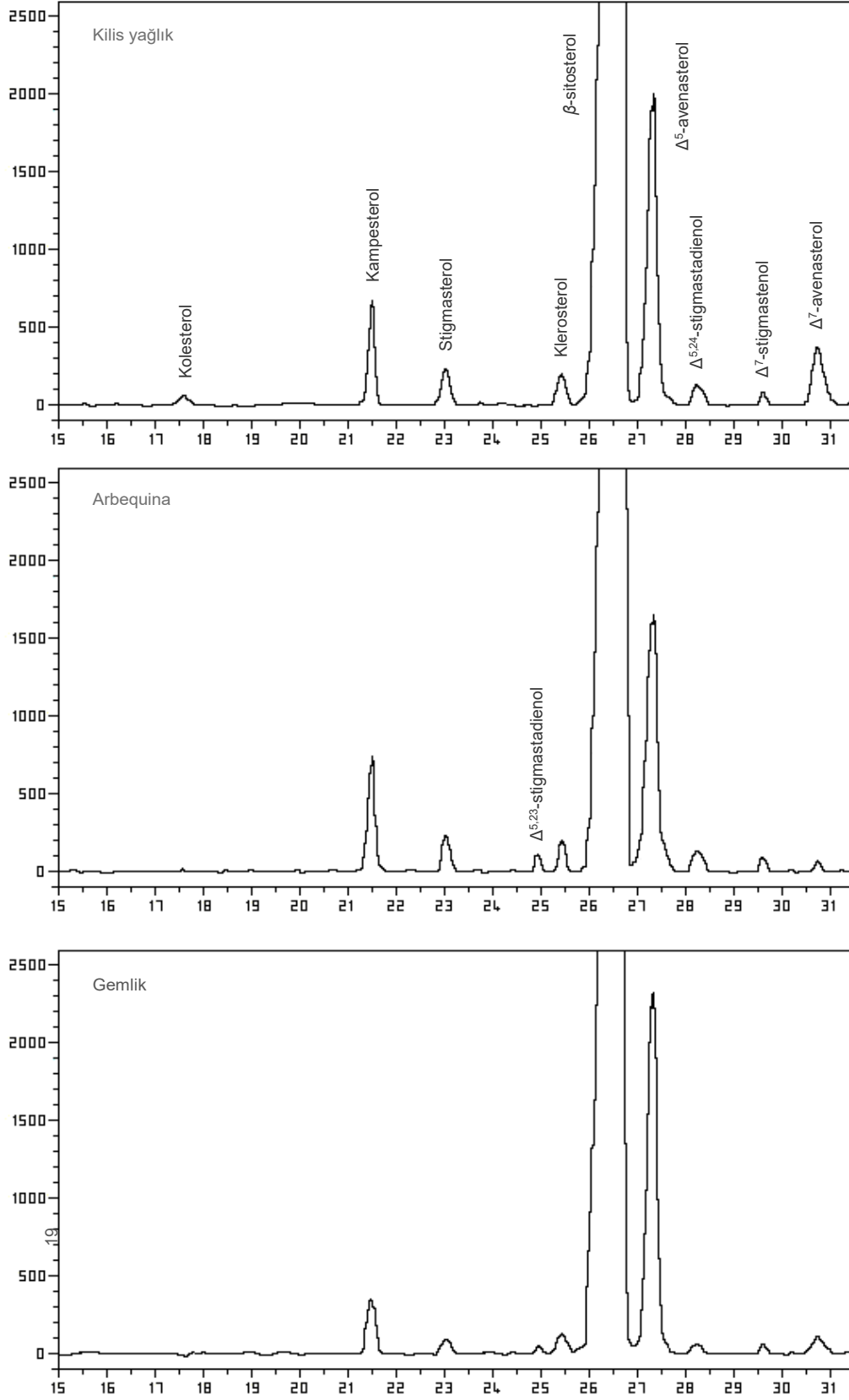
6.13. Sterol Bileşikler

Steroller, zeytinyağının sabunlaşmayan kısmının en önemli bileşenleridir. Birçok çalışma da sterollerin çeşide özgü olduğu, diğer bir ifade ile çeşitler için birer delil niteliğinde olduğu bildirilmiştir (Gutiérrez ve ark., 2000; Vichi ve ark., 2001; Ranalli ve ark., 2002). Dolayısıyla, sterol profili, bir zeytinyağının otantikliğinin doğrulanması ve tağşiş ve taklide maruz kalıp kalmadığının belirlenmesi açısından en önemli araçtır. Steroller, aynı zamanda, yüksek sıcaklık uygulanan yağların stabilitesi içinde önemli bileşenlerdir, zira polimerizasyon reaksiyonları inhibe etme potansiyeline sahiptirler (Velasco ve Dobarganes, 2002).

Araştırma kapsamında 2014 yılında hasat edilen zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinin sterol kompozisyonlarına ait GC kromatogramları Şekil 6.13’de verilmiştir. Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinde 9, Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinde ise 10 sterol bileşiği belirlenmiştir. Her bir sterol bileşeni için yapılan tek yönlü varyans analizine göre, natürel sızma zeytinyağı örnekleri istatistiksel olarak birbirlerinden farklı bulunmuştur ($p<0.05$).

Araştırmada kullanılan natürel sızma zeytinyağı örneklerinde en fazla bulunan sterol, β -sitosterol olmuştur (Çizelge 6.4). β -sitosterol seviyesi %82.5’in üzerinde bulunmuştur. β -sitosterol’ün hipokolesterolemik fonksiyona sahip bir fitosterol olduğu bildirilmiştir (Temime ve ark., 2008). Dolayısıyla, kalp hastalıkları ve kolon, prostat ve göğüs kanseri gibi birçok hastalığın önlenme potansiyeline sahiptir.

Yağ örneklerinde miktar olarak diğer bir öneme sahip sterol Δ^5 -avenasterol olup, %7.8’in üzerinde belirlenmiştir. Kolesterol Gemlik, $\Delta^{5,23}$ -stigmastadienol ise Kilis yağlık çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilememiştir. Kilis yağlık çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinin Δ^7 -avenasterol miktarı, diğerleri ile kıyaslandığında 3-4 kat daha fazla bulunmuştur. Gemlik çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinin kampesterol miktarı ise diğerlerine göre yarıya yakın bulunmuştur. Diğer sterollerin miktarları ise, tüm yağlarda %1’in altında kalmıştır. Çoklu ve ikili karşılaştırma test sonuçlarına göre, Kilis yağlık ve Arbequina stigmasterol ve $\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol; Arbequina ve Gemlik β -sitosterol miktarları bakımından istatistiksel olarak benzerlik göstermişlerdir ($p>0.05$). Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin görünür β -



Şekil 6.13. Natürel sıзма zeytinyağlarının sterol bileşiklerine ait GC-kromatogramları

Çizelge 6.4. Natürel sızma zeytinyağlarında sterol bileşiklerin dağılımı

Steroller (%)	Kilis yağlık	Arbequina		Gemlik		TGK (2014)	
		Literatür		Literatür	Literatür		
Kolesterol	0.31±0.01 ^B	0.29-0.75	0.01±0.00 ^A	0.09-0.15	--	0.22-9.75	≤0.5
Kampesterol	3.16±0.06 ^B	2.78-3.25	3.49±0.07 ^C	2.65-5.30	1.68±0.04 ^A	1.47-4.11	≤4.0
Stigmasterol	1.10±0.03 ^B	0.62-0.94	1.12±0.02 ^B	0.10-1.90	0.56±0.04 ^A	0.41-2.34	≤ Kampesterol
Δ ^{5.23} -stigmastadienol	--	--	0.53±0.01 ^B	0.00-1.60	0.30±0.01 ^A	--	Belirtilmemiş
Klerosterol	0.95±0.01 ^C	0.62-9.69	0.81±0.02 ^B	0.08-1.50	0.59±0.02 ^A	0.69-0.95	
β-sitosterol	82.61±0.29 ^A	78.06-86.53	84.83±0.17 ^B	76.70-98.91	84.63±0.28 ^B	80.25-88.34	Belirtilmemiş
Δ ⁵ -avenasterol	9.20±0.17 ^B	5.97-7.40	7.77±0.15 ^A	2.60-18.75	10.97±0.35 ^C	5.96-11.50	Belirtilmemiş
Δ ^{5.24} -stigmastadienol	0.57±0.01 ^B	0.44-0.71	0.57±0.02 ^B	0.40-0.80	0.37±0.01 ^A	0.43-2.13	
Δ ⁷ -stigmastenol	0.35±0.01 ^B	0.37-0.56	0.49±0.01 ^C	0.10-0.40	0.30±0.01 ^A	0.18-1.49	≤0.5
Δ ⁷ -avenasterol	1.74±0.04 ^C	0.66-1.04	0.39±0.01 ^A	0.10-0.47	0.59±0.02 ^B	0.07-1.38	Belirtilmemiş
Görünür β-sitosterol*	93.33±0.12 ^A	91.30-94.72	94.50±0.05 ^B	91.70-94.85	96.86±0.06 ^C	87.38-97.36	≥93

*Δ^{5.23}-stigmastadienol + Klerosterol + Sitostanol + β-sitosterol + Δ⁵-avenasterol + Δ^{5.24}-stigmastadienol

Aynı satırda verilen farklı harfler (A-C serisi) istatistiksel olarak farklılıkları belirtmektedir ($p<0.05$)

sitosterol miktarları TKG (2014)'te belirtilen ≥ 93 seviyesinin üzerinde bulunmuştur (Çizelge 6.4).

Kilis yağlık, Arbequina (Aparicio ve ark., 1997; Carelli, 2008) ve Gemlik çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarına ait önceki çalışmalarda bulunan minimum ve maksimum değerler Çizelge 6.4'te verilmiştir. Bu çalışmada bulunan sonuçlar ile kıyaslandığında, Δ^5 -avenasterol'ün Kilis yağlık ve Arbequina, Δ^7 -avenasterol'ün ise Kilis yağlık çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinde yüksek bulunduğu görülmüştür. Aparicio ve ark. (1997), Arbequina zeytin çeşidinden üretilen zeytinyağında yüksek miktarda (datalar verilmemiş) kampesterol, stigmasterol ve β -sitosterol bulduklarını bildirmişlerdir. Sterol kompozisyonunda ve miktarında görülen bu farklılıklar, zeytinin olgunlaşma indeksinden ve yetiştiği coğrafi konumdan, sterollerin ekstraksiyonunda uygulanan yöntemden ve GC analiz koşullarından ileri geldiği kanısına varılmıştır. Diğer sterol madde miktarları, literatürde verilen sınırlar içinde yada alt ve üst limitlere yakın olarak bulunmuştur.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Kahramanmaraş bölgesinde yetiştirilen Kilis yağlık zeytin çeşidi ile bölgeye sonradan adapte edilen İspanya'dan Arbequina ve Marmara bölgesinden Gemlik zeytin çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağlarının kalite (serbest yağ asitlik, peroksit, K_{232} ve K_{270} değerleri), saflık (sabunlaşmayan madde miktarları, yağ asitleri ve sterol kompozisyonları) kriterleri ile standartlarda belirtilmeyen diğer önemli özellikleri (iyot ve sabunlaşma sayıları, toplam klorofil ve karotenoid miktarları, tokoferol izomerleri dağılımı ve miktarları, fenolik madde kompozisyonları, toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri) araştırılmıştır.

Çalışmada kullanılan zeytinyağlarının, TGK (2014) ve IOC (2015b) standartlarında belirtilen kalite ve saflık kriterlerine göre, natürel sızma zeytinyağı sınıfında olduğu bulunmuştur. Kilis yağlık çeşidinden üretilen zeytinyağının serbest yağ asitliği yüksek bulunmuş olup, bu kriter açısından natürel birinci sınıf zeytinyağı sınıfına girmiştir.

Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağının, önceki çalışmalarla kıyaslandığında, peroksit değeri yüksek, iyot sayısı düşük bulunmuştur.

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinde klorofil ve karotenoid miktarları 1.94-2.27 ve 1.36-1.69 mg/kg yağ arasında tespit edilmiş olup, önceki yapılan çalışmalara göre düşük bulunmuştur. Klorofil ile karotenoid miktarları arasında ters ilişki göze çarpmıştır. Kilis yağlık çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağının klorofil miktarı, diğerlerinden farklı ve daha düşük fakat karotenoid miktarı daha yüksek bulunmuştur.

Yağ asidi profili bakımından Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağları ile kıyaslandığında, Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağında palmitik, palmitoleik ve linoleik asit miktarları yüksek, özellikle de oleik asit miktarı düşük bulunmuştur. Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağlarının yağ asidi profili, miktar açısından birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan HPLC-DAD analizlerinde, natürel sızma zeytinyağlarında 8 fenolik bileşik tespit edilmiştir. Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağında, Kilis yağlık ve Gemlik çeşitlerinden üretilen yağ örneklerinde rastlanmayan kuersetin bulunmuştur. Gemlik çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağının, Kilis yağlık ve Arbequina çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerine göre, 5-7 kat daha fazla hidroksitirosol ve 3-5 kat daha fazla tirosol içerdiği görülmüştür. Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma

zeytinyağında ise ferulik asit, rutin ve luteolin miktarlarının, diğer zeytinyağı örneklerine kıyasla oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ve antioksidan kapasiteleri 111-185 mg kafeik asit/kg yağ ve %18-34 arasında olup, en yüksek değerler Kilis yağlık çeşidinden, en düşük değerler ise Gemlik çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinde bulunmuştur.

Natürel sızma zeytinyağlarında α -, β -, γ - ve δ -tokoferoller tanımlanmış olup, izomerler arasında α -tokoferolün en yüksek miktarda olduğu tespit edilmiştir. α -tokoferol, zeytinyağı örneklerinde bulunan toplam tokoferollerin %98-99'unu oluşturmuştur. En yüksek α -tokoferol miktarı, Arbequina çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağında bulunmuştur. Ancak, önceki çalışmalar ile kıyaslandığında, β -, γ - ve δ -tokoferollerin miktarlarının düşük olduğu görülmüştür.

Natürel sızma zeytinyağlarının sterol kompozisyonu ve miktarları incelendiğinde, Kilis yağlık çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinde $\Delta^{5,23}$ -stigmastadienol, Gemlik çeşidinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneğinde ise kolesterol tespit edilememiştir. Kampesterol, stigmasterol, klerosterol, β -sitosterol, Δ^5 -avenasterol, $\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol, Δ^7 -stigmastenol ve Δ^7 -avenasterol tüm zeytinyağı örneklerinde farklı miktarlarda bulunmuştur. β -sitosterol, toplam sterollerin %82.6-84.8'ini oluşturmuştur. En düşük kampesterol ve stigmasterol miktarları Gemlik, en düşük Δ^5 -avenasterol miktarı Arbequina ve en yüksek Δ^7 -avenasterol miktarı Kilis yağlık çeşitlerinden üretilen natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilmiştir. Natürel sızma zeytinyağı örneklerinin görünür β -sitosterol miktarları, standartlarda belirtilen ≥ 93 'ün üzerinde bulunmuştur.

Yapılan bu çalışma, Kahramanmaraş'ta yetiştirilen zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının farklı kalite ve saflık kriterlerine sahip olduğunu belirlemiştir. Natürel sızma zeytinyağlarının TGK (2014)'e göre uygun olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların, Türk zeytinyağlarının karakterizasyonu için veri tabanı oluşmasına ve yapılacak bilimsel çalışmalara katkı sağlayacağı ümit edilmektedir. Kahramanmaraş'ta üretilen natürel sızma zeytinyağlarının karakterizasyonu için farklı çeşit, lokasyon ve hasat sezonunu içeren daha kapsamlı çalışmalara gereksinim vardır. Böylelikle üretilen yağların coğrafi açıdan daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Allalout, A., Krichène, D., Methenni, K., Taamalli, A., Oueslati, I., Daoud, D., Zarrouk, M. 2009. Characterization of Virgin Olive Oil from Super Intensive Spanish and Greek Varieties Grown in Northern Tunisia. *Scientia Horticulturae*, 120:77-83.
- Ammar, S., Zribi, A., Mansour, A.B., Ayadi, M., Abdelhedi, R., Bouaziz, M. 2014. Effect of Processing Systems on the Quality and Stability of Chemlali Olive Oils. *Journal of Oleo Science*, 63:311-323.
- Andrikopoulos, N.K., Giannakis, I.G., Tzamtzis, V. 2001. Analysis of Olive Oil and Seed Oil Triglycerides by Capillary Gas Chromatography as a Tool for the Detection of the Adulteration of Olive Oil. *Journal of Chromatographic Science*, 39:137-145.
- Angerosa, F., Campestre, C., Giansante, L. 2006. Analysis and Authentication. In: *Olive Oil: Chemistry and Technology*, Boskou, D. (Ed.). AOCS Press, Champaign, IL., pp. 113-172.
- Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C., Vito, R. 2001. Influence of Malaxation Temperature and Time on the Quality of Virgin Olive Oils. *Food Chemistry*, 72:19-28.
- AOCS. 2003. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Method No Cd 8-53 (Peroxide Value: Acetic Acid-Chloroform Method). The Association, IL, USA.
- AOCS. 2009. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Method No Cd 1d-92 (Iodine Value of Fats and Oils: Cyclohexane-Acetic Acid Method). The Association, IL, USA.
- AOCS. 2010. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Method Nod 3-25 (Saponification Value). The Association, IL, USA.
- Aparicio, R., Aparicio-Ruiz, R. 2000. Authentication of Vegetable Oils by Chromatographic Techniques. *Journal of Chromatography A*, 881:93-104.
- Aparicio, R., Luna, G. 2002. Characterisation of Monovarietal Virgin Olive Oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104:614-627.
- Aparicio, R., Morales, M.T., Alonso, V. 1997. Authentication of European Virgin Olive Oils by Their Chemical Compounds, Sensory Attributes, and Consumers' Attitudes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45:1076-1083.
- Arslan, D. 2010. Güney Anadolu'da Yetişen Bazı Yağlık Zeytin Çeşitlerinin ve Yağlarının Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Lokasyon ve Hasat Zamanının Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Doktora tezi, 209s.
- Arslan, D., Özcan, M.M. 2011. Some Compositional Characteristics of Turkish Monovarietal Olive Oils from South Anatolia. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9:53-59.
- Arslan, D., Özcan, M.M. 2014. Changes in Chemical Composition and Olive Oil Quality of

- Turkish Variety 'Kilis Yağlık' with Regard to Origin of Plantation. *Global Journal of Agricultural Innovation, Research and Development*, 1:51-56.
- Ayyad, Z., Valli, E., Bendini, A., Adrover-Obrador, S., Femenia, A., Toschi, T.G. 2015. Extra Virgin Olive Oil stored in Different Conditions: Focus on Diglycerides *Italian Journal of Food Science*, 27:166-172.
- Bakhouch, A., Lozano-Sánchez, J., Beltrán-Debón, R., Joven, J., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. 2013. Phenolic Characterization and Geographical Classification of Commercial Arbequina Extra-Virgin Olive Oils Produced in Southern Catalonia. *Food Research International*, 50:401-408.
- Beltrán, G., Jiménez, A., del Río, C., Sánchez, S., Martínez, L., Uceda, M., Aguilera, M.P. 2010. Variability of Vitamin E in Virgin Olive Oil by Agronomical and Genetic Factors. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23:633-639.
- Ben-Hassine, K., Taamalli, A., Ferchichi, S., Mlaouah, A., Benincasa, C., Romano, E., Flamini, G., Lazzez, A., Grati-Kamoun, N., Perri, E., Malouche, D., Hammami, M. 2013. Physicochemical and Sensory Characteristics of Virgin Olive Oils in Relation to Cultivar, Extraction System and Storage Conditions. *Food Research International*, 54:1915-1925.
- Bendini, A., Cerretani, L., Carrasco-Pancorbo, A., Gómez-Caravaca, A.M., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., Lercker, G. 2007. Phenolic Molecules in Virgin Olive Oils: A Survey of Their Sensory Properties, Health Effects, Antioxidant Activity and Analytical Methods. An Overview of the Last Decade *Alessandra. Molecules*, 12:1679-1719.
- Boskou, D., Blekas, G., Tsimidou, M. 2006a. Olive Oil Composition. In: *Olive Oil: Chemistry and Technology*, Boskou, D. (Ed.). AOCS Press, Champaign, IL., pp. 41-72.
- Boskou, D., Tsimidou, M., Blekas, G. 2006b. Polar Phenolic Compounds. In: *Olive Oil: Chemistry and Technology*, Boskou, D. (Ed.). AOCS Press, Champaign, IL., pp. 73-92.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28:25-30.
- Cañabate-Díaz, B., Segura Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., Belmonte Vega, A., Garrido Frenich, A., Martínez Vidal, J.L., Duran Martos, J. 2007. Separation and Determination of Sterols in Olive Oil by HPLC-MS. *Food Chemistry*, 102:593-598.
- Carelli, A.A. 2008. Olive Oil Chemistry in Argentina. URL (erişim tarihi: 18.01.2016) http://www.aocs.org/archives/am2008/content/3H%20-%20CarelliMelgarejo-OliveOilChemistryArgentina_Handout.pdf.
- Cerretani, L., Bendini, A., Caro, A.D., Piga, A., Vacca, V., Caboni, M.F., Gallina Toschi, T. 2006. Preliminary Characterisation of Virgin Olive Oils Obtained from Different Cultivars in Sardinia. *European Food Research and Technology*, 222:354-361.
- Cerretani, L., Bendini, A., Rotondi, A., Lercker, G., Toschi, T.G. 2005. Analytical

- Comparison of Monovarietal Virgin Olive Oils Obtained by Both a Continuous Industrial Plant and a Low-Scale Mill. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107:93-100.
- Chtourou, M., Gargouri, B., Jaber, H., Abdelhedi, R., Bouaziz, M. 2013. Comparative Study of Olive Oil Quality from Chemlali Sfax Versus Arbequina Cultivated in Tunisia. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115:631-640.
- Criado, M.N., Motilva, M.J., Goñi, M., Romero, M.P. 2007. Comparative Study of the Effect of the Maturation Process of the Olive Fruit on the Chlorophyll and Carotenoid Fractions of Drupes and Virgin Oils from Arbequina and Farga Cultivars. *Food Chemistry*, 100:748-755.
- Criado, M.N., Romero, M.P., Casanovas, M., Motilva, M.J. 2008. Pigment Profile and Colour of Monovarietal Virgin Olive Oils from Arbequina Cultivar Obtained During Two Consecutive Crop Seasons. *Food Chemistry*, 110:873-880.
- Dabbou, S., Chehab, H., Faten, B., Dabbou, S., Esposto, S., Selvaggini, R., Taticchi, A., Servili, M., Montedoro, G.F., Hammami, M. 2010a. Effect of Three Irrigation Regimes on Arbequina Olive Oil Produced under Tunisian Growing Conditions. *Agricultural Water Management*, 97:763-768.
- Dabbou, S., Rjiba, I., Nakbi, A., Gazzah, N., Issaoui, M., Hammami, M. 2010b. Compositional Quality of Virgin Olive Oils from Cultivars Introduced in Tunisian Arid Zones in Comparison to Chemlali Cultivars. *Scientia Horticulturae*, 124:122-127.
- De Fernandez, M.D., Soto-Vargas, V.C., Silva, M.F. 2014. Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Monovarietal Olive Oils Produced in Argentina. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91:2021-2033.
- De Stefano, G., Piacquadio, P., Servili, M., Giovacchino, L.D., Sciancalepore, V. 1999. Effect of Extraction Systems on the Phenolic Composition of Virgin Olive Oils. *Lipid / Fett*, 101:328-332.
- Delgado-Adámez, J., Baltasar, M.N.F., Yuste, M.C.A., Martín-Vertedor, D. 2014. Oxidative Stability, Phenolic Compounds and Antioxidant Potential of a Virgin Olive Oil Enriched with Natural Bioactive Compounds. *Journal of Oleo Science*, 63:55-65.
- Diraman, H. 2007. Gemlik Zeytin Çesidinden Üretilen Natürel Zeytinyağlarının Oksidatif Stabilitelerinin Diğer Önemli Yerli Çesitler ile Karsılaştırılması. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3:53-59.
- Diraman, H. 2010. Characterization by Chemometry of the Most Important Domestic and Foreign Olive Cultivars from the National Olive Collection Orchard of Turkey. *Grasas y Aceites*, 61:341-351.
- Diraman, H., Dibeklioglu, H. 2009. Characterization of Turkish Virgin Olive Oils Produced from Early Harvest Olives. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86:663-674.
- Diraman, H., Dibeklioglu, H. 2014. Using Lipid Profiles for the Characterization of Turkish

Monocultivar Olive Oils Produced by Different Systems. *International Journal of Food Properties*, 17:1013-1033.

- EC. 2006a. On the Protection of Geographical Indications and Designations of Origin for Agricultural Products and Foodstuffs (Council Regulation (EC) No 510/2006). *Official Journal of the European Union*, 93:12-25.
- EC. 2006b. Laying Down Detailed Rules of Implementation of Council Regulation (EC) No 510/2006 on the Protection of Geographical Indications and Designations of Origin for Agricultural Products and Foodstuffs (Council Regulation (EC) No 1898/2006). *Official Journal of the European Union*, 361:1-19.
- EC. 2015. On the Characteristics of Olive Oil and Olive-Residue Oil and on the Relevant Methods of Analysis (Council Regulation (EC) No 2568/1991). *Official Journal of the European Union*, 266:9-13.
- Eid, M.M., El-Sayed, M.M. 2013. Characterization of Some New Olive Oil Genotypes Growing in El-Khatatba Zone - Egypt. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 91:611-626.
- El Sohaimy, A.A.S., El- Sheikh, H.M., Refaay, M.T., Zaytoun, A.M.M. 2016. Effect of Harvesting in Different Ripening Stages on Olive (*Olea Europea*) Oil Quality. *American Journal of Food Technology*, 11:1-11.
- Farid, M., Abdessamad, B.M., Gerard, L., Marie-Laaure, F., Marianne, S., Hana, S.-C., Ahmed, E. 2013. Preliminary Characterization of Monovarietal Virgin Olive Oils Produced in Eastern Area of Morocco. Inside Food Symposium, 9-12 April 2013, Leuven, Belgium.
- Favati, F., Caporale, G., Monteleone, E., Bertuccioli, M. 1995. Rapid Extraction and Determination of Phenols in Extra Virgin Olive Oil. In: *Food Flavors: Generation, Analysis and Process Influence*, Charalambous, G. (Ed.). Elsevier Science, The Netherlands, pp. 429-452.
- FDA. 2003. Letter Responding to Health Claim Petition Dated August 28, 2003: Monounsaturated Fatty Acids from Olive Oil and Coronary Heart Disease (Docket No 2003q-0559). URL (erişim tarihi: 25.08.2015) <http://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/labelingnutrition/ucm072963.htm>.
- Franco, M.N., Galeano-Díaz, T., Sánchez, J., De Miguel, C., Martín-Vertedor, D. 2014. Total Phenolic Compounds and Tocopherols Profiles of Seven Olive Oil Varieties Grown in the South-West of Spain. *Journal of Oleo Science*, 63:115-125.
- Fregapane, G., Salvador, M.D. 2013. Production of Superior Quality Extra Virgin Olive Oil Modulating the Content and Profile of Its Minor Components. *Food Research International*, 54:1907-1914.
- Gallardo-Guerrero, L., Roca, M., Mínguez-Mosquera, I.M. 2002. Distribution of Chlorophylls and Carotenoids in Ripening Olives and between Oil and Alperujo When Processed Using a Two-Phase Extraction System. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79:105-109.

- García-Rodríguez, R., Romero-Segura, C., Sanz, C., Pérez, A.G. 2015. Modulating Oxidoreductase Activity Modifies the Phenolic Content of Virgin Olive Oil. *Food Chemistry*, 171:364-369.
- García, J.M., Seller, S., Pérez-Camino, M.C. 1996. Influence of Fruit Ripening on Olive Oil Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44:3516-3520.
- Garcia, R., Martins, N., Cabrita, M.J. 2013. Putative Markers of Adulteration of Extra Virgin Olive Oil with Refined Olive Oil: Prospects and Limitations. *Food Research International*, 54:2039-2044.
- Gargouri, B., Ammar, S., Zribi, A., Mansour, A.B., Bouaziz, M. 2013. Effect of Growing Region on Quality Characteristics and Phenolic Compounds of Chemlali Extra-Virgin Olive Oils. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35:2801-2812.
- Gharbi, I., Issaoui, M., Mehri, S., Cheraief, I., Sifi, S., Hammami, M. 2015. Agronomic and Technological Factors Affecting Tunisian Olive Oil Quality *Agricultural Sciences*, 6:513-526.
- Gharby, S., Harhar, H., Kartah, B., Chafcuhauni, I., Sibawayh, Z., Charrouf, Z. 2013. Chemical Characterization and Oxidative Stability of Two Monovarietal Virgin Olive Oils (Moroccan Picholine and Arbequina) Grown in Morocco. *Journal of Materials and Environmental Science*, 4:935-942.
- Gimeno, E., Castellote, A.I., Lamuela-Raventós, R.M., De la Torre, M.C., López-Sabater, M.C. 2002. The Effects of Harvest and Extraction Methods on the Antioxidant Content (Phenolics, A-Tocopherol, and B-Carotene) in Virgin Olive Oil. *Food Chemistry*, 78:207-211.
- Giuffrida, D., Salvo, F., Salvo, A., Pera, L.L., Dugo, G. 2007. Pigments Composition in Monovarietal Virgin Olive Oils from Various Sicilian Olive Varieties. *Food Chemistry*, 101:833-837.
- Gómez-Rico, A., Salvador, M.D., Moriana, A., Pérez, D., Olmedilla, N., Ribas, F., Fregapane, G. 2007. Influence of Different Irrigation Strategies in a Traditional Cornicabra Cv. Olive Orchard on Virgin Olive Oil Composition and Quality. *Food Chemistry*, 100:568-578.
- Gorinstein, S., Martin-Belloso, O., Katrich, E., Lojek, A., Číž, M., Gligelmo-Miguel, N., Haruenkit, R., Park, Y.-S., Jung, S.-T., 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. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 14:154-159.
- Gurdeniz, G., Ozen, B., Tokatli, F. 2008. Classification of Turkish Olive Oils with Respect to Cultivar, Geographic Origin and Harvest Year, Using Fatty Acid Profile and Mid-IR Spectroscopy. *European Food Research and Technology*, 227:1275-1281.
- Gutfinger, T. 1981. Polyphenols in Olive Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58:966-968.
- Gutiérrez, F., Arnaud, T., Albi, M.A. 1999a. Influence of Ecological Cultivation on Virgin

- Olive Oil Quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 76:617-621.
- Gutiérrez, F., Jiménez, B., Ruíz, A., Albi, M.A. 1999b. Effect of Olive Ripeness on the Oxidative Stability of Virgin Olive Oil Extracted from the Varieties Picual and Hojiblanca and on the Different Components Involved. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47:121-127.
- Gutiérrez, F., Varona, I., Albi, M.A. 2000. Relation of Acidity and Sensory Quality with Sterol Content of Olive Oil from Stored Fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:1106-1110.
- Ingles, P., Famiani, F., Galvano, F., Servili, M., Esposto, S., Urbani, S. 2011. Factors Affecting Extra-Virgin Olive Oil Composition. *Horticulture Review*, 38:83-147.
- IOC. 2001. Determination of the Composition and Content of Sterols by Capillary-Column Gas Chromatography (COI/T.20/Doc. No 10/Rev. 1). International Olive Council, Spain.
- IOC. 2015a. World Olive Oil Figures. URL (erişim tarihi: 18.12.2015) <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>.
- IOC. 2015b. Trade Standard Applying to Olive Oils and Olive-Pomace Oils (COI/T.15/NC. No 3/Rev. 10). International Olive Council, Spain.
- IOC. 2015c. Determination of Free Fatty Acids, Cold Method (COI /T.20/Doc. No 34). International Olive Council, Spain.
- IOC. 2015d. Spectrophotometric Investigation in the Ultraviolet (COI /T.20/Doc. No 19/Rev. 3). International Olive Council, Spain.
- IOC. 2015e. Determination of Fatty Acid Methyl Esters by Gas Chromatography (COI /T.20/Doc. No 33). International Olive Council, Spain.
- ISO. 2000. Animal and Vegetable Fats and Oils - Determination of Unsaponifiable Matter - Method Using Diethyl Ether Extraction (Method No 3596). International Organization for Standardization, Switzerland.
- ISO. 2006. Animal and Vegetable Fats and Oils - Determination of Tocopherol and Tocotrienol Contents by High-Performance Liquid Chromatography (Method No 9936). International Organization for Standardization.
- Issaoui, M., Dabbou, S., Brahmi, F., Hassine, K.B., Ellouze, M.H., Hammami, M. 2009. Effect of Extraction Systems and Cultivar on the Quality of Virgin Olive Oils. *International Journal of Food Science & Technology*, 44:1713-1720.
- Kalogeropoulos, N., Tsimidou, M. 2014. Antioxidants in Greek Virgin Olive Oils. *Antioxidants*, 3:387-413.
- Kapudere, M.B., Söylemez, Z. 2012. Gaziantep Yöresi Zeytinlerinden Elde Edilen Yağlarda Delta7-Stigmastenol İçerisinin Değerlendirilmesi. Türkiye 11. Gıda Kongresi, 10-12 Ekim 2012, Hatay.

- Kaya, Ü. 2009. İznik'te Yetiştirilen Gemlik Zeytininin ve Yağının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 72s.
- Keceli, T., Gordon, M.H. 2001. The Antioxidant Activity and Stability of the Phenolic Fraction of Green Olives and Extra Virgin Olive Oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81:1391-1396.
- Keceli, T.M. 2013. Influence of Time of Harvest on 'Adana Topagi', 'Gemlik' Olives, Olive Oil Properties and Oxidative Stability. *Journal of Food and Nutrition Research*, 1:52-58.
- Kelebek, H., Kesen, S., Sabbağ, Ç., Selli, S. 2012. Gemlik Zeytin Çeşidinden Elde Edilen Natürel Zeytinyağında Fenol Bileşiklerinin ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. *Gıda*, 37:133-140.
- Kesen, S. 2014. Nizip Yağlık ve Kilis Yağlık Çeşitlerinden Elde Edilen Zeytinyağlarının Aroma-Aktif Maddeleri ve Fenol Bileşikleri Profillerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 179s.
- Kesen, S., Kelebek, H., Selli, S. 2014. LC-ESI-MS Characterization of Phenolic Profiles Turkish Olive Oils as Influenced by Geographic Origin and Harvest Year. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91:385-394.
- Kıralan, M. 2010. Türk Zeytin Çeşitlerine Göre Aroma Profillerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Doktora Tezi, 159s.
- Kıralan, M., Bayrak, A., Özkaya, M.T. 2009. Oxidation Stability of Virgin Olive Oils from Some Important Cultivars in East Mediterranean Area in Turkey. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86:247-252.
- Kıralan, M., Yorulmaz, A., Ercoşkun, H. 2005. Sızma Zeytinyağının Fenolik Bileşiklerine ve Oksidasyon Stabilitesine İşleme Aşamalarının Etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 19:28-34.
- Krichene, D., Taamalli, W., Daoud, D., Salvador, M.D., Fregapane, G., Zarrouk, M. 2007. Phenolic Compounds, Tocopherols and Other Minor Components in Virgin Olive Oils of Some Tunisian Varieties. *Journal of Food Biochemistry*, 31:179-194.
- Lazzez, A., Perri, E., Caravita, M.A., Khelif, M., Cossentini, M. 2008. Influence of Olive Maturity Stage and Geographical Origin on Some Minor Components in Virgin Olive Oil of the Chemlali Variety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56:982-988.
- Longobardi, F., Ventrella, A., Casiello, G., Sacco, D., Tasioula-Margari, M., Kiritsakis, A.K., Kontominas, M.G. 2012. Characterisation of the Geographical Origin of Western Greek Virgin Olive Oils Based on Instrumental and Multivariate Statistical Analysis. *Food Chemistry*, 133:169-175.
- López-Cortés, I., Salazar-García, D.C., Velázquez-Martí, B., Salazar, D.M. 2013. Chemical Characterization of Traditional Varietal Olive Oils in East of Spain. *Food Research International*, 54:1934-1940.

- Mansouri, F., Ben Moumen, A., Lopez, G., Fauconnier, M.-L., Sindic, M., Serghini-Caid, H., Elamrani, A. 2013. Preliminary Characterization of Monovarietal Virgin Olive Oils Produced in Eastern Area of Morocco. Inside Food Symposium, 9-12 April 2013, Leuven, Belgium.
- Mariotti, M. 2014. Virgin Olive Oil: Definition and Standards. In: *The Extra-Virgin Olive Oil Handbook*, Peri, C. (Ed.). John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, UK, pp. 11-20.
- Min, D.B., Boff, J.M. 2002. Chemistry and Reaction of Singlet Oxygen in Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1:58-72.
- Mínguez-Mosquera, M.I., Rejano-Navarro, L., Gandul-Rojas, B., Sánchez-Gómez, A.H., Garrido-Fernandez, J. 1991. Color-Pigment Correlation in Virgin Olive Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 68:332-336.
- Montedoro, G., Servili, M., Baldioli, M., Miniati, E. 1992. Simple and Hydrolyzable Phenolic Compounds in Virgin Olive Oil. 1. Their Extraction, Separation, and Quantitative and Semiquantitative Evaluation by HPLC. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40:1571-1576.
- Moore, J.C., Spink, J., Lipp, M. 2012. Development and Application of a Database of Food Ingredient Fraud and Economically Motivated Adulteration from 1980 to 2010. *Journal of Food Science*, 77:R118-R126.
- Morello, J.R., Motilva, M.J., Tovar, M.J., Romero, M.P. 2004. Changes in Commercial Virgin Olive Oil (Cv. Arbequina) During Storage, with Special Emphasis on the Phenolic Fraction. *Food Chem*, 85:357-364.
- Motilva, M.J., Tovar, M.J., Romero, M.P., Alegre, S., Girona, J. 2000. Influence of Regulated Deficit Irrigation Strategies Applied to Olive Trees (Arbequina Cultivar) on Oil Yield and Oil Composition During the Fruit Ripening Period. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80:2037-2043.
- Mousa, Y.M., Gerasopoulos, D., Metzidakis, I., Kiritsakis, A. 1996. Effect of Altitude on Fruit and Oil Quality Characteristics of 'Mastoides' Olives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71:345-350.
- Murkovic, M., Lechner, S., Pietzka, A., Bratacos, M., Katzogiannos, E. 2004. Analysis of Minor Components in Olive Oil. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 61:155-160.
- Nasini, L., Proietti, P. 2014. Olive Harvesting. In: *The Extra-Virgin Olive Oil Handbook*, Peri, C. (Ed.). John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, UK, pp. 89-105.
- 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 Chemistry*, 113:401-410.
- Ocakoglu, D. 2008. Classification of Turkish Virgin Olive Oil Based on Their Phenolic Profiles. İzmir Institute of Technology, M.Sc.Thesis, 125p.
- Owen, R.W., Mier, W., Giacosa, A., Hull, W.E., Spiegelhalder, B., Bartsch, H. 2000.

- Phenolic Compounds and Squalene in Olive Oils: The Concentration and Antioxidant Potential of Total Phenols, Simple Phenols, Secoiridoids, Lignans and Squalene. *Food and Chemical Toxicology*, 38:647-659.
- Ötleş, S. 2012. Coğrafi İşaretleme-I, Dünya Gıda. URL (erişim tarihi: 07.05.2015) <http://www.dunyagida.com.tr/yazar.php?id=20&nid=2878>.
- Parcerisa, J., Casals, I., Boatella, J., Codony, R., Rafecas, M. 2000. Analysis of Olive and Hazelnut Oil Mixtures by High-Performance Liquid Chromatography–Atmospheric Pressure Chemical Ionisation Mass Spectrometry of Triacylglycerols and Gas–Liquid Chromatography of Non-Saponifiable Compounds (Tocopherols and Sterols). *Journal of Chromatography A*, 881:149-158.
- Pardo, J.E., Cuesta, M.A., Alvarruiz, A. 2007. Evaluation of Potential and Real Quality of Virgin Olive Oil from the Designation of Origin “Aceite Campo De Montiel” (Ciudad Real, Spain). *Food Chemistry*, 100:977-984.
- Pehlivan, B., Yılmaz, E. 2010. Comparison of Oils Originating from Olive Fruit by Different Production Systems. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87:865-875.
- Petrakis, C. 2006. Olive Oil Extraction. In: *Olive Oil: Chemistry and Technology*, Boskou, D. (Ed.). AOCS Press, Champaign, IL., pp. 191-223.
- Psomiadou, E., Tsimidou, M. 2001. Pigments in Greek Virgin Olive Oils: Occurrence and Levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81:640-647.
- Ranalli, A., Contento, S., Schiavone, C., Simone, N. 2001. Malaxing Temperature Affects Volatile and Phenol Composition as Well as Other Analytical Features of Virgin Olive Oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103:228-238.
- Ranalli, A., Pollastri, L., Contento, S., Di Loreto, G., Iannucci, E., Lucera, L., Russi, F. 2002. Sterol and Alcohol Components of Seed, Pulp and Whole Olive Fruit Oils. Their Use to Characterise Olive Fruit Variety by Multivariate. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82:854-859.
- Ranalli, A., Pollastri, L., Contento, S., Iannucci, E., Lucera, L. 2003. Effect of Olive Paste Kneading Process Time on the Overall Quality of Virgin Olive Oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105:57-67.
- Rotondi, A., Bendini, A., Cerretani, L., Mari, M., Lercker, G., Toschi, T.G. 2004. Effect of Olive Ripening Degree on the Oxidative Stability and Organoleptic Properties of Cv. Nostrana Di Brisighella Extra Virgin Olive Oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52:3649-3654.
- Salivaras, E., McCurdy, A.R. 1992. Detection of Olive Oil Adulteration with Canola Oil from Triacylglycerol Analysis by Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 69:935-938.
- Salvador, M.D., Aranda, F., Fregapane, G. 2001a. Influence of Fruit Ripening on ‘Cornicabra’ Virgin Olive Oil Quality a Study of Four Successive Crop Seasons. *Food Chemistry*, 73:45-53.

- Salvador, M.D., Aranda, F., Gómez-Alonso, S., Fregapane, G. 2001b. Cornicabra Virgin Olive Oil: A Study of Five Crop Seasons. Composition, Quality and Oxidative Stability. *Food Chemistry*, 74:267-274.
- Salvador, M.D., Aranda, F., Gómez-Alonso, S., Fregapane, G. 2003. Influence of Extraction System, Production Year and Area on Cornicabra Virgin Olive Oil: A Study of Five Crop Seasons. *Food Chemistry*, 80:359-366.
- Šarolić, M., Gugić, M., Marijanović, Z., Šuste, M. 2014. Virgin Olive Oil and Nutrition. *Food in Health and Disease*, 3:38-43.
- Servili, M., Esposto, S., Taticchi, A., Urbani, S., Di Maio, I., Sordini, B., Selvaggini, R. 2014a. The Effect of Diverse Agricultural and Technological Factors on Olive Oil Quality and Yield. *Acta Horticulturae*, 1057:603-618.
- Servili, M., Esposto, S., Taticchi, A., Urbani, S., Veneziani, G., Di Maio, I., Selvaggini, R., Gucci, R. 2012. From the Orchard to the Virgin Olive Oil Quality: A Critical Overview. *Acta Horticulturae*, 924:365-378.
- Servili, M., Montedoro, G. 2002. Contribution of Phenolic Compounds to Virgin Olive Oil Quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104:602-613.
- Servili, M., Selvaggini, R., Esposto, S., Taticchi, A., Montedoro, G., Morozzi, G. 2004. Health and Sensory Properties of Virgin Olive Oil Hydrophilic Phenols: Agronomic and Technological Aspect of Production That Affect Their Occurrence in the Oil. *Journal of Chromatography A*, 1054:113-127.
- Servili, M., Sordini, B., Esposto, S., Urbani, S., Veneziani, G., Di Maio, I., Selvaggini, R., Taticchi, A. 2014b. Biological Activities of Phenolic Compounds of Extra Virgin Olive Oil. *Antioxidants*, 3:1-23.
- Temime, S.B., Manai, H., Methenni, K., Baccouri, B., Abaza, L., Daoud, D., Casas, J.S., Bueno, E.O., Zarrouk, M. 2008. Sterolic Composition of Chétoui Virgin Olive Oil: Influence of Geographical Origin. *Food Chemistry*, 110:368-374.
- TGK. 2010. Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği (Tebliğ No:2010/35). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi Gazete, Sayı 27665.
- TGK. 2014. Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35)'inde Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ (Tebliğ No: 2014/54). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi Gazete, Sayı 29203.
- Torres, M.M., Maestri, D.M. 2006a. Chemical Composition of Arbequina Virgin Olive Oil in Relation to Extraction and Storage Conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86:2311-2317.
- Torres, M.M., Maestri, D.M. 2006b. The Effects of Genotype and Extraction Methods on Chemical Composition of Virgin Olive Oils from Traslasierra Valley (Córdoba, Argentina). *Food Chemistry*, 96:507-511.
- Tsimidou, M. 1998. Polyphenols and Quality of Virgin Olive Oil in Retrospect. *Italian Journal of Food Science*, 10:99-116.

- Tuck, K.L., Hayball, P.J. 2002. Major Phenolic Compounds in Olive Oil: Metabolism and Health Effects. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 13:636-644.
- TÜİK. 2015. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. URL (erişim tarihi: 06.10.2015) <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>.
- Türkoğlu, H., Kanık, Z., Yakut, A., Güneri, A., Akın, M. 2012. Nizip ve Çevresinde Satışa Sunulan Zeytinyağı Örneklerinin Bazı Özellikleri *Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16:1-8.
- Uluata, S., Altuntaş, Ü., Özçelik, B. 2016. Biochemical Characterization of Arbequina Extra Virgin Olive Oil Produced in Turkey. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 93:617-626.
- Velasco, J., Dobarganes, C. 2002. Oxidative Stability of Virgin Olive Oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104:661-676.
- Vichi, S., Pizzale, L., Toffano, E., Bortolomeazzi, R., Conte, L. 2001. Detection of Hazelnut Oil in Virgin Olive Oil by Assessment of Free Sterols and Triacylglycerols. *Journal of AOAC International*, 84:1534-1541.
- Visioli, F., Galli, C. 2001. The Role of Antioxidants in the Mediterranean Diet. *Lipids*, 36:S49-S52.
- Williamson, I.A., Pearson, D.R., Aranoff, S.L., Pinkert, D.A., Johanson, D.S., Broadbent, M.M. 2013. Olive Oil: Conditions of Competition between U.S. And Major Foreign Supplier Industries. United States International Trade Commission, Washington, DC, 284p.
- Yavuz, H. 2008. Türk Zeytinyağlarının Bazı Kalite ve Saflık Kriterlerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 87s.
- Yorulmaz, A. 2009. Türk Zeytinyağlarının Fenolik, Sterol ve Triglicerit Yapılarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Doktora Tezi, 148s.
- Yorulmaz, A., Yavuz, H., Tekin, A. 2014. Characterization of Turkish Olive Oils by Triacylglycerol Structures and Sterol Profiles. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91:2077-2090.
- Youssef, N.B., Leïla, A., Youssef, O., Mohamed, S.N., Nizard, D., Chedly, A., Mokhtar, Z. 2012. Influence of the Site of Cultivation on Chétoui Olive (*Olea Europaea* L.) Oil Quality. *Plant Production Science*, 15:228-237.
- Youssef, N.B., Zarrouk, W., Carrasco-Pancorbo, A., Ouni, Y., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., Daoud, D., Zarrouk, M. 2010. Effect of Olive Ripeness on Chemical Properties and Phenolic Composition of Chétoui Virgin Olive Oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90:199-204.
- Zegane, O., Keciri, S., Louaileche, H. 2015. Physicochemical Characteristics and Pigment Content of Algerian Olive Oils: Effect of Olive Cultivar and Geographical Origin. *International Journal of Chemical and Biomolecular Science*, 1:153-157.

EKLER

EK-1. Serbest yağ asitliği değerlerine ait istatistiksel veriler

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,49	2	0,25	126,32	0,00
Intercept	6,81	1	6,81	3483,46	0,00
ÇEŞİT	0,49	2	0,25	126,32	0,00
Error	0,01	6	0,00		
Total	7,32	9			
Corrected Total	0,51	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	0,62		
Gemlik		0,81	
Kilis Yağlık			1,18

Alpha = 0,05.

EK-2. Peroksit değerlerine ait istatistiksel veriler

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,89	2	1,95	9,23	0,02
Intercept	2749,95	1	2749,95	13039,82	0,00
ÇEŞİT	3,89	2	1,95	9,23	0,02
Error	1,27	6	0,21		
Total	2755,11	9			
Corrected Total	5,16	8			

DUNCAN

ÇEŞİT	Subset	
	1	2
Gemlik	17,00	
Kilis Yağlık	17,03	
Arbequina		18,41

Alpha = 0,05.

EK-3. İyot sayılarına ait istatistiksel veriler

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	17,62	2	8,81	6,70	0,03
Intercept	57668,82	1	57668,82	43855,36	0,00
ÇEŞİT	17,62	2	8,81	6,70	0,03
Error	7,89	6	1,32		
Total	57694,33	9			
Corrected Total	25,51	8			

DUNCAN

ÇEŞİT	Subset	
	1	2
Arbequina	78,68	
Kilis Yağlık	79,49	
Gemlik		81,97

Alpha = 0,05.

EK-4. Sabunlaşma sayılarına ait istatistiksel veriler

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,86	2	1,43	0,20	0,82
Intercept	333182,93	1	333182,93	47544,88	0,00
ÇEŞİT	2,86	2	1,43	0,20	0,82
Error	42,05	6	7,01		
Total	333227,83	9			
Corrected Total	44,91	8			

DUNCAN

	Subset
ÇEŞİT	1
Arbequina	191,61
Gemlik	192,74
Kilis Yağlık	192,87

Alpha = 0,05.

EK-5. Sabunlaşmayan madde miktarlarına ait istatistiksel veriler

ANOVA						DUNCAN	
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.		Subset
Corrected Model	0,60	2	0,301	1,034	0,411	ÇEŞİT	1
Intercept	1529,33	1	1529,33	5256,84	0,00	Gemlik	12,67
ÇEŞİT	0,60	2	0,30	1,03	0,41	Kilis Yağlık	13,21
Error	1,75	6	0,29			Arbequina	13,22
Total	1531,68	9				Alpha = 0,05.	
Corrected Total	2,35	8					

EK-6. Ultraviyole ışığında özgül soğurma değerlerine ait istatistiksel veriler

K₂₃₂

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,00	2	0,00	0,02	0,98
Intercept	43,91	1	43,91	3870,86	0,00
ÇEŞİT	0,00	2	0,00	0,02	0,98
Error	0,07	6	0,01		
Total	43,98	9			
Corrected Total	0,07	8			

DUNCAN

	Subset
ÇEŞİT	1
Gemlik	2,20
Kilis Yağlık	2,21
Arbequina	2,22

Alpha = 0,05.

K₂₇₀

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,00	2	0,00	1,87	0,23
Intercept	0,19	1	0,19	1144,07	0,00
ÇEŞİT	0,00	2	0,00	1,87	0,23
Error	0,00	6	0,00		
Total	0,19	9			
Corrected Total	0,00	8			

DUNCAN

	Subset
ÇEŞİT	1
Gemlik	0,14
Kilis Yağlık	0,14
Arbequina	0,16

Alpha = 0,05.

EK-7. Toplam klorofil miktarlarına ait istatistiksel veriler

ANOVA						DUNCAN		
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Subset		
Corrected Model	0,20	2	0,10	9,51	0,01	ÇEŞİT	1	2
Intercept	41,56	1	41,56	3884,07	0,00	Kilis Yağlık	1,94	
ÇEŞİT	0,20	2	0,10	9,51	0,01	Arbequina		2,24
Error	0,06	6	0,01			Gemlik		2,27
Total	41,83	9						
Corrected Total	0,27	8						

Alpha = 0,05.

EK-8. Toplam karotenoid miktarlarına ait istatistiksel veriler

ANOVA						DUNCAN		
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Subset		
Corrected Model	0,18	2	0,09	11,23	0,01	ÇEŞİT	1	2
Intercept	20,16	1	20,16	2523,52	0,00	Gemlik	1,36	
ÇEŞİT	0,18	2	0,09	11,23	0,01	Arbequina	1,44	
Error	0,05	6	0,01			Kilis Yağlık	1,69	
Total	20,39	9				Alpha = 0,05.		
Corrected Total	0,23	8						

EK-9. Yağ asitlerine ait istatistiksel veriler

Palmitik Asit

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	28,34	2	14,18	136,05	0,00
Intercept	2301,12	1	2301,12	22097,83	0,00
ÇEŞİT	28,34	2	14,17	136,05	0,00
Error	0,63	6	0,10		
Total	2330,08	9			
Corrected Total	28,36	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Kilis Yağlık	14,20		
Gemlik		15,37	
Arbequina			18,41

Alpha = 0,05.

Palmitoleik Asit

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5,60	2,0	2,80	2376,24	0,00
Intercept	22,63	1,0	22,63	19210,65	0,00
ÇEŞİT	5,60	2,0	2,80	2376,24	0,00
Error	0,01	6,0	0,01		
Total	28,23	9,0			
Corrected Total	5,60	8,0			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Kilis Yağlık	0,84		
Gemlik		1,24	
Arbequina			2,68

Alpha = 0,05.

Stearik Asit

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	6,68	2	3,34	841,26	0,00
Intercept	85,07	1	85,07	21446,19	0,00
ÇEŞİT	6,67	2	3,34	841,26	0,00
Error	0,02	6	0,00		
Total	91,77	9			
Corrected Total	6,70	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	1,86		
Gemlik		3,67	
Kilis Yağlık			3,69

Alpha = 0,05.

Oleik Asit

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	349,39	2	174,70	862,65	0,00
Intercept	39777,64	1	39777,64	196422,03	0,00
ÇEŞİT	349,39	2	174,70	862,65	0,00
Error	1,22	6	0,20		
Total	40128,26	9			
Corrected Total	350,61	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	57,67		
Gemlik		70,81	
Kilis Yağlık			70,96

Alpha = 0,05.

EK-9. (Devamı)

Linoleik Asit

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	194,97	2	97,49	1493,42	0,00
Intercept	1267,12	1	1267,12	19411,24	0,00
ÇEŞİT	194,97	2	97,49	1493,42	0,00
Error	0,39	6	0,07		
Total	1462,49	9			
Corrected Total	195,37	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Gemlik	7,89		
Kilis Yağlık		9,31	
Arbequina			18,40

Alpha = 0,05.

Linolenik Asit

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,00	2	0,00	0,60	0,58
Intercept	9,04	1	9,04	17310,72	0,00
ÇEŞİT	0,00	2	0,00	0,60	0,58
Error	0,00	6	0,00		
Total	9,04	9			
Corrected Total	0,00	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	0,99		
Kilis Yağlık	1,00		
Gemlik	1,01		

Alpha = 0,05.

Toplam Doymuş Yağ Asitleri (SFA)

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8,43	2	4,21	33,11	0,00
Intercept	3270,70	1	3270,70	25699,55	0,00
ÇEŞİT	8,43	2	4,21	33,11	0,00
Error	0,76	6	0,13		
Total	3279,89	9			
Corrected Total	9,20	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Kilis Yağlık	17,89		
Gemlik		19,04	
Arbequina			20,26

Alpha = 0,05.

Toplam Doymamış Yağ Asitleri (UFA)

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8,43	2	4,21	33,11	0,00
Intercept	58956,70	1	58956,70	463253,24	0,00
ÇEŞİT	8,43	2	4,21	33,11	0,00
Error	0,76	6	0,13		
Total	58965,89	9			
Corrected Total	9,19	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	79,74		
Gemlik		80,96	
Kilis Yağlık			82,11

Alpha = 0,05.

EK-9. (Devamı)

SFA / UFA

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,64	2	0,32	33,17	0,00
Intercept	163,33	1	163,33	16915,48	0,00
ÇEŞİT	0,64	2	0,32	33,17	0,00
Error	0,06	6	0,01		
Total	164,03	9			
Corrected Total	0,70	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	3,94		
Gemlik		4,25	
Kilis Yağlık			4,59

Alpha = 0,05.

Oleik / Linoleik

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	56,14	2	28,07	879,88	0,00
Intercept	389,40	1	389,40	12207,04	0,00
ÇEŞİT	56,14	2	28,07	879,88	0,00
Error	0,19	6	0,03		
Total	445,73	9			
Corrected Total	56,33	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	3,13		
Kilis Yağlık		7,62	
Gemlik			8,98

Alpha = 0,05.

EK-10. Fenolik bileşiklere ait istatistiksel veriler

Hidroksitirozol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	379,61	2	189,81	16238,10	0,00
Intercept	479,03	1	479,03	40981,33	0,00
ÇEŞİT	379,61	2	189,81	16238,10	0,00
Error	0,07	6	0,01		
Total	858,71	9			
Corrected Total	379,68	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Kilis Yağlık	2,33		
Arbequina		3,08	
Gemlik			16,47

Alpha = 0,05.

Tirozol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	216,20	2	108,10	12040,79	0,00
Intercept	471,47	1	471,47	52515,09	0,00
ÇEŞİT	216,20	2	108,10	12040,79	0,00
Error	0,05	6	0,01		
Total	687,72	9			
Corrected Total	216,25	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Kilis Yağlık	2,78		
Arbequina		4,87	
Gemlik			14,06

Alpha = 0,05.

Vanilik Asit

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,05	2	0,03	461,40	0,00
Intercept	0,16	1	0,16	2880,00	0,00
ÇEŞİT	0,05	2	0,03	461,40	0,00
Error	0,00	6	0,00		
Total	0,21	9			
Corrected Total	0,05	8			

DUNCAN

	Subset	
ÇEŞİT	1	2
Kilis Yağlık	0,03	
Gemlik		0,18
Arbequina		0,19

Alpha = 0,05.

Vanilin

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,02	2	0,01	225,00	0,00
Intercept	0,07	1	0,07	2028,00	0,00
ÇEŞİT	0,02	2	0,01	225,00	0,00
Error	0,00	6	0,00		
Total	0,08	9			
Corrected Total	0,02	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Kilis Yağlık	0,04		
Arbequina		0,09	
Gemlik			0,14

Alpha = 0,05.

EK-10. (Devamı)

p -Kumarik Asit

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,02	2	0,01	333,00	0,00
Intercept	0,17	1	0,17	5043,00	0,00
ÇEŞİT	0,02	2	0,01	333,00	0,00
Error	0,00	6	0,00		
Total	0,19	9			
Corrected Total	0,02	8			

DUNCAN

	Subset	
ÇEŞİT	1	2
Gemlik	0,10	
Kilis Yağlık	0,11	
Arbequina		0,21

Alpha = 0,05.

Ferulik Asit

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10,65	2	5,32	36850,69	0,00
Intercept	7,06	1	7,06	48862,23	0,00
ÇEŞİT	10,65	2	5,32	36850,69	0,00
Error	0,00	6	0,00		
Total	17,71	9			
Corrected Total	10,65	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Kilis Yağlık	0,03		
Gemlik		0,21	
Arbequina			2,42

Alpha = 0,05.

Rutin

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	262,21	2	131,10	621019,00	0,00
Intercept	173,54	1	173,54	822016,00	0,00
ÇEŞİT	262,21	2	131,10	621019,00	0,00
Error	0,00	6	0,00		
Total	435,75	9			
Corrected Total	262,21	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Gemlik	0,46		
Kilis Yağlık		0,69	
Arbequina			12,02

Alpha = 0,05.

Kuarsetin*

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference
Equal variances assumed		0,00	1,00	67,36	4,00	0,00	0,55	0,01	0,53 0,57
not assumed				67,36	4,00	0,00	0,55	0,01	0,53 0,57

*Kilis Yağlık örneğinde tespit edilemediği için, Arbequina ve Gemlik örneklerinin karşılaştırılmasında ikili karşılaştırma testi olan "Bağımsız-Örnek T Testi" kullanılmıştır.

EK-10. (Devamı)

Luteolin									
ANOVA						DUNCAN			
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Subset			
Corrected Model	13,21	2	6,60	12126,76	0,00	ÇEŞİT	1	2	3
Intercept	31,40	1	31,40	57668,59	0,00	Kilis Yağlık	0,65		
ÇEŞİT	13,21	2	6,60	12126,76	0,00	Gemlik		1,43	
Error	0,00	6	0,00			Arbequina			3,52
Total	44,61	9				Alpha = 0,05.			
Corrected Total	13,21	8							

EK-11. Toplam fenolik madde miktarlarına ait istatistiksel veriler

ANOVA						DUNCAN			
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Subset			
Corrected Model	9534,15	2	4767,07	109,35	0,00	ÇEŞİT	1	2	3
Intercept	181970,50	1	181970,50	4174,31	0,00	Gemlik	110,60		
ÇEŞİT	9534,15	2	4767,07	109,35	0,00	Arbequina		129,00	
Error	261,56	6	43,59			Kilis Yağlık			186,98
Total	191766,20	9				Alpha = 0,05.			
Corrected Total	9795,70	8							

EK-12. Toplam antioksidan kapasitesi değerlerine ait istatistiksel veriler

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	395,40	2	197,70	183,47	0,00
Intercept	5366,54	1	5366,54	4980,19	0,00
ÇEŞİT	395,40	2	197,70	183,47	0,00
Error	6,47	6	1,08		
Total	5768,41	9			
Corrected Total	401,87	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Gemlik	18,04		
Arbequina		21,66	
Kilis Yağlık			33,56

Alpha = 0,05.

EK-13. Tokoferol izomerlerine ait istatistiksel veriler

α -Tokoferol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9656,44	2	4828,22	70,53	0,00
Intercept	573240,79	1	573240,79	8374,13	0,00
ÇEŞİT	9656,44	2	4828,22	70,53	0,00
Error	410,72	6	68,45		
Total	583307,95	9			
Corrected Total	10067,16	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Kilis Yağlık	214,69		
Gemlik		247,88	
Arbequina			294,55

Alpha = 0,05.

β -Tokoferol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,10	2	0,05	37,10	0,00
Intercept	24,70	1	24,70	18073,83	0,00
ÇEŞİT	0,10	2	0,05	37,10	0,00
Error	0,01	6	0,00		
Total	24,81	9			
Corrected Total	0,11	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Gemlik	1,53		
Kilis Yağlık		1,66	
Arbequina			1,79

Alpha = 0,05.

γ -Tokoferol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,00	2	0,50	136,97	0,00
Intercept	0,06	1	36,72	10138,42	0,00
ÇEŞİT	0,00	2	0,50	136,97	0,00
Error	0,00	6	0,00		
Total	0,06	9			
Corrected Total	0,00	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	1,59		
Kilis Yağlık		2,08	
Gemlik			2,39

Alpha = 0,05.

Δ -Tokoferol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,99	2	0,00	1,00	0,42
Intercept	36,72	1	0,06	625,00	0,00
ÇEŞİT	0,99	2	0,00	1,00	0,42
Error	0,02	6	0,00		
Total	37,74	9			
Corrected Total	1,01	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	0,08		
Gemlik	0,08		
Kilis Yağlık	0,09		

Alpha = 0,05.

EK-13. (Devamı)

Toplam Tokoferol									
ANOVA						DUNCAN			
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Subset			
Corrected Model	9557,77	2	4778,88	69,64	0,00	ÇEŞİT	1	2	3
Intercept	590448,81	1	590448,81	8603,95	0,00	Kilis Yağlık	218,52		
ÇEŞİT	9557,77	2	4778,88	69,64	0,00	Gemlik		251,88	
Error	411,75	6	68,63			Arbequina			298,00
Total	600418,32	9				Alpha = 0,05.			
Corrected Total	9969,52	8							

EK-14. Sterol bileşiklerine ait istatistiksel veriler

Kolesterol

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	10,54	0,03	89,63	4,00	0,00	0,30	0,00	0,30	0,31
not assumed			89,63	2,02	0,00	0,30	0,00	0,29	0,32

*Gemlik örneğinde tespit edilemediği için, Kilis Yağlık ve Arbequina örneklerinin karşılaştırılmasında ikili karşılaştırma testi olan "Bağımsız-Örnek T Testi" kullanılmıştır.

Kampesterol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	5,58	2	2,79	861,19	0,00
Intercept	69,37	1	69,37	21399,92	0,00
ÇEŞİT	5,58	2	2,79	861,19	0,00
Error	0,02	6	0,00		
Total	74,97	9			
Corrected Total	5,60	8			

DUNCAN

ÇEŞİT	Subset		
	1	2	3
Gemlik	1,68		
Kilis yağlık		3,16	
Arbequina			3,49

Alpha = 0,05.

Stigmasterol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,61	2	0,31	296,99	0,00
Intercept	7,76	1	7,76	7565,94	0,00
ÇEŞİT	0,61	2	0,31	296,99	0,00
Error	0,01	6	0,00		
Total	8,38	9			
Corrected Total	0,62	8			

DUNCAN

ÇEŞİT	Subset	
	1	2
Gemlik	0,56	
Kilis yağlık		1,10
Arbequina		1,12

Alpha = 0,05.

$\Delta^{5,23}$ -stigmastadienol

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
Equal variances assumed	0,63	0,47	26,26	4,00	0,00	0,23	0,01	0,20	0,25
not assumed			26,26	3,75	0,00	0,23	0,01	0,20	0,25

*Kilis Yağlık örneğinde tespit edilemediği için, Arbequina ve Gemlik örneklerinin karşılaştırılmasında ikili karşılaştırma testi olan "Bağımsız-Örnek T Testi" kullanılmıştır.

EK-14. (Devamı)

Kerosterol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,20	2	0,10	330,89	0,00
Intercept	5,55	1	5,55	18572,25	0,00
ÇEŞİT	0,20	2	0,10	330,89	0,00
Error	0,00	6	0,00		
Total	5,75	9			
Corrected Total	0,20	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Gemlik	0,59		
Arbequina		0,81	
Kilis yağlık			0,95

Alpha = 0,05.

β -sitosterol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9,01	2	4,51	70,41	0,00
Intercept	63537,34	1	63537,34	993173,39	0,00
ÇEŞİT	9,01	2	4,51	70,41	0,00
Error	0,38	6	0,06		
Total	63546,74	9			
Corrected Total	9,39	8			

DUNCAN

	Subset	
ÇEŞİT	1	2
Kilis yağlık	82,61	
Gemlik		84,63
Arbequina		84,83

Alpha = 0,05.

Δ^5 -avenasterol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15,46	2	7,73	131,89	0,00
Intercept	780,85	1	780,85	13320,46	0,00
ÇEŞİT	15,46	2	7,73	131,89	0,00
Error	0,35	6	0,06		
Total	796,66	9			
Corrected Total	15,82	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	7,77		
Kilis yağlık		9,20	
Gemlik			10,97

Alpha = 0,05.

$\Delta^{5,24}$ -stigmastadienol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,08	2	0,04	213,76	0,00
Intercept	2,26	1	2,26	11734,05	0,00
ÇEŞİT	0,08	2	0,04	213,76	0,00
Error	0,00	6	0,00		
Total	2,34	9			
Corrected Total	0,08	8			

DUNCAN

	Subset	
ÇEŞİT	1	2
Gemlik	0,37	
Arbequina		0,57
Kilis yağlık		0,57

Alpha = 0,05.

EK-14. (Devamı)

Δ^7 -stigmastenol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,05	2	0,03	315,86	0,00
Intercept	1,31	1	1,31	15242,27	0,00
ÇEŞİT	0,05	2	0,03	315,86	0,00
Error	0,00	6	0,00		
Total	1,36	9			
Corrected Total	0,06	8			

DUNCAN

	Subset	
ÇEŞİT	1	2
Gemlik	0,30	
Kilis yağlık		0,35
Arbequina		0,49

Alpha = 0,05.

Δ^7 -avenasterol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,16	2	1,58	2011,02	0,00
Intercept	7,41	1	7,41	9441,94	0,00
ÇEŞİT	3,16	2	1,58	2011,02	0,00
Error	0,01	6	0,00		
Total	10,57	9			
Corrected Total	3,16	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Arbequina	0,39		
Gemlik		0,59	
Kilis yağlık			1,74

Alpha = 0,05.

Görünür β -sitosterol

ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	19,40	2	9,70	1387,66	0,00
Intercept	81051,89	1	81051,89	11596348,00	0,00
ÇEŞİT	19,40	2	9,70	1387,66	0,00
Error	0,04	6	0,01		
Total	81071,33	9			
Corrected Total	19,44	8			

DUNCAN

	Subset		
ÇEŞİT	1	2	3
Kilis yağlık	93,33		
Arbequina		94,50	
Gemlik			96,86

Alpha = 0,05.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Emrah ÖZTÜRK
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 05.10.1987/Elbistan
Medeni hali : Bekar
Telefon : 05416104536
e-posta : ozturk.emrah@hotmail.com.

Eğitim

Yüksek lisans	K.S.Ü. /Gıda Müh. Bölümü	2016
Lisans	İnönü Üni./ Gıda Müh. Bölümü	2012
Lise	Mükremin Halil Lisesi	2005

İş Denevimi

Gıda Mühendisi	Dulkadiroğlu İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Mdr	2013-
Gıda Mühendisi	İnönü Üni. KYK yemekhanesi	2012-2013
Gıda Mühendisi	Ankara Yunus Marketler Zincirleri	2012-2013

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Authentication of Virgin Olive Oil Produced in Kahramanmaraş Province by Minor Component Analysis. The 3rd International Symposium on “Traditional Foods from Adriatic to Caucasus”. October 01-04, 2015 Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

Hobiler

Masa tenisi, Arkadaşlarımla vakit geçirmek, Seyahat etmek

(TGK, 2014)

