



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



OSMANİYE BÖLGESİNDEN ELDE EDİLEN
NATUREL SIZMA ZEYTİNYAĞLARININ
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Mustafa ASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya Anabilim Dalı

Kasım, 2018
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

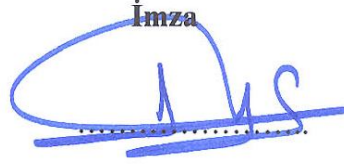
TEZ KABUL VE ONAYI

Mustafa ASLAN tarafından hazırlanan “Osmaniye Bölgesinden Elde Edilen Naturel Sızma Zeytinyağlarının Özelliklerinin İncelenmesi” adlı tez çalışması 19/10/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Prof. Dr. İbrahim Ender MÜLAZIMOĞLU

İmza


Danışman

Prof. Dr. Hüseyin KARA



Üye

Doç. Dr. Mustafa TOPKAFA



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. AHMET AVCI

FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

İmza

Mustafa ASLAN

Tarih: 09/11/2018

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ
OSMANİYE BÖLGESİNDEN ELDE EDİLEN NATUREL SIZMA
ZEYTİNYAĞLARININ ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ
Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hüseyin KARA
2018, 72 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Hüseyin KARA
Prof. Dr. İbrahim Ender MÜLAZIMOĞLU
Doç. Dr. Mustafa TOPKAFA

Naturel sızma zeytinyağı; gıda, kozmetik ve ilaç gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında, ilk kez Osmaniye bölgesinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının özellikleri incelenmiştir. Naturel sızma zeytinyağının; serbest yağ asidi (FFA), peroksit sayısı (PV), yağ asit kompozisyonu (FAME), trigliserit kompozisyonu, sterol, vaks, polar-apolar madde, toplam polimerik madde ve tokoferol miktarları, UV-Vis ve FTIR analizleri gerçekleştirilmiştir.

Osmaniye Bölgesinden Elde Edilen Naturel Sızma Zeytinyağının % serbest yağ asidi ve peroksit değeri %0,37 ve 4,80 meqO₂/kg olarak tespit edilmiştir. Naturel Sızma Zeytinyağının toplam sterol miktarı 1269,42 ppm, vaks miktarının toplam 359,05 ppm olduğu tespit edilmiştir. Naturel Sızma Zeytinyağının α -tokoferol içeriği bakımından zengin olduğu görülmüştür. Zeytinyağının yüksek oranda OOO (%28), OOL (%26) ve POL (%12) trigliseritlerini içerdiği tespit edilmiştir.

Osmaniye Bölgesi'nden elde edilen naturel sızma zeytinyağının, Türk Gıda Kodeksi'nde öngörülen serbest yağ asidi ve peroksit sayısı özelliklerini uygun bir şekilde ihtiva ettiği tespit edilmiş olup üretim ve tüketiminin tavsiye edilebilir özellikte olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Naturel Sızma Zeytinyağı, Yağ Asidi Kompozisyonu, Tokoferol, Sterol, Balmumu, Trigliserit, Polimerik Madde, Kromatografi.

ABSTRACT

Master's Thesis

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF NATURAL LIQUID OLIVE OILS OBTAINED FROM THE OSMANIYE REGION

Necmettin Erbakan University Institute of Science and Technology

Department of Chemistry

Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin KARA

2018, 72 Page

Jury

Prof.Dr. Hüseyin KARA

Prof. Dr. İbrahim Ender MÜLAZIMOĞLU

Assoc. Prof. Dr. Mustafa TOPKAFA

Extra virgin olive oil is widely used in many fields such as food, cosmetics and medicine. In this thesis, the properties of olive oil obtained from Osmaniye region were investigated for the first time. Free fatty acid (FFA), peroxide value (PV), fatty acid composition (FAME), triglyceride composition, sterol, wax, polar-apolar substances, total polymeric substances and tocopherol contents, UV-Vis and FTIR analyses of naturel extra virgin olive oil were performed on the extra virgin olive.

The free fatty acid and peroxide values of extra virgin olive oil obtained from Osmaniye Region were determined as 0.37% and 4.80 meqO₂/kg, repectively. The total sterol and the wax amounts of extra virgin olive oil were found to be 1269,42 ppm and 359.05 ppm, repectively. Extra virgin olive oil was observed to be rich in terms of α -tocopherol. It was determined that olive oil contains high percentage of OOO (28%), OOL (26%) and POL (12%) triglycerides.

It hes been determined that natural extra virgin olive oil obtained from Osmaniye region contains the characteristics of free fatty acid and peroxide value prescribed in Turkish Food Codex in a suitable and its production and consumption can be adviseble.

Keywords: Extra Virgin Olive Oil, Fatty Acid Composition, Tocopherol, Sterol, Wax, Triglyceride, Polymeric Substance, Chromatography

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim dalı Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Hüseyin KARA danışmanlığında hazırlanarak, Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Bu tez çalışmamın her aşamasında bilgi verme ve yol gösterme açısından desteğini ve yardımını esirgemeyen, yolumu aydınlatan, ilmiyle âmil, örnek bir şahsiyet olan çok kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Hüseyin KARA beyefendiye sonsuz şükranlarımı sunarım.

Yüksek Lisans Tezi olarak arzettiğim bu çalışmanın hazırlanmasında, kaynak araştırmasında, laboratuvar çalışmalarında, tezimin yazılmasında ve düzenlenmesinde her türlü desteği gösteren, bilgi ve tecrübeleriyle her daim yanımda olan çok değerli hocam Doç. Dr. Mustafa TOPKAFİ beyefendiye ve diğer Analitik Kimya Araştırma Grubundaki arkadaşlarıma ve hocalarıma saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bir de benim zeytinyağını tanımama ve hayatımda yer almasında ve rehberliği ile katkısı olan, arkadaşım, dostum, en küçük bir konuda dahi kendini rahatsız ettiğim Kadir DOLAŞ beyefendiye de şükranlarımı sunarım.

Ayrıca beni başından beri yalnız bırakmayan, maddî ve manevî her türlü desteği sunan hayat arkadaşım ve çocuklarımla annesi çok değerli eşim Birgül ASLAN hanım efendiye ve çocuklarıma da gösterdikleri sabırdan dolayı can-ı gönülden teşekkür ediyorum ve yüksek lisans tezimi çok sevgili aileme ithaf ediyorum.

Mustafa ASLAN

KONYA-2018

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Yağın Tanımı, Kimyasal Bileşimi ve Önemi	1
1.1.1. Trigliserit.....	2
1.1.2. Yağ Asitleri	3
1.1.3. Omega-3 ve Omega-6 Yağ Asitleri	6
1.1.4. Tokoferol ve Tokotrienoller	7
1.1.5. Steroller	8
1.1.6. Vakslar (Mum)	9
1.1.7. Spektroskopik Özellikler.....	10
1.2. Yağların Sınıflandırılması	12
1.3. Zeytinyağının Özellikleri	13
1.3.1. Naturel Sızma Zeytinyağı	13
1.3.2. Zeytin İşleme Teknolojisi	17
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	19
2.1. Zeytinyağının Trigliserit İçeriği	19
2.2. Naturel Sızma Zeytinyağları:	19
2.3. Çalışmanın Amacı.....	22
3. MATERYAL VE METOT	23
3.1. Kullanılan Kimyasallar ve Kolonlar	23
3.2. Kullanılan Cihazlar	24
3.3. Kullanılan Naturel Sızma Zeytinyağı	25
3.3.1. Naturel Zeytinyağı Numune Temini.....	25
3.4. Yapılan Analizler	25

3.4.1. Peroksit Sayısı (PV) Tayini.....	25
3.4.2. Serbest Yağ Asidi (%FFA) Tayini	26
3.4.3. UV-Vis Analizleri.....	26
3.4.4. Yağ Asit Kompozisyonu Tayini.....	27
3.4.5. Trigliserit Analizi	28
3.4.6. Vaks Kompozisyonu.....	28
3.4.7. Polar ve Polimerik Madde Tayinleri.....	29
3.4.7.1. Polar ve Apolar Madde Tayini (Ön Ayırmalı Yöntem).....	29
3.4.7.2. Toplam Polimerik Madde Tayini (Direk Enjeksiyonlu Yöntem).....	29
3.4.8. Tokoferol ve Tokotrienol Analizi.....	30
3.4.9. Sterol Kompozisyonu Analizleri.....	30
3.4.10. FTIR Analizleri.....	31
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	32
4.1. Serbest Yağ Asidi, Peroksit Sayısı Tayinleri	32
4.2. UV Analizleri	33
4.3. Yağ Asit Kompozisyonu Analizleri.....	33
4.4. Trigliserit Analizleri.....	36
4.5. Vaks Kompozisyonu Analizleri.....	38
4.6. Polar ve Polimerik Madde Analizleri	40
4.7. Tokoferol ve Tokotrienol Analizleri.....	44
4.8. Sterol Kompozisyonu Analizleri	47
4.9. FTIR Analizleri.....	49
4.10 Yağ Analizi Sonuç	1
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	4
KAYNAKLAR	6
EKLER.....	8
EK-1 Tokoferol Analizi için Kalibrasyon Eğrileri.....	8
ÖZGEÇMİŞ.....	10

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

- **Ab** : Absorbans
- **As₂₃₂** : 232 nm dalga boyundaki absorbans değeri
- **As₂₆₉** : 269 nm dalga boyundaki absorbans değeri
- **c** : cis
- **cm⁻¹** : Dalga sayısı
- **N** : Normalite
- **nm** : Nanometre
- **α** : Alfa
- **α** : Seçicilik Faktörü
- **β** : Beta
- **γ** : Gama
- **δ** : Sigma
- **λ_{Em}** : Emisyon Dalga Boyu
- **λ_{Ext}** : Uyarma Dalga Boyu
- **λ_{max}** : Maksimum Dalga Boyu
- **ω -9** : Omega-9 yağ asidi
- **ω -6** : Omega-6 yağ asidi
- **ω -3** : Omega-3 yağ asidi

Kısaltmalar

- **%FFA** : Serbest yağ asitleri (% oleik asit cinsinden)
- **A, Abs.** : Absorbans
- **AOAC** : The Association of Official Analytical Chemists
- **AOCS Ca-5a-40** : Serbest yağ asidi tayini için AOCS metodu
- **AOCS Cd 8b-90** : Peroksit sayısı tayini için AOCS metodu
- **AOCS** : American Oil Chemists Society
- **COI** : Uluslararası Zeytinyağı Konseyi
- **DAD** : Diyod array dedektör
- **min** : Dakika
- **FAME** : Fatty acid methyl esters, yağ asidi metil esterleri

- **FID** : Alev iyonlaşmalı dedektör
- **FLD** : Floresans dedektör
- **FTIR** : Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi
- **GC-FID** : Gaz kromatografisi-Alev iyonlaşmalı dedektör
- **GC-MS** : Gaz kromatografisi-Kütle spektrometresi
- **HDL** : Yüksek yoğunluklu lipoprotein
- **HPLC** : Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
- **HPSEC** : Yüksek Performanslı Boyut Eleme Kromatografisi
- **FTIR** : Fourier transform infrared
- **LDL** : Düşük yoğunluklu lipoprotein
- **LLL** : Linoleik-Linoleik-Linoleik
- **LLLn** : Linoleik-Linoleik-Linolenik
- **LLnLn** : Linoleik-Linolenik-Linolenik
- **MS** : Kütle spektrometresi
- **MUFA** : Tekli doymamış yağ asitleri
- **NP-HPLC** : Normal faz-Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
- **OLL** : Oleik-Linoleik-Linoleik
- **OLLn** : Oleik-Linoleik-Linolenik
- **OOL** : Oleik-Oleik-Linolenik
- **OOLn** : Oleik-Oleik-Linolenik
- **OOO** : Oleik-Oleik-Oleik
- **SOO** : Stearik-Oleik-Oleik
- **Oxd.** : Okside olmuş
- **PLL** : Palmitik-Linoleik-Linoleik
- **PLLn** : Palmitik-Linoleik-Linolenik
- **ppm** : Milyonda bir
- **PUFA** : Çoklu doymamış yağ asitleri
- **PV** : Peroksit sayısı
- **TFA** : Trans yağ asitleri
- **Tokol** : Tokoferol ve tokotrienollerin toplamı
- **UV** : Mor Ötesi

1. GİRİŞ

Yağlar genel olarak yiyecek maddelerinde, bitkilerde, hayvanlarda ve insan vücudunda bulunurlar. Yağ asitlerinin gliserin ile esterleşme reaksiyonu sonucu oluşan yağlar, insan beslenmesinde büyük bir yere sahiptir. Yağın yapısının %98'lik kısmını trigliseridler, %2'lik kısmını ise mono ve digliseridler, fosfolipitler, steroller, serbest yağ asitleri, yağda çözünen (A,D,E,K) vitaminler ve diğer maddeler oluşturur.

Endüstride yağlar:

- 1-Kabuk ayırma
- 2-Çözücü ekstraksiyonu
- 3- Presleme
- 4- Ayırma

Metodları kullanılarak elde edilirler Bu metodlar uygulanırken sıcaklık, nem, basınç ve çözücü kullanımına çok dikkat etmek gerekmektedir. Sıcaklık yüksek olursa yağın yapısında bozulmalar, çözücü kullanılmasında da artan yabancı madde miktarı ve kalitenin azalması gibi olumsuzluklarla karşılaşılabilir. Soğuk pres yağlar doğrudan ortam sıcaklığında presleme yöntemiyle elde edilmektedir. Soğuk pres yöntemiyle elde edilen yağlar, organik çözücü ile temas etmediğinden ve ısı işleme maruz kalmadığından daha az kimyasal değişime uğramakta dolayısıyla bünyelerinde bulunan biyoaktif bileşeni daha fazla içermektedirler. Bu yağlar üzerine yapılan çalışmalar günceldir. Dünyada ve ülkemizde soğuk presle elde edilen yağların daha sağlıklı olması ve insanlara faydası sebebiyle tercih edilmektedir.

Yapılan bu tez çalışmasında; Osmaniye Bölgesinden Elde Edilen Naturel Sızma Zeytinyağlarının elde edilmesi ve elde edilen yağların yağ asit kompozisyonu, konjuge dien-trien, polar ve polimerik madde, trigliserit, sterol, vaks, tokoferol-tokotrienol, serbest yağ asidi (%FFA) ve peroksit sayısı (PV) gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir.

1.1. Yağın Tanımı, Kimyasal Bileşimi ve Önemi

Üç mol yağ asidi ile bir mol gliserin molekülünün esterleşmesi ile oluşan ürüne yağ denir. İnsanların temel besin maddelerinden olup besin zincirinde yer alması gereken yağlar, önemli enerji kaynaklarıdır. Yağlar, beslenmenin yanında sağlık içinde gereklidir ve çocukların büyümesi, hastalıklarla mücadele, ihtiyarlık, deri rahatsızlıkları kozmetik için de kullanılır. Yağlar, hücre içi organelleri, hücre membranı ve sinir hücreleri için gereklidirler. Diyetteki yağın önemi büyüktür. 1 g yağ 9 kalori

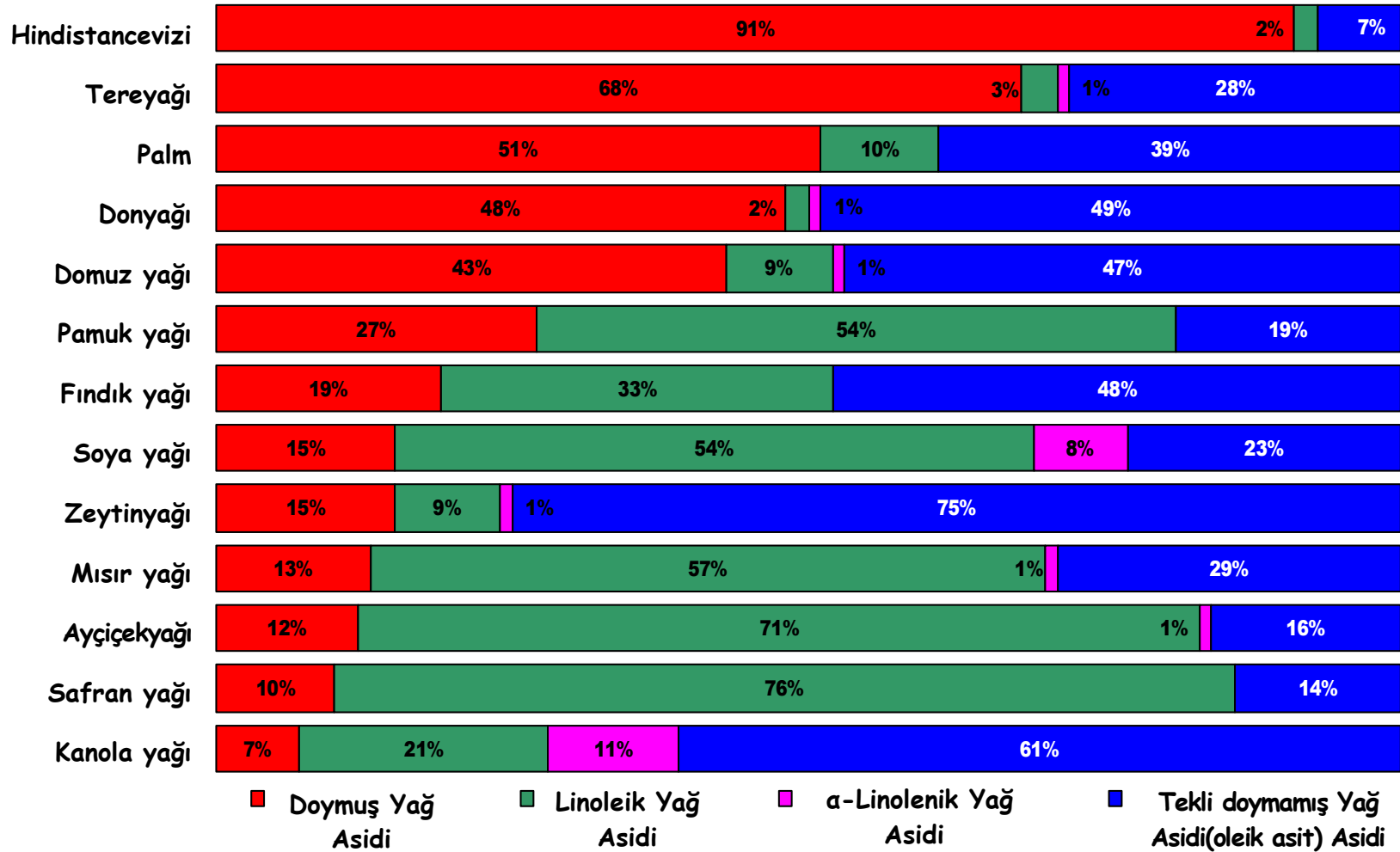
verirken 1 g karbonhidrat 4 kalori verir. Besinlerin lezzetinin oluşturan öğelerdendir. Günlük yağ tüketimi erkeklerde üst limit 100 g, kadınlarda 76 g olmalıdır. Bu limit değerler aşıldığında çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır.

Yağlar, A vitamini, D vitamini, E vitamini K vitamini gibi yağda çözünen vitaminlerin vücutta kullanılmasında aktif rol oynar. Ayrıca bitkisel yağlar doymamışlık derecesinin yüksek olması ve hücre için gereken yağ asitlerini içermesi açısından tercih edilirler (Gadoth, 2008).

Vücut, yağ asitlerinin büyük bir bölümünü sentez edebilir ama çoklu yağ asitlerini üretemez bu yağ asitlerine elzem yağ asitleri denir. Bitkisel yağlar, elzem niteliğe sahip çeşitli yağ asitlerini içerirler. Yağlar, gıdaların daha lezzetli olmasına ve yemeklerden sonra tokluk hissine katkıda bulunurlar (Sebahattin ve ark.2001).

Yağ asitlerinin çeşitli olması yağlarda farklılıklara neden olur. Yağ asitlerindeki bu farklılık fiziksel ve kimyasal özelliklerini de çeşitlendirir. (Baydar, 2000). Yağ asitlerine örnek olarak palmitik asit, miristik asit, gadoleik asit, linoleik asit, behenik asit verilebilir.

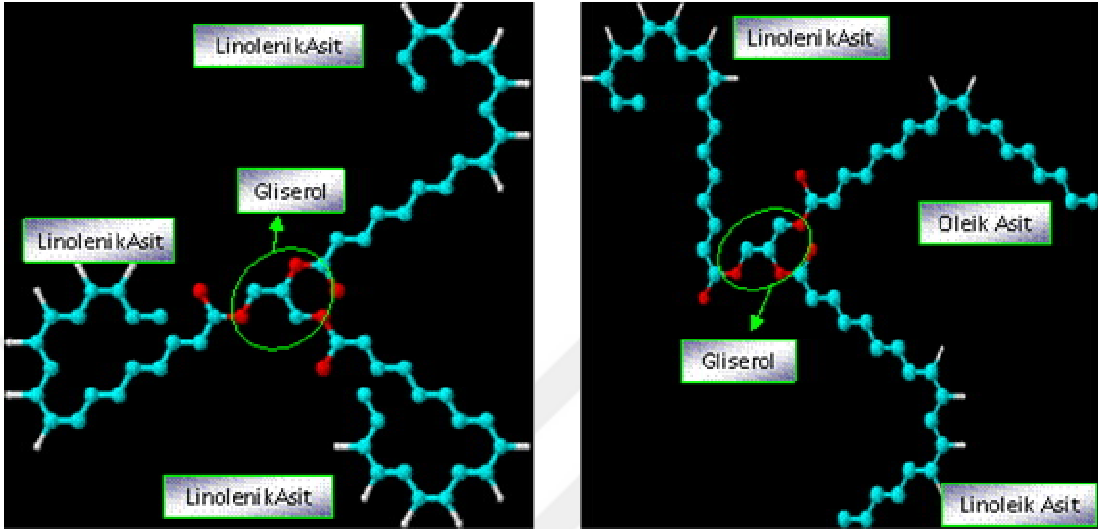
Şekil 1.1'de de görüldüğü gibi yağların doymuşluk ve doymamışlık dereceleri birbirinden farklılık göstermektedir. Doymuşluk derecesi yüksek olan Hindistan cevizi, tereyağı, palm ve donyağı yağları katı halde iken tekli doymamış yağ oranı yüksek olan pamuk, zeytin ve fındık yağları oda sıcaklığında sıvı ancak sıfırın altındaki sıcaklıklarda ise katı halde bulunabilirken, çoklu doymamış yağ asidi oranı fazla olan mısır, ayçiçeği, soya ve kanola gibi yağlar hem oda sıcaklığında hem de sıfırın altındaki sıcaklıklarda sıvı halde bulunmaktadır. Bu katı ve sıvı halde bulunma sebebi iyot sayısından kaynaklanmaktadır. Doymuş yağ asidi oranı yüksek olan yağların iyot sayısı 50 `nin altında iken doymamış yağ asidi oranı yüksek olan yağlarınki 100`ün üzerindedir. (Topkafa, 2013).



Şekil 1.1 Bazı Yağlara Ait Yağ Asit Kompozisyon Değerleri, % (Ayyıldız, 2010)

1.1.1. Trigliserit

Trigliseritler yapılarındaki yağ asitlerinin kompozisyonuna göre ikiye ayrılırlar. Trigliseriti oluşturan yağ asitlerin hepsi aynı türden ise bu basit trigliserid olarak isimlendirilir. İki veya üç farklı yağ asidinden oluşan trigliseritlere ise karışık trigliserid denir (Arslan, 2009).



Şekil 1.2 Basit ve Karışık Trigliserit Yapılar (Ayyıldız, 2010)

İsimplendirme yapılırken yağlarda yağ asitlerinin birinci ve ikinci sessiz harfleri kullanılır. Örnek verirsek; palmitik, oleik ve linoleik asitten oluşan bir trigliseritin adlandırılması POL'dir. Bazı yağlara ait trigliserit kompozisyonu değerleri Çizelge 1. 1' de yer almaktadır.

Çizelge 1.1 Yağların Trigliserit Yapıları (Topkafa, 2013)

	AYÇİÇEK	SOYA	KANOLA
Trigliserit	%	%	%
LLnLn	0,72	1,65	0,61
LLLn	1,26	7,81	3,63
LLL	24,77	21,04	5,55
OLLn	0,00	0,00	0,00
PLLn	0,40	3,54	1,53
OLL	30,11	16,15	9,90
LPnO	0,00	0,00	0,00
PLL	8,20	13,78	10,88
OOLn	0,00	0,00	0,00
OOL	12,70	7,19	15,90
POL+SLL	10,50	12,16	7,13
PPL	0,73	2,23	1,02
OOO	3,88	2,61	23,92
SLO+POO	4,20	5,60	7,10
PLS	1,05	2,13	1,44
POP	0,78	1,81	3,30
SOO	0,85	1,36	1,46
POS	0,24	0,95	0,77

Çizelge 1.1'den de görüldüğü üzere organik asitlerin türleri değiştikçe yağ oluşturulan trigliseritlerin % değerleri ve cinsleri de değişmektedir. Zeytinyağında oleik asit fazla olduğu için zeytinyağının OOO değeri fazladır. Soya besininde Omega-3 linolenik asit fazla olduğu için soya yağının trigliserit kompozisyonunda LLnLn trigliseridinin yüzdesi diğer yağlara göre daha fazladır.

1.1.2. Yağ Asitleri

Kapalı formülü R-COOH olan, genelde uzun zincirli monokarboksilik yapılara yağ asidi denir. Gıdalarla alınan yağlar birtakım metabolik yollardan geçerek bileşenlerine ayrılır. Vücudun gereksinim duyduğu yağlar, asetil koenzim-A enzimi yardımıyla yağ asitlerinin gliserin molekülü ile birleşerek üretilir. Yağ asitleri, tüm hücre ve dokularda bulunurlar.

Yağ asitlerindeki bu çeşitlilik yağları da çeşitlendirir. Katı ve sıvı yağlarda yağ asitleri farklı olduğu gibi, her ikisi için de benzerlik gösterebilirler. Yağ asitlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri;

- 1) Çift karbon sayılı
- 2) Cis izomer yapılı
- 3) Düz zincirli monokarboksilik olmalarına göre değişim gösterir.

Doğada az da olsa trans izomer yapısında elaidik asit, propiyonik asit bulunabilmektedir (Topkafa, 2004).

Çift bağ içeriğine göre yağ asitleri doymuş (miristik, stearik, palmitik yağ asidi) ve doymamış (oleik, linoleik, linolenik yağ asidi, vb.) yağ asitleri olarak ikiye ayrılırlar. Doymuş yağ asitleri kısa ve uzun zincirli yağ asitleri olarak ikiye ayrılır. Bu yağ asitleri yüksek erime noktasına sahip oldukları için oda sıcaklığında genellikle katı halde bulunurlar. Doymamış yağ asitleri ise düşük erime noktaları nedeniyle oda sıcaklığında genellikle sıvı haldedirler (Rousseau, 2008).

Karbon sayısı 6'dan az ise "kısa zincirli", karbon sayısı 6-10 ise "orta zincirli" karbon sayısı 12'den fazla ise "uzun zincirli" yağ asidi olarak isimlendirilir. Yağ asitleri doğal sıvı ve katı yağlar içerisinde trigliseritler halinde bulunurlar. Ancak plazmada transport şekli olan serbest yağ asidi olarak bulunmaktadır. Yağ asitlerindeki karbon sayısı 2-34 arasında değişmektedir (Topkafa, 2004).

Doymamış yağ asitleri bitkisel yağlarda fazlaca bulunurlar. Tek çift bağ içeren yağ asitlerine tekli doymamış yağ asitleri denir. İki ve daha fazla çift bağ içeren yağ asitlerine çoklu doymamış yağ asitleri denir. 14, 16, 20 karbon atomlu uzun zincirli yağ asitleri düşük konsantrasyonlarında bulunurlar. Yenilebilen yağlarda bulunan başlıca doymamış yağ asitleri oleik, linoleik ve linolenik asitlerdir (Christy, 2006). Hayvansal ve bitkisel yağlarda bulunan yağ asitleri **Çizelge 1.2**'de verilmiştir.

Çizelge 1.2 Yağ Asitleri

C12:0 Laurik Asit	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH
C14:0Miristik Asit	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH
C16:0Palmitik Asit	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
C18:0 Stearik Asit	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH
C20:0 Araşidik Asit	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH
C22:0Behenik Asit	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₂₀ COOH
C24:0Lignoserik Asit	C ₂₄ H ₄₈ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH
C16:1Palmitoleik Asit	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH = CH(CH ₂) ₇ COOH
C18:1Oleik Asit	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH = CH(CH ₂) ₇ COOH
C18:2 Linoleik Asit	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH = CHCH ₂ CH = CH(CH ₂) ₇ COOH
C18:3Linolenik Asit	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	CH ₃ CH ₂ CH = CHCH ₂ CH = CHCH ₂ CH = CH(CH ₂) ₇ COOH
C20:4 Araşidonik Asit	C ₂₀ H ₃₂ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₃ COOH

Bir tane çift bağ içeren yağ asitlerini hayvan ve insan organizması sentezleyebilir. Ancak birden fazla çift bağ içeren yağ asitlerini sentezleyemez. Bu tür yağ asitlerine “Esansiyel Yağ Asitleri” veya “Elzem Yağ Asitleri” denir. Bunların başlıcaları; linoleik, linolenik ve araşidonik asitlerdir. Esansiyel yağ asitlerinin yağ asidinin doku ve organların fonksiyonlarında (karaciğer, böbrek, kas) önemli görevleri olduğundan dışarıdan besinlerle alınması gereklidir. Esansiyel yağ asidi eksikliklerinde metabolizmada birtakım bozukluklar, ciltte kuruma ve kanamalar olur (Gurr, 2002).

Tabiatta doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Özellikle oleik ve linoleik asit, doğada en fazla bulunan yağ asitleridir. Bu yağ asitlerinin oksidasyon hızı doymuş yağ asitlerine göre daha hızlıdır. Bir çift bağ içeren yağ asidinin oksidasyon hızı bir olarak kabul edilirse çoklu doymamış bir yağ asidinin oksidasyon hızı iki yüz katıdır (Topkafa 2004). Bazı yağlara ait yağ asit kompozisyonuna Çizelge 1.3’de yer verilmiştir.

Çizelge 1.3 Bazı Yağlara ait Yağ Asit Kompozisyonları

Karbon sayısı	Ayçiçek	Soya	Kanola	Zeytin
C14:0	0,06	0,07	0,04	0,02
C16:0	6,02	10,70	4,40	12,37
C16:1	0,16	0,10	0,21	0,90
C18:0	4,01	4,26	1,64	2,61
C18:1	27,17	23,93	60,50	70,60
C18:2	60,80	52,31	20,67	11,60
C20:0	0,29	0,37	0,20	0,44
C18:3	0,28	7,31	9,50	0,88

Çizelge 1.3’de de görüldüğü gibi yağları oluşturan yağ asit türleri ve miktarları birbirinden farklılık göstermektedir. Bu değişimin nedeni yağın trigliserit yapısından kaynaklanmaktadır. Yağın trigliserit yapısı değiştikçe yağ asit kompozisyonu da buna paralel olarak değişmektedir.

1.1.3. Omega-3 ve Omega-6 Yağ Asitleri

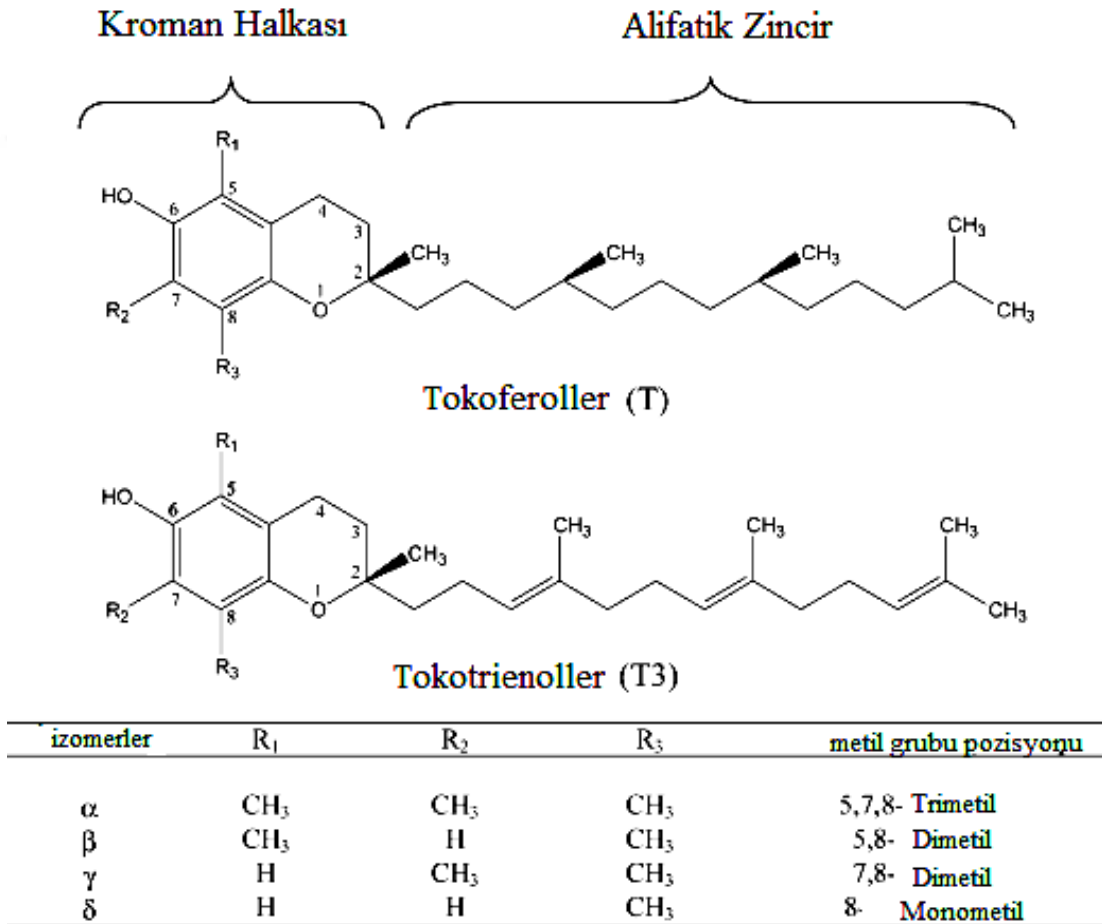
Yağ asidinin üçüncü metil grubu tarafından saymaya başlayınca çift bağ, molekülün üçüncü karbonundan başlıyor ise n-3 (linolenik asit) ya da omega-3, altıncı karbonundan başlıyor ise n-6 (linoleik asit) ya da omega- 6 dokuzuncu karbonundan başlıyor ise n-9 (oleik asit) veya omega 9 olarak isimlendirilir. Doymamış yağ asitleri ω -3, ω -6, ω -9 olarak gruplandırılır.

Omega 3 ve omega 6 beslenmede çok önemli esansiyel yağ asitlerindedir. Bu yağları vücut üretemez hazır olarak dışarıdan alınması gerekir. İlk çift bağ metil grubu tarafından 3.karbondan başlar ise toplam 3 çift bağlı linolenik asit (18: 3), altıncı karbondan başlar ise toplam iki adet çift bağlı (18: 2) linoleik asit olarak adlandırılır.

Esansiyel yağlar, yüksek kolesterol ve tansiyon, kalp-damar hastalıkları, eklem romatizmaları, şeker hastalığı, depresyon, migren türü baş ağrıları ve bazı alerji türleri ile bazı kanser türleri gibi birçok hastalıktan korunmada önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Kaya, 2004). Esansiyel yağ asitleri içeren balık yağlarının kanser üzerinde tedavi edici özelliğinden ziyade, ağrıları dindirici ve hastalıktan korunmada etkisinin yaygın olduğu görülmektedir (Kaya, 2004). Vücuttaki ω -6 ve ω -3 yağ asitlerinin birbirine oranı çok önemlidir. Yeterli beslenmede gıdalarda bulunması istenilen omega-6 / omega-3 oranı 5/1 ile 10/1 arasında olmalıdır (Holub, 2002).

1.1.4. Tokoferol ve Tokotrienoller

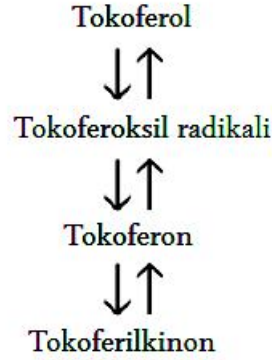
Fotosentetik bitkilerin ürettiği antioksidanlardan bir çeşit olan tokoferoller yağlarda çözünebilirlik özelliğine sahiptir. (Gómez-Coronado, 2004). Tokoferoller, genel olarak “tokoller” olarak adlandırılan grupta yer alır. Tokoferoller çift bağ içermez, tokotrienoller üç çift bağ içerirler. Fenolik halka üzerindeki metil gruplarının dallanma yapısına göre daha ileri düzeyde sınıflandırma gerçekleştirilir. **Şekil 1. 3**'de bu tokoferol izomerlerinin yapıları görülmektedir α , β , γ , δ . Tokoferoller doğada E grubu vitaminlerinin konfigürasyonları olarak bulunurlar (Ruperez, 2001).



Şekil 1.3 Tokoferol ve Tokotrienollerin Kimyasal Yapıları (Chun, 2006)

İyi bir radikal önleyici ve yağların oksidasyonunu engelleme özelliği olan tokoferoller yağlar için çok önemlidirler. Tokoferoller antioksidan etki gösterirken kromanol halkasındaki bir hidrojenini lipid peroksil radikaline verir ve lipid radikalini stabilize ederken kendisi tokoferoksil radikaline dönüşür. Ancak bu radikal, radikaline göre oldukça kararlı olduğu için toplam radikal aktivitesi azalmaktadır. Tokoferoksil

radikali de bir hidrojenini vererek tokoferola, o da tokoferol kinona dönüşür. Tokoferoksil radikali ve tokoferol, biyolojik sistemlerde askorbik asit ve ubikinon tarafından tekrardan tokoferola dönüştürülebilmektedir. Ancak tokoferolkinon kararlı bir son üründür (**Şekil 1. 4**)(Min, 2002).

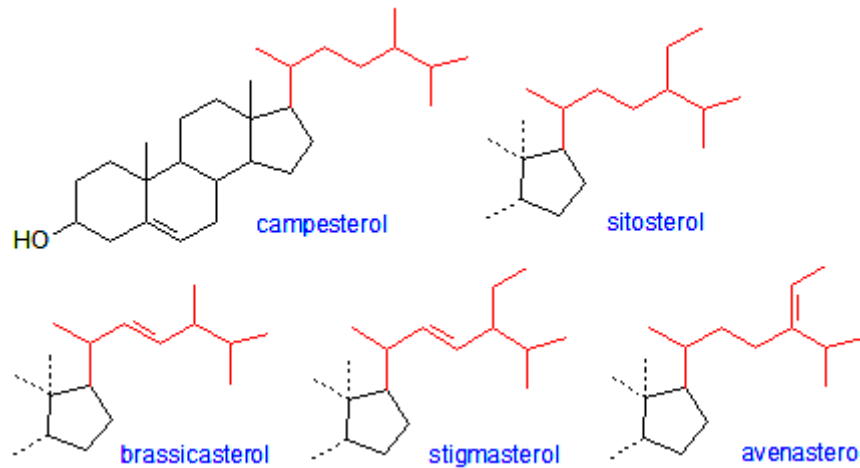


Şekil 1.4 Tokoferolün oksidasyon basamakları ve oluşan ürünler

Antioksidan özellikleri sayesinde tokoferoller yağların raf sürelerini uzatır. Yağları oksidasyona karşı dirençli yapan önemli biyoaktif bileşiklerdir. Bilimsel çalışmalar; tokollerin kalp-damar rahatsızlıkları, kanser ve diğer sağlık problemlerini azalttığını, LDL oksidasyonunu azalttığını, hücre membranındaki fosfolipidlerin oksidasyonunu engellemede görev aldığı, yaşlılarda bağışıklık sistemini güçlendirdiği sinir sistemi faaliyetlerini düzenlediği, Alzheimer hastalığını yavaşlattığı ve kansızlığa karşı koruyucu durum gösterdiği belirtilmiştir (Uncu, 2008).

1.1.5. Steroller

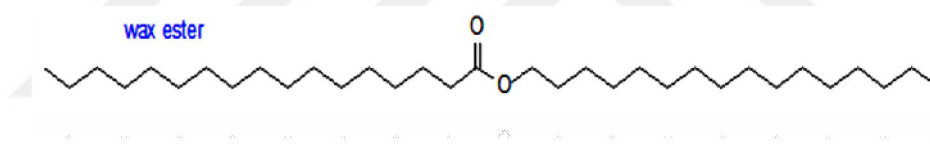
Steroller, steroid yapıya ilaveli 8-10 karbonlu bir yan zincir ve bir alkol grubu içeren bileşiklerdir. Steroller katı ve sıvı yağların sabunlaşmayan bölümünün büyük bir miktarını oluşturur ve yağlarda serbest halde, yağ asidi esterleri olarak ve glukosidler olarak yer alır. Bitkisel steroller bir bütün olarak fitosteroller olarak bilinen bir karışımdır (Ayyıldız, 2010). %5'i emilen bitki sterollerinin sağlıklı kişilerdeki plazma seviyeleri çok düşüktür (Sivrikaya, 2007). **Şekil 1.5**'te kimyasal yapıları gösterilen bitkisel steroller; kampesterol, β -sitosterol, stigmasterol ve Δ^5 -avenasterollerini içerirler.



Şekil 1.5 Sterol Bileşikleri (Christie, 2011)

1.1.6. Vakslar (Mum)

Vakslar doğal olarak oluşan ve uzun zincirli yağ asitleri ile alkollerden oluşan esterlerdir (genellikle C36 - C50) (Christie, 2011). Vakslar, yağ asitlerinin uzun zincirli yağ alkolleri ile esterleşme reaksiyonu sonucu oluşurlar. Yağlar genellikle vaks içerirler.



Şekil 1.6 Vaks Esteri

Vaks esterleri 16:0 ve 18:0 yağ asitlerine dayalı C40 - C46 molekülleri ile ω -2 ve ω -3 pozisyonlarındaki hidroksil grupları ürünlerinden oluşur. Ayrıca 64 karbona kadar bazı diesters, triesters, hidroksi-polyesterler ve serbest asitleri (esterleşmiş asitlerden farklı kompozisyonu ve yapısı olan) ile birlikte bulunabilir. (Christie, 2011).

Kozmetik, yağlar, cila, yüzey kaplama, mürekkep ve diğer birçok alanda kullanılan vakslar ticari sahada önemli bir yere sahiptirler.

Ayçiçek ve zeytinyağlarına ait vaks miktarı analizleri **Çizelge 1.4**'te gösterilmiştir. Çizelgeden görüldüğü üzere vaks esterinin cinsi ve miktarı yağ çeşidi ve cinsine bağlıdır. Sızma zeytinyağındaki vaks miktarı rafine zeytinyağına göre daha azdır. (Aragón, 2011)

Çizelge 1.4 Bazı Yağlara Ait Vaks Kompozisyonları (Aragón, 2011)

Tür	Sızma Zeytin Yağı (mg /kg)	Rafine Zeytin Yağı (mg /kg)	Rafine Ayçiçek Yağı (mg /kg)
C40	29,06	48,06	80,20
C42	28,49	72,31	64,21
C44	20,31	80,31	35,39
C46	13,14	45,24	-
Toplam	91,00	245,95	179,80

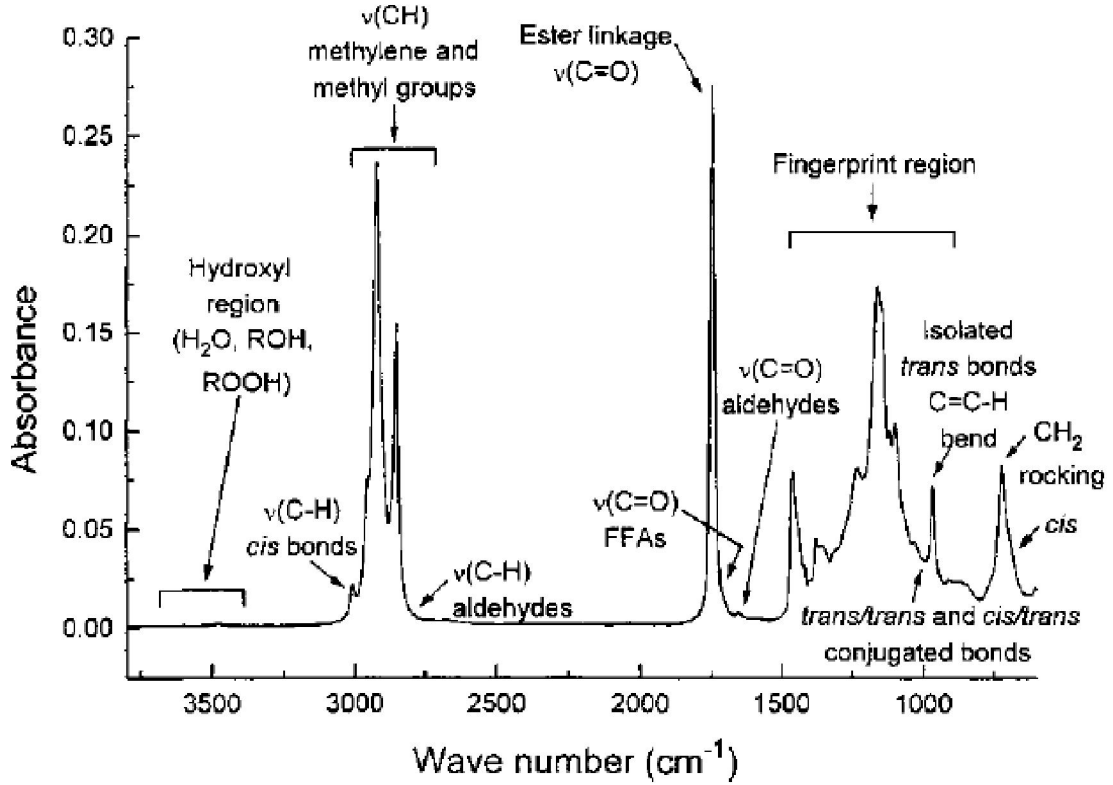
1.1.7. Spektroskopik Özellikler

Elektronik uyardılar veya geçişlerle organik bileşiklerin UV ve görünür spektrumları arasında ilişki vardır. Çift, üçlü ya da konjuge çift bağlı organik moleküller ile karbonil ya da nitro grupları gibi yüksek elektron yoğunluklu fonksiyonel gruplar, karakteristik dalga boylarında ve molar uyarma değerlerinde ultraviyole veya görünür bölgedeki ışınları absorplarlar (Shahidi, 2002). Yağların UV-visible spektrofotometrik tayinleri genel olarak; renk pigmentleri, ağartılabilme indeksleri ve fosfor miktarı analizleri gibi oksokrom ve kromofor grupların analizleri üzerinedir (**Çizelge 1. 5**). Özellikle klorofil, β -karoten ve renk değerleri yağ kalitesinin önemli bir parametresi olması hasebiyle yağ üretimi sırasında ve son üründe yapılması gereken önemli parametrelerdir. Aynı şekilde birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin direk tayin metodu olan konjuge dien ve trienler yağ kalite parametre değerleri için de özellikle kontrol edilmesi gereken parametrelerdir.

Çizelge 1.5 Bazı Kromofor Grupların UV Absorpsiyon Özellikleri (Shahidi, 2002)

Kromofor	Örnek	λ_{\max}	ϵ_{\max}	Çözücü
-C=C-	Okten	177	12,600	Heptan
-C/C-	Oktrin	178	10,000	Heptan
		196	2,100	
-C=C-C=C-	Butadien	217	20,900	Hekzan
-(C=C) _n -	Konjuge Polienler	217 + 30(n-2)	20,000- 100,000	Hekzan
C ₆ H ₆	Benzen	184	47,000	Sikloheksan
		202	7,000	
		255	230	
-(C=C-C=C) _n -	β -Karoten	452	139,000	Hekzan
		478	12,200	
HC=O	Asetaldehit	290	17	Hekzan
C=O	Aseton	275	17	Etanol
-COOH	Asetik-Palmitik Asit	208-210	32-50	Etanol

Lipidlerin analizinde uygulanan ilk spektroskopik yöntemdir IR spektroskopisi. Bir yağın IR spektrumu, yağın yapısı ve fonksiyonel grupları üzerine ve yağla ilgili kirlilikler hakkında önemli bilgiler verir. Bu bilgiler, **Şekil 1.7**'de gösterildiği gibi, pik zirveleri ya da omuzları olarak temsil edilmektedir.



Şekil 1.7 Yağa Ait FTIR Spektrumu (Shahidi, 2002).

Şekil 1.7’de görüldüğü gibi 3700–3400 cm^{-1} ’de su ve hidroperoksitler bulunurken 3700–3400 cm^{-1} ’de zayıf CH=CH cis bantları ile kuvvetli yağda bulunan alifatik zincirlerin CH_2 absorpsiyon bantları görülür. Spektrumun merkezine doğru kuvvetli trigliserit yapısını oluşturan gliserin ve yağ asidinin oluşturduğu C=O ester bağları bulunur. Bunun yanında hidrolize olmuş FFA gruplarının COOH bandı bulunur. Aynı bölgede okside olmuş aldehit (R-CHO) ve keton (R-CO-R) grupların karbonil absorpsiyon bantları da bulunur. 900-1500 cm^{-1} ’de parmak izi bölgesinde zayıf, yağın moleküler kompozisyonu ve farklı moleküllerin tespit edildiği karakteristik absorpsiyon bantları bulunur. Parmak izi bölgesinin sonunda yağdaki düşük frekanslı CH=CH trans pikleri görülür. Ayrıca bu bölgenin yanında trans-trans ve cis-trans çift bağ içeren konjuge dienler ilgili absorpsiyon bantları da biraz görünür (Shahidi, 2002).

1.2. Yağların Sınıflandırılması

Yapılarına göre lipitler farklı sınıflandırılırlar. Bunlar

A-Basit Lipitler

B-Kompleks(Bileşik)Lipitler

C-Türev Lipitler

olarak sınıflandırılabilirler.

A-BASİT LİPİTLER (Alkollü Gruplar)

- 1) Nötr Yağlar
- 2) Mumlar (Büyük moleküllü alko+yağ asidi)

B-KOMPLEKS LİPİTLER (Alkol Dışı Grup İçerenler)

- 1) Fosfolipitler (Fosfor ve azot içerir.)
- 2) Glikolipitler (Şeker içeren lipitler)
- 3) Lipoproteinler (Protein içeren lipitler)

C-TÜREV LİPİTLER

- 1-Yağ Asitleri
- 2-Gliserol
- 3-Steroidler
- 4-Yağ Aldehitleri
- 5-Keton Cisimleri
- 6-A,D,E,K Vitaminleri
- 7-Steroller
- 8-Hidrokarbonlar

1.3. Zeytinyağının Özellikleri

1.3.1. Naturel Sızma Zeytinyağı

Zeytin (*Olea europaea*), zeytingiller (*Oleaceae*) familyasından meyvesi yenen Akdeniz iklimine özgü bir ağaç türüdür. Zeytin, boylu bir çalı veya 10 metreye kadar boylanabilen, sık dallı, yayvan tepeli, herdem yeşil yapraklı bir ağaçtır. Geniş, kıvrımlı, yumru bir gövdesi vardır. Ağaç yaşlandıkça, düzgün gri renkli gövde kabuğu giderek çatlar. Ağacın tacı (tepesi), yaklaşık olarak artan boy kadar her sene genişler. Uzun ömürlü bir ağaçtır, yaklaşık 2000 yıl kadar yaşayabilir. Verimli topraklarda taç açık ve asimetric, verimsiz topraklarda ise daha yoğun ve yuvarlaktır. Sürgünleri gri renkli, dikensiz ve hemen hemen üç köşelidir.



Mızraksı, çok kısa saplı, deri gibi sert yaprakları sürgünlere karşılıklı çiftler halinde dizilmiştir. Yaprakları basit, tam kenarlı ve kenarlar alt yüze doğru hafif kıvrıktır. Yaprığın boyu 20–86 mm, genişliği de 5–17 mm'dir. Yaprakların ucunda sivri bir çıkıntı bulunur. Yaprığın üst yüzü koyu gri-yeşil ve tüysüz, alt yüzü mavimsi gümüşü renkte ve beyaz sık ipeksi tüylerle kaplıdır.

Baharın sonlarına doğru yaprakların koltuğunda seyrek salkımlar halinde açan, küçük beyazımsı-sarı renkli, kokulu çiçekleri vardır. Rüzgârların taşıdığı çiçek tozlarıyla döllenmiş çiçekler etli ve yağlı meyve verir. Meyve önce yeşil, olgunlaştıktan sonra da parlak siyah bir renk alır. Etli meyvenin içinde sert bir çekirdek vardır. Meyvenin etli kısmından ve çekirdeğinden elde edilen "yağı" bakımından çok değerli bir ağaçtır. Aynı zamanda ağacının çok heybetli ve estetik bir görünümü vardır. Odunu çürümeye karşı son derece dayanıklıdır.

Besleyici değeri çok yüksek olan bir besindir. Zeytinde bol miktarda bitkisel protein, yağ, A, C, E vitaminleri ile kalsiyum, fosfor, kükürt, klor, magnezyum mineralleri vardır. Kalp ve damar sağlığı için çok faydalı olan zeytin, yaşlanmanın etkilerini de azaltır. Dermokozmetik amaçlı kullanıldığında cilde güzellik verir. Saç dökülmesini engeller, kepeği önler, saçları kuvvetlendirir. Kırıksıklıkları giderir. Makyaj kimyasallarının oluşturabileceği olumsuz etkileri azaltır. Cilt hastalıklarının oluşumu önlemeye yardımcı olur.

Naturel Sızma Zeytinyağı:



Sadece zeytin ağacı, (*Olea europaea* L.) meyvelerinden elde edilen yağlardır. Çözücü kullanılarak ekstrakte edilen veya reesterifikasyon işlemi ile doğal trigliserid yapısı değiştirilmiş yağlar ve diğer yağlarla karışımı bu tanımın dışındadır.

Naturel zeytinyağı: Zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen; kendi kategorisindeki ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini taşıyan yağları ifade eder.

Direkt tüketime uygun naturel zeytinyağları;

* **Natürel sızma zeytinyağı:** Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramdan fazla olmayan yağlar,

* **Natürel birinci zeytinyağı:** Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramdan fazla olmayan yağlar, olarak sınıflandırılır

Direkt tüketime uygun olmayan naturel zeytinyağı;

a) Ham zeytinyağı/lampant: Ham zeytinyağı/Rafinajlık: Serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramdan fazla olan veya duyuşsal ve karakteristik özellikleri bakımından doğrudan tüketime uygun olmayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun olarak sınıflandırılır.

b) Rafine Zeytinyağı: Ham zeytinyağının doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen, sarının değişik tonlarında rengi olan, kendine özgü tat ve kokuda bir yağdır. Serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,3 gramdan fazla olmamalıdır.

c) **Riviera Zeytinyağı:** Rafine zeytinyağı ile gıda olarak doğrudan tüketilebilecek naturel zeytinyağları karışımından oluşan, yeşilden sarıya değişen renkte, kendine özgü tat ve kokuda bir yağdır. Serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1.0 gramdan fazla olmamalıdır.

d) **Çeşnili Zeytinyağı:** Zeytinyağlarına değişik baharat, meyve ve sebzeler veya bunların doğal aroma maddeleri katılarak çeşitlendirilmesi ile elde edilen yağlardır.

Zeytinyağı Üretimi:

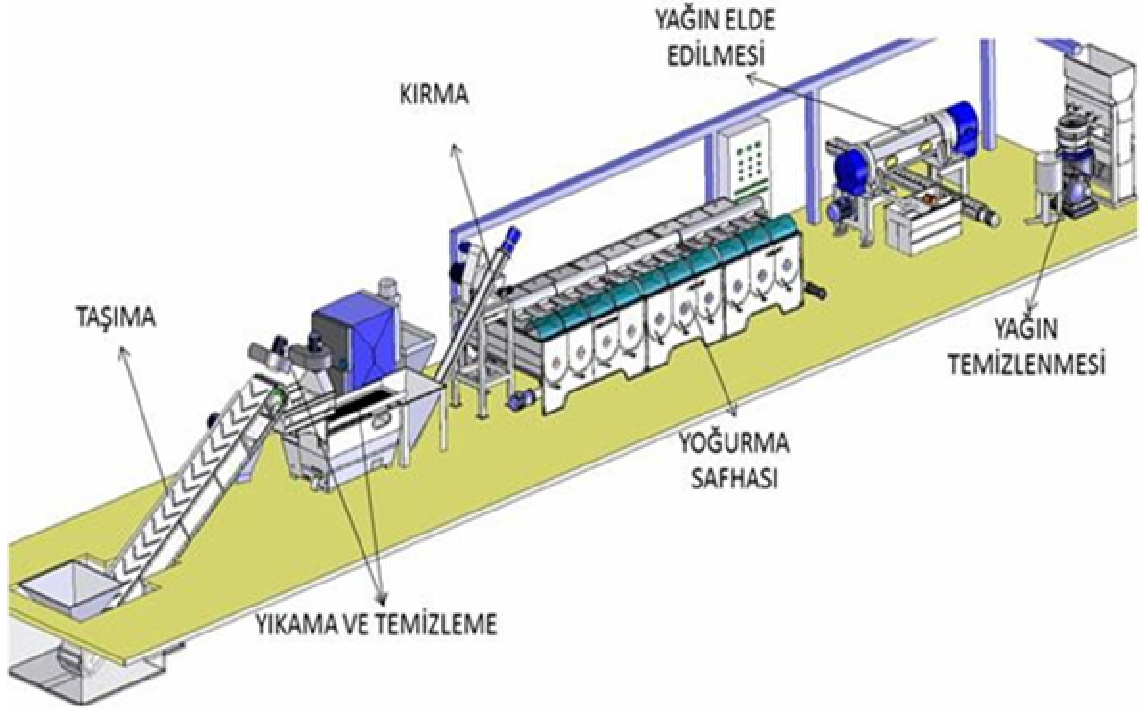
Zeytinyağı; zeytin meyvesinin mekanik yollarla işlenmesiyle elde edilen, bitkisel yağlar içerisinde fiziksel yöntemlerle doğal olarak üretilip tüketilebilen tek meyve yağıdır. Gerek hammaddesinin üretimi sırasında fazlaca el emeğine ihtiyaç duyulması, gerekse daneden elde edilmiş safhasında diğer tohum yağlarına kıyasla ayrıcalıklı bir yağdır. Beslenme yönünden gösterdiği üstün vasıflara bağlı olarak doğal halde tüketilebilmesi, bir meyve suyu olması nedeniyle, daima diğer bitkisel sıvı yağlara kıyasla daha yüksek bir ekonomik değer bulmuş ve insanlar için tercih sebebi olmuştur.

Zeytinyağı üretiminde klasik sistemler (pres) ve modern sistemler (santrifüj) olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Presler kendi içerisinde hidrolik ve süper pres olarak ikiye ayrılırken, sürekli sistemlerde iki ve üç fazlı sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır.

Klasik sistemlerden kontinu sistemlere geçişte; zeytin işleme maliyetlerinin özellikle de iş gücü maliyetinin düşürülmesi ve zeytinin bahçede/depolarında bekleme süresini azaltmak, bunun için de yüksek kapasiteye sahip dekantörleri kullanarak, zeytinyağı kalitesini iyileştirmek asıl hedef olmuştur.

1.3.2. Zeytin İşleme Teknolojisi

KONTİNÜ SİSTEM ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSESİ



Zeytin işleme teknolojisinin prensibi; temel olarak mezokarp hücrelerde oluşan yağı açığa çıkarmak ve bu yağı zeytinin diğer bileşenlerinden ayırmaktır. Zeytin meyvesinin yaklaşık % 40-55 zeytin özsuğu, % 18-32'si yağ, % 14-22'si çekirdektir.

Zeytin daneleri, yağ randımanı ve kalitesi açısından yeterli olgunluğa geldiği hasat edilerek bekletmeksizin zeytin sıkma tesislerine getirilir. Oksidatif ve mikrobiyal bozunmaya yola açmayacak şekilde bir an önce işlenmesi gerekmektedir.

Zeytinin yağa işlenmesindeki iş akışı aşağıdaki gibidir.

- 1-Zeytinlerin kabulü
- 2-Yaprak ayırma ve yıkama
- 3-Kırma
- 4-Yoğurma (malaksör)
- 5-Katı/sıvı faz ayrımı (pres/dekantör)
- 6-Sıvı/sıvı faz ayrımı (dekantasyon/separatör)

İşletmeye gelen ve kabulü yapılan zeytinlerin, işlenmeden önce taş, toprak ve yabancı maddelerden arındırılması ve mutlaka yıkanması gerekmektedir. Yabancı maddeler yağın kalitesini düşürdüğü gibi, tat ve koku gibi duyuşal özellikler üzerinde de olumsuz etki yaratmaktadır.

Yabancı maddelerden arındırılan ve yıkanan zeytinler, hücrelerinde bulunan yağ damlacıklarının açığa çıkarılması için kırma ve ezme işlemine tabi tutulurlar. Bunun için taş veya metal değirmenler (kırıcılar) kullanılmaktadır. Klasik sistemlerde genelde taş değirmenler, kullanılırken, kontinü sistemlerde metal değirmenler/kırıcılar tercih edilmektedir. Metal kırıcılar, yüksek kapasitesi, az yer kaplaması, kullanım kolaylığı, ekonomik olması gibi avantajlarının yanında, yüksek hızdan dolayı emülsiyon oluşma riski, metal parçaların aşınma riski ve hücrelerin taş değirmenlerdeki gibi tam olarak parçalanmamasından dolayı, hamurun yoğrulma/malaksör süresinin daha uzun olması gibi dezavantajlara sahiptir.

Zeytin ezildikten sonra özellikle metal değirmenler kullanıldığında, yoğrulması gerekir. Bu işlem daha sonra katı/sıvı fazların ayrılması için hamurun hazırlanmasında, önemli bir aşamadır. Yoğurma işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken iki önemli parametre, yoğurma süresi ve hamur sıcaklığıdır. Kalite ve randıman açısından optimum yoğurma süresinin 75-90 dakika ve hamur sıcaklığının da maksimum 30 °C olması gerekmektedir.

Yoğurma işlemi tamamlanan zeytin hamurunun bünyesinde bulunan yağ fazının ayrılması için presler veya dekantör denilen makineler kullanılmaktadır. Kontinü sistemlerde kullanılan dekantörler iki veya üç çıkışlı olabilmektedir. Yağ, karasu ve pirina çıkan sistemler “üç fazlı olarak adlandırılırken, sadece yağ ve pirina çıkan sistemler de “iki fazlı” olarak adlandırılmaktadır.

Ayrıca zeytinyağı üretiminde perkolasyon (seçici filtrasyon) sistemi de kullanılmakta olup, bu sistemde zeytinden yağ elde edilmesi, yağın ve karasuyun çelik bıçaklara göre farklı yüzey gerilimine sahip olması prensibine dayanmaktadır. Perkolasyon yöntemiyle yağ elde edildikten sonra kalan kısım tekrar pres veya dekantörlerden geçirilir. Çünkü bu yöntemle zeytin hamuru içerisindeki yağın sadece % 30'u alınabilmektedir.

Katı/sıvı faz ayrımından sonra, elde edilen yağ bünyesinde bir miktar karasu bulundurduğu için, sıvı/sıvı faz ayrımı için separatörlerden geçirilerek, içerisinde bulunan karasu ve yabancı maddelerden arındırılarak, daha temiz bir yağ elde edilerek depolara gönderilir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Zeytinyağının Trigliserit İçeriği

Zeytinyağı trigliseritlerden oluşmaktadır (Anonymus, 2002b). Yüksek miktarda oleik asit grubu içeren yağlarda doymuş triglesirit miktarı azdır. Bu özellikleri nedeniyle düşük sıcaklık derecelerinde sıvı halde bulunurlar. Zeytinyağları, linoleik asit ve daha yüksek düzeyde doymamış yağ asitlerini içermediklerinden dolayı hızlı tat ve aroma bozulmasına karşı dirençlidirler. Kısacası oksidasyon stabiliteyi yüksektir (Nas ve ark. 1992).

Zeytinyağında tağışı hesaplamak için, yağ asitlerine dayalı olarak yapılan çalışmalarda özellikle zeytinyağında bulunmayan, diğer yağlarda az veya çok bulunabilen bir yağ asidini saptamak ve bu yağ asidinin asgari karıştırma miktarını tayin etmek esastır. Linoleik asit, zeytinyağındaki tağış tespit çalışmalarında esas alınır. Bitkisel yağ ağırlıklı olarak değişik zincir uzunluğu ve farklı doymamışlık derecelerine sahip yağ asitlerinin oluşturduğu gliseritlerden meydana gelmiş trigliserit karışımlardır. (ERASLAN, 1998; KAYAHAN ve ark., 1997).

2.2. Naturel Sızma Zeytinyağları:

AYKUT KARAYİYEN ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, (2011) Hatay'da üretilen natürel zeytinyağlarının uçucu bileşenlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 6 zeytinyağı örneğinde katı faz mikro ekstraksiyon tekniği kullanılarak uçucu bileşenleri belirlenmiştir. Zeytinyağı örneklerinde belirlenen uçucu bileşenlerinin bütenal, benzaldehit, trans-2-hekzenal, kopaen, 2,4-heptadienal, ?-kubeben, zingiberen, isovaleraldehit, 2-noninoik asit ve etanol olduğu saptanmıştır. Zeytinyağlarında serbest yağ asitliği değerlerinin %0,3-2,1 arasında, peroksit değerlerinin 7,5-17,7 meqO₂/kg arasında, toplam karotenoid miktarının 1,8-8,1 mg/kg lutein ve toplam klorofil miktarının ise 4,1-19,1 mg/kg feofitin arasında olduğu tespit edilmiştir. Zeytinyağı örneklerinde tespit edilen başlıca yağ asitleri oleik asit (%58,1-73,4), palmitik asit (%14.7-19.7) ve linoleik asit (%5.4-16.9) olmuştur.

KADİR BIYIKLI ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada,(2009) Türk Zeytinyağlarının Saflık Derecelerinin Belirlenmesi Araştırma kapsamında piyasadan rastgele toplanmış olan ve 2007 ile 2008 üretim yıllarında üretilmiş, 10 natürel sızma ve 8 riviera zeytinyağı örneğinde, Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan yağ asitleri ve izomerlerinin tespiti, serbest asitlik, peroksit sayısı, UV ışığında özgül soğurma, sabunlaşmayan madde, kırılma indisi, iyot sayısı, sabunlaşma sayısı ve steroller ile

eritrodol ve UV analizleri iki paralelli olarak gerçekleştirilmiş ve sonuçlar, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği'ne uygunluk açısından değerlendirilmiştir.

NİHAT YILDIRIM ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada,(2009) Dünyada ve Türkiye'de üretimi, tüketimi ve sağlık açısından önemi her geçen gün artan zeytinyağının daha farklı metodlarla ve daha kaliteli üretilebilmesi için zeytinyağı üretim teknolojisi yeniden incelenerek ilgili üretim aşamalarında gerekli araştırma çalışmaları yürütülmüştür. Yapılan çalışmalar neticesinde zeytinin kırılması ve yağın hamurdan ayrılması işlemleri ile ilgili olarak patentlenebilir bazı geliştirmeler gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sayesinde özellikle yeni geliştirilen yağ ayırma işlemi ile sağlıklı zeytinden bilinen diğer yağ ayırma işlemlerine göre daha basit metotla, daha kısa sürede ve daha kaliteli yağ elde edilebildiği tespit edilmiştir. Klasik pres sisteminin yarı sürekli hale getirilmesi için denemeler yapılmış ve yeni tasarım önerileri getirilmiştir. Vakum ve ultrasonik titreşim denemelerinde umulan sonuçlar elde edilemezken atımlı elektrik alanı (PEF, pulsed electric field) denemelerinde verim artışı elde edilmiştir.

NİMET OKAY ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, (2004) Hatay'da faaliyet gösteren 21 farklı zeytinyağı işletmesinden 2002 yılında temin edilen naturel zeytinyağlarının kalite kriterleri (serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, ultraviyole de özgül absorbans, trilinolein değerleri) ölçülmüş ve araştırılmıştır. Bu amaçla her bir işletmeden 0,5 litre zeytinyağı toplanmıştır. Toplanan 0,5'er L zeytinyağından 20'er mL alınarak homojen bir paçal hazırlanmış ve bu paçal 5 gruba ayrılmıştır. İlk gruba sırayla %1, %10, %25, %50 ayçiçek yağı, ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci gruplara ise sırasıyla ve aynı oranlarda fındık yağı, mısırözü yağı, pamuk yağı ve soya yağı ilave edilmiştir. Tağış edilmiş zeytinyağı numunesinin trilinolein (LLL) değeri HPLC, özgül absorbans değeri ise UV spektrofotometre ile ölçülmüştür. Kimyasal özellikler incelendiğinde; serbest yağ asitliği %0.55- 4.3 arasında, peroksit sayısı değeri 6.47- 21.73 meq(Vkg arasında, 232 ve 270 nm'de ölçülen özgül absorbans ve ΔK değerleri sırasıyla 1.66- 3.04, 0.17- 0.39 ve - 0.004 - 0.003, ve LLL değeri % 0.16- 0.41 arasında bulunmuştur. Tağış oranı (%) arttıkça, LLL değerinin yükseldiğini gösterilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda toplanan naturel zeytinyağlarının; % 8 Tinin serbest yağ asitliği, % 90'ının peroksit sayısı, % 100'ünün 232 nm'de özgül absorbans değeri, % 14'ünün 270 nm'de özgül absorbans değeri ve % 100'ünün ΔK değerleri TSE'de belirtilen standartlara; %100'ünün LLL değeri UZK'nın belirlemiş olduğu standartlara uygun bulunmuştur.

SEMA KAYA ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, (2008) Fındık ve zeytin yağlarının yağ asidi bileşimleri, tokoferol ve karoten içerikleri ve 32 saatlik hava akımı altında, 45, 60, 75 ve 90°C'de hızlandırılmış oksidasyon ortamında tutulan bu yağların peroksit içeriklerindeki değişime dayanarak oksidatif stabiliteleri saptanacaktır. Sonuçlar, fındık ve zeytinyağlarının yağ asidi bileşimlerinin birbirine oldukça benzediğini ve her iki yağın oleik asit açısından zengin olduğunu, ancak fındık yağının daha yüksek tokoferol içeriğine sahip olduğunu gösterecektir. Her iki yağın toplam karoten içerikleri 30-32 mg/kg yağ arasında olduğu saptanmıştır. Hızlandırılmış oksidasyon ortamındaki peroksit sayıları değişiminin kinetik değerlendirilmesi, fındık ve zeytinyağlarında peroksitlerin oluşumu için aktivasyon enerjisinin sırasıyla, 41.75 ve 31.48 kJ/molK olduğunu göstermiştir, bu da fındık yağının zeytinyağından daha yüksek bir oksidatif stabiliteye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Fındık yağının daha dayanıklı olması, bu yağın daha yüksek bir tokoferol içeriğine sahip olmasına bağlanabilir. Sonuç olarak fındık yağına beslenmemizde özellikle kızartmalarda daha fazla yer vermemiz gerektiği kanısına varılmıştır.

SONGÜL KESEN ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, (2014) Ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin önemli yağlık zeytin çeşitlerinden, Nizip Yağlık (NY) ve Kilis yağlık (KY)'tan elde edilen zeytinyağları kullanılmıştır. Nizip yağlık Gaziantep'in Nizip ilçesinden ve Kilis yağlık Kilis ilinden alınacaktır. Coğrafi bölgenin ürün kalitesi üzerine etkisini görmek amacıyla aynı çeşitler İzmir-Bornova Zeytincilik Araştırma İstasyonu'ndan da sağlanmıştır (Nizip yağlık-Bornova, NYB; Kilis yağlık-Bornova, KYB). Çalışmada, öncelikle zeytinlerin özellikleri ile zeytinyağlarının genel analizleri, yağ asitleri, fenol bileşikleri, antioksidan kapasiteleri ve duyu özellikleri belirlenmiş daha sonra da zeytinyağlarında aroma maddeleri ve bu zeytinyağlarını karakterize eden aroma-aktif bileşikler ilk kez gaz kromatografisi-kütle spektrometresi-olfaktometri (GC-MS-O) teknikleri kullanılarak saptanmıştır. Çalışma 2010 ve 2011 yılları olmak üzere iki hasat yılı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Çalışmada zeytin çeşidi, yetiştirilme bölgesi ve hasat yılının zeytinyağının özellikleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Analizler sonucunda, zeytinyağlarında aroma ve aroma-aktif bileşiklerin çeşit ve sayısı çeşide, zeytinin yetiştiği bölgeye ve yıllara göre önemli farklılıklar gösterdiği saptanmıştır.

TÜLİN TAŞ ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, (2008) Aydın'daki yağ üretim fabrikalarından temin edilen saf zeytinyağı numunesi ile yine benzer üretim yerlerinden

alınan pamuk yağı, marketlerden temin edilen saf mısırözü ve ayçiçeği yağı numunesinin

FTIR Infrared spektrofotometresinde spektrumları alınarak aradaki farklar incelenmiştir. Daha sonra, zeytinyağı ile yukarıda bahsi geçen bitkisel yağların belirli oranlarda karışımları hazırlanmış ve her bir numune için 10 adet olmak üzere toplam 190 adet spektrum, SIMCA-P istatistik programı kullanılarak kemometrik yöntemlerden başlıca bileşen analizi modellemesi ile sınıflandırılmıştır. Saf yağlara ait IR spektrumlardaki küçük farklara dikkat çekilmiş ve IR spektrum ve kemometri ile saf yağların birbirinden kolayca ayrılabilirdiği gösterilmiştir. Ayrıca, başlıca bileşen analizinin zeytinyağının, diğer üç yağdan biri ve hacimce en az % 10 olmak koşulu ile, katışıklı olup olmadığını belirlemede etkin bir yöntem olduğu sergilenmiştir. Saf yağlar ve zeytinyağına diğer yağların değişik hacim oranlarında katılmasıyla hazırlanan karışımlarda öz ağırlık, kırılma indisi, sabunlaşma sayısı, iyot sayısı ve peroksit sayısı tayinleri yapılmıştır. Katılan yağın miktarı ve ölçülen büyüklük arasında çizilen grafiklerde bu ilişkinin doğrusal olduğu gösterilmiştir. Grafiklerdeki doğruların eğimlerinin yön ve büyüklüğünden yararlanarak katışıklı zeytinyağlarında katılan yağın cinsinin belirlenmesi için gerekli koşullar tartışılmıştır.

2.3. Çalışmanın Amacı

Sunulan bu tez çalışmasında Osmaniye bölgesinden elde edilen naturel sızma yağlarının özelliklerinin incelenmesi ve değerlendirme yollarının araştırılması hedeflenmiş ve serbest yağ asidi (FFA), peroksit sayısı (PV), yağ asit kompozisyonu (FAME), trigliserit kompozisyonu, sterol, vaks, polar-apolar madde, toplam polimerik madde ve tokoferol miktarlarını, UV-Vis ve FTIR analizleri gerçekleştirilmiştir. Böyle bir çalışmanın Osmaniye bölgesi için ilk defa olması ayrıca önem arz etmektedir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Kullanılan Kimyasallar ve Kolonlar

Laboratuvar çalışmalarında kullanılan kimyasallar, standart maddeler ve çözücüler kullanım özelliklerine göre kromatografik veya analitik saflıkta olup, Merck ve Sigma firmalarından sağlanmıştır. (Çizelge 3. 1). HPLC’de yapılan çalışmalarda kullanılan sulu çözeltiler, ultra saf su kullanılarak hazırlanmıştır. Kromatografik analizlerde kullanılan kolonlar ve özellikleri ise Çizelge 3. 2’de yer almaktadır.

Çizelge 3.1 Deneylerde Kullanılan Kimyasal Maddeler

FFA ve PV Tayinleri	
Etanol	Kloroform
Fenolftalein	KI
NaOH	Nişasta
Hac	Na ₂ S ₂ O ₃
Yağ Asit Kompozisyonu Tayini	Sterol Kompozisyonu Tayini
Hekzan	KOH
KOH	Etanol
NaOH	Dietil Eter
Metanol	BSTFA (N,O-Bis (trimethylsilyl) trifluoroacetamide)
Na ₂ SO ₄	Susuz Piridin
Ultra Saf Su	Na ₂ SO ₄
	Ultra Saf Su
Vitamin ve Tokoferol – Tokotrienol Tayini	Trigliserit Analizi
Hekzan	Aseton
İzopropil Alkol	Asetonitril
Vaks Analizi	Polimerik ve Polar Madde Tayini
Silika Jel (70–230 Mesh)	Silika jel (70–230 mesh)
Hekzan	Petrol Eteri
Sudan I	Dietil eter
Etil Eter	Tetrahidrofur
Heptan	Na ₂ SO ₄
Na ₂ SO ₄	Spektrofotometrik Taramalar
Ultra Saf Su	İzooktan

Çizelge 3.1 Kromatografik Ayırmalarda Kullanılan Kolonlar

Yağ Asit Kompozisyonu Tayini (GC-FID; GC-MS)	Sterol Kompozisyonu Tayini (GC-FID; GC-MS)
HP-88 (100 m, 0.25 mm, 0.25 µm) (88%-Cyanopropyl)-methylarylpolysiloxane	HP-5MS (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) (5%-Phenyl)-methylpolysiloxane
Vaks Tayini (GC-FID)	Tokoferol –Tokotrienol Tayini (HPLC)
RTX -5 (15 m x 0.18 mm x 0.20 µm) (5%-Phenyl)-methylpolysiloxane	LICHROSPHER 5µm Si 100 250x4.0mm
Polimerik ve Polar Madde Tayini (HPLC)	Trigliserit Analizi (HPLC)
Guard HPSEC kolonu (PL-Gel 100 A°) (5 cm x 7,6 mm i.d., 5 µm) HPSEC kolonu (PL-Gel 100 A°) (30 cm x 7,6 mm i.d., 5 µm) HPSEC kolonu (PL-Gel 500 A°) (30 cm x 7,6 mm i.d., 5 µm)	ACE 5 C18 kolon (250 x 4 mm, 5 µm)

3.2. Kullanılan Cihazlar

Naturel Sızma Zeytinyağı üzerinde gerçekleştirilen, vaks ve sterol tayinleri, yağ asit kompozisyonu; GC-FID cihazında, tokoferol-tokotrienol, polimerik ve polar madde ve trigliserit analizleri; HPLC cihazında, fonksiyonel grup analizleri; FTIR cihazında, birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri tayinleri; UV-Vis. Spektrofotometre cihazında yapılmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılan cihazlar, marka ve modelleriyle birlikte **Çizelge 3. 3**'te verilmiştir.

Çizelge 3. 3 Deneylerde Kullanılan Cihazlar

Cihaz	Marka
HPLC (High Performance Liquid Chromatography) HPLC-UV Vis, Diode Array, Floresans, Kırma İndeksi Dedektör Sistemi	Agilent 1200 Series
GC- FID	Agilent 7890 Series
GC-MS	7890N-5975C
UV-Vis Spektrofotometre	UV-1800 Shmadzu
FTIR	Perkin Elmer Spectrum100

3.3. Kullanılan Naturel Sızma Zeytinyağı

3.3.1. Naturel Zeytinyağı Numune Temini

21/ 10/ 2016 Cuma günü toplanan zeytinler 22/ 10/ 2016 fabrikada sıkıştırılarak yağı çıkartılmıştır. Sızma zeytinyağının 5L numunesi kaplara alındı, ağzı sıkıca kapatılıp, siyah poşet içerisinde 24/ 10/ 2016 pazartesi laboratuvara getirilerek %FFA değerine bakıldı ve 3 tekrarlı sonuçların % 0,8 'in altında olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre numunemizin Naturel Sızma Zeytinyağı sınıfına gir iğine karar verilmiştir.

3.4. Yapılan Analizler

3.4.1. Peroksit Sayısı (PV) Tayini

Naturel sızma zeytinyağı numunesinin peroksit sayısı (PV); kg yağdaki meq O₂ miktarının ölçüsüdür. Veya yağdaki hidroperoksit içeriğinin ifadesidir. Standart AOCS Cd-8b-90 metodu kullanılarak çalışmalar yapılmıştır. (AOCS, 1998).

Reaktifler:

- Saf su
- 0.01 N Na₂ S₂ O₃ çözeltisi
- Kloroform
- Doymuş KI çözeltisi
- Asetik asit
- % 1'lik Nişasta çözeltisi

Deneyin Yapılışı:

Naturel sızma zeytinyağı numunesi hava ile temas ettirilmeyecek biçimde korunmuş siyah poşette ağzı sıkıca kapalı olarak getirilmiştir. Zeytinyağımızdan 1 g alınıp üzerine 1 mL kloroform 1,5 mL asetik asit ilave edilerek karıştırılmıştır. Üzerine 0.1 mL KI damlatılıp 180 saniye kadar karanlıkta tutulmuştur. Karanlıkta tutulmadan sonra, üzerine 25 mL saf su ve 3 damla %1'lik nişasta çözeltisi ilave edilmiştir. Kontrol sonucundaki bulanıklık ve gri renk peroksitin tespitidir. Akabinde 0.002 N ayarlı Na₂S₂O₃ ile titrasyonu rengi berrak oluncaya kadar yapılmıştır. Harcanan Na₂S₂O₃ değeri kaydedilmiştir.

Aşağıdaki formüle göre Peroksit sayısı hesaplanarak ve mili eşdeğer gram oksijen / kg yağ olarak ifade edilmiştir.

$$PV = \frac{N \times V \times 1000}{G} \text{ meq O}_2/\text{kg yağ}$$

G: Numune ağırlığı

V: Titrasyonda harcanan Na₂S₂O₃ miktarı (mL)

N: Titrasyonda kullanılan Na₂S₂O₃ normalitesi

3.4.2. Serbest Yağ Asidi (%FFA) Tayini

Naturel sızma zeytinyağı numunesinin serbest yağ asidi (%FFA) içeriği, standart AOCS Ca-5a-40 metodu ile, % oleik asit türünden tespit edilmiştir. (AOCS, 1998).

Yağlardaki FFA tayini su olmayan şartlarda titrasyon ile yapılır. Naturel Sızma Zeytinyağında bulunan yağ asitleri toplamı; % oleik asit olarak belirtilir.

Reaktifler:

- %1'lik fenolftalein indikatörü
- 0,01N NaOH
- %95'lik Etanol

Deneyin Yapılışı:

Naturel sızma zeytinyağı numunesinden 1 g özenle tartılıp üzerine 15 ml etilalkol konulup sallanmıştır. 2-3 damla fenolftalein indikatörü ilavesi sonunda 0,01N NaOH çözeltisi ile pembe renk başlamasına kadar titrasyonu gerçekleştirilmiştir. Sarf edilen NaOH tespit edilmiştir. Aşağıdaki formül ile FFA sonuçları bulunmuştur.

$$\%FFA = \frac{V \times N \times M}{G \times 10} \quad (\text{oleik asit cinsinden})$$

V: Titrasyonda harcanan NaOH miktarı

N: Titrasyonda harcanan NaOH normalitesi (0.01 N)

M: Yağ asitleri Molekül kütlesi (282 g)

G: Numune kütlesi (10 g)

3.4.3. UV-Vis Analizleri

Naturel Sızma Zeytinyağı numunesindeki birincil ve ikincil oksidasyon (bozunma) ürünlerinin miktarlarını tespit etmek amacıyla gerçekleştirilen Uv-Visible spektrofotometrik analizleri, UV-1800 Shmadzu cihazı kullanılarak, Alfa Laval metoduna göre tespit edilmiştir (Laval, 1995).

Deneyin Yapılışı:

Cihazının her iki hücreğine izooktan konularak sıfır ayarı yapılmıştır. Daha sonra, 10 mL izooktanda çözülen 0.05 g yağ numunesi numune küvetine doldurulmuş ve spektrum taramasından geçirilmiştir. Spektrum taraması sonunda 232 ve 270 nm dalga boylarında okunan absorbans değerleri, birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin miktarlarının hesaplanmasında kullanılmıştır (Laval, 1995).

$$As_{232} = \frac{A_{232}}{10 \times m}$$

$$As_{270} = \frac{A_{270}}{10 \times m}$$

A_{232} : Birincil oksidasyon ürünlerine karşılık gelen absorbans değeri

A_{270} : İkincil oksidasyon ürünlerine karşılık gelen absorbans değeri

m: Numune kütlesi (g)

3.4.4. Yağ Asit Kompozisyonu Tayini

Naturel sızma zeytinyağı numunesinin yağ asit kompozisyonu tayini; 10 ile 24 karbon arası yağ asitlerinin tespit edilmesi esasına dayanmaktadır.

Cihazlar: Gaz Kromatografi Cihazı-FID Dedektör

Reaktifler:

- 2 N metanollü KOH
- n-hekzan
- Na₂SO₄

Naturel sızma zeytinyağı numunesinin metil esterlerine çevrilmesi: 1 gr zeytinyağı tüpte tartılır. Daha sonra hazırlanan 2 N'lik metanollü KOH çözeltisinden 1 mL ilave edildi. 7 mL de n-hekzandan ilave edilip karışım 60 saniye kadar iyice çalkalanıp, 2000 G'de 10 dk santrifüjlendi. Çözeltinin üst fazı alındı ortamdaki nemin ayrılması için 1g Na₂SO₄ katılmıştır. Nemi uzaklaşan üst faz GC-FID'ye enjekte edilmiştir. Yağ asit kompozisyonu tayininde kullanılan metot parametre değerleri **Çizelge 3. 4**'te verilmiştir.

Çizelge 3.4 Yağ Asit Kompozisyonu Tayini Metot Parametreleri

GIC FID METOT PARAMETRELERİ			
İnjesiyon hacmi	1 µL		
İnjektör sıcaklığı	250°C		
Mode	Split (100:1)		
Kullanılan gaz ve akış hızı	H ₂ - 1. 3 mL/min		
Kolon sıcaklık programı	<i>°C/min</i>	<i>°C</i>	<i>Min</i>
		50	10
	4	250	10
Dedektör sıcaklığı	250°C		
Hidrojen ve hava hızı	30 mL/min - 300 mL/min		

3.4.5. Trigliserit Analizi

Naturel Sızma Zeytinyağındaki trigliserit türlerinin tespiti amacıyla gerçekleştirilen analiz, 10 mL asetonda çözölen 1 g natürel sızma zeytinyağı numunesinin HPLC tekniğı ile C18 (250 mm x 4,0 mm x 5µm) kolon üzerinde tespit edilmesini içermektedir. Çalışmalarda standart AOCS Ce 5b-89 metodu (AOCS, 1998) kullanılmıştır. Bu analiz metodunda, hareketli faz olarak aseton-asetonitril (1:1) karışımı kullanılarak, 1,5 mL/dk akış hızında, 30°C sıcaklıkta ve UV (215 nm) dedektör kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir.

3.4.6. Vaks Kompozisyonu

Vakslar, naturel sızma zeytinyağının minör bileşiklerdendir. Vaksların, GC ile analiz sonucu tespitleri yapılır ve miktarları belirlenir. Vaks analizlerinde yapılan kolon kromatografisi ön ayırması, Uluslararası Zeytinyağı Konseyinin (COI) Doc. No. 18 resmi metoduna göre yapılmıştır.

Ön Ayırma Yöntemi: Vaksların ayrılması işlemi kolon kromatografisi ile yapılır. Hekzanda bulamaç haline getirile 15 g silika jel, cam kolon içerisinde 30 mL hekzan ile yıkanmıştır. 500 mg natürel sızma zeytinyağı numunesi tartılıp üzerine lauryl arachidate'den 500 µL ve etanolde hazırlanmış %1'lik Sudan-I çözeltisinden 100 µL ilave edilip, 2 mL hekzanda çözölür. Çözelti kolona dökölür, hekzan/etil eter (99: 1) hareketli fazları yardımıyla oda sıcaklığında yürütme işlemi yapılır. Elusyon çalışması, kırmızı renkli Sudan-I indikatörü kolon sonunda görölünce biter ayrıca elüe edilen bölüm behere alınmıştır. Elüsyon ile ayrılan vaks çözeltisinin çözücüsü uzaklaştırıldı. Akabinde 2 mL n-heptan ilavesiyle çözme işlemi yapılarak vialer alınır. GC-FID'de tayin yapılır.

Ön işlemi yapılan Naturel Sızma Zeytinyağından ayrılan vaksların analizi; Agilent 7890 GC-FID cihazı ile, RTX-5 kolonu üzerinde 1 µL numune enjeksiyonu yapılarak yapılmıştır. Vaks analizlerinde kullanılan metot parametreleri **Çizelge 3. 5'**de verilmiştir.

Çizelge 3.5 Vaks Kompozisyonu Metot Parametreleri

İnjektör °C/min min	°C	He Akış Hızı (mL/min)	Kolon Fırını		FID (°C)	Kuru Hava (mL/min)	H ₂ (mL/min)	Makeup (He) (mL/min)	
			°C/min	°C					
40	80	2.4	80	0	350	300	30	30	
	320		28	200					1
	0		2.8	340					25

3.4.7. Polar ve Polimerik Madde Tayinleri

Naturel Sızma Zeytinyağının bileşenlerinden olmayan fakat yağ üretim ile tüketim işlemlerinde ortaya çıkan bu maddeler kromatografik metotlar kullanılarak tayinleri yapılır. Analizlerde türevlendirilme yapılmayıp HPLC'de tayin gerçekleştirilmiştir.

Naturel Sızma Zeytinyağı içerisindeki polimerik maddelerin tayini, THF'de çözülen yağın HPSEC metodu ile, polar ve apolar madde tayinleri ise; standart IUPAC mini kolon metodu ile yapılmıştır (Dobarganes, 2000) .

3.4.7.1. Polar ve Apolar Madde Tayini (Ön Ayırmalı Yöntem)

Kolon kromatografisi ile polar-apolar yapıların fraksiyonlar halinde ayrılması için yürütülen çalışmalarda; Petrol eteri-dietil eter (90: 10 v/v) içinde bulamaç haline getirilen 5 g silika jel, ıslak doldurma metodu yöntemiyle cam kolona alınmıştır. Kolondan geçirilen 5 mL petrol eteri-dietil eter (90: 10 v/v) çözeltisi ile sabit faz yıkanmıştır. 1 g zeytinyağı numunesi, 8 mL petrol eteri-dietil eter (90;10 v/v) çözeltisinde çözerek kolona ilave edilmiştir. Oda şartlarında yapılan çalışmalarda; kolondan önce apolar fraksiyon elüe edilmiş, bunun için 60 mL petrol eteri-dietil eter (90:10 v/v) çözeltisi, 1,5 mL/dk akış hızında kolonda yürütülmüştür. Elüsyona, kolonda 1 mm çözücü kalana kadar yapılmış, elüsyon ile biriken kısmın çözücüsü ayrılarak apolar fraksiyon kısım oluşmuştur. Polar fraksiyon kısım elüsyonu ise; 50 mL dietil eterin, 1,5 mL/dk akış hızda kolondan geçirilmesiyle yapılmıştır. Elüsyona, kolonda 1 mm çözücü kalana kadar devam edilmiş, elüsyonda biriken kısmın çözücüsü ayrılarak polar fraksiyon kısım oluşmuştur. Oluşan polar ve apolar fraksiyonların çözücüleri uzaklaştırılmıştır. Çözücüleri ayrılan numuneler üzerlerine 10'ar mL THF konulup çözülmüş ve HPLC'ye enjeksiyonu yapılmıştır (Dobarganes, 2000). Polimerik madde tayinlerindeki gibi polar ve apolar madde tayinleri de naturel sızma zeytinyağı numunesi için yapılmış ve tayinlerde kullanılan metot parametreleri aşağıda **Çizelge 3.7**'de gösterilmiştir.

3.4.7.2. Toplam Polimerik Madde Tayini (Direk Enjeksiyonlu Yöntem)

HPLC cihazında otomatik enjeksiyonla gerçekleştirilen analizde 1 g zeytinyağı numunesi 10 mL tetrahidrofuran (THF) içinde çözülmüş ve çözülen numune viale alınmıştır. Polimerik madde analizleri natürel sızma zeytinyağı numunesi için yürütülmüş ve tayinlerde kullanılan metot parametre değerleri **Çizelge 3.7**'de verilmiştir.

Çizelge 3.6 Polar ve Polimerik Madde Analizi Metot Parametreleri (Dobarganes, 2000)

Enjeksiyon Miktarı (μL)	Hareketli Faz	Akış Hızı (mL/min)	Kolon Fırını Sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)	Dedektör
20	Tetrahidrofuran	1,0	30	Refraktif İndeks (35°C)

3.4.8. Tokoferol ve Tokotrienol Analizi

Naurel Sızma Zeytinyağında bulunan tokoferoller (α , β , γ ve δ) ve tokotrienol (tokol) miktarlarının tespiti amacıyla gerçekleştirilecek analizler, 1 g zeytinyağı numunesi 10 mL heksanda çözülüp HPLC cihazında, silika kolon üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kromatografik tayinlerde standart olarak ; α , β , γ ve δ tokoferol ve tokotrienol (tokol) standartları kullanılmıştır. Bu analiz metodunda, hareketli faz olarak heksan-izopropil alkol (%99,6-%0,4) karışımı kullanılarak, 1 mL/dk akış hızında, 30°C sıcaklıkta ve floresans (λ_{Ext} : 295 nm λ_{Em} : 330 nm) dedektör kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir (Topkafa, 2013).

3.4.9. Sterol Kompozisyonu Analizleri

Sterol analizi; Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'nin (COI) Doc. No. 10 resmi metoduna göre yapılmıştır (COI, 2003).

Deneyin Yapılışı:

İç standart olarak α -kolestanol'den 500 μL alınıp 50 mL'lik balona konuldu ve çözücüsü uzaklaştırılmıştır. Çözücüsü uzaklaştırılan iç standart üzerine 5 g zeytinyağı numunesi ve 50 mL 1 N etanollü KOH ilave edilmiş, geri soğutucu altında 90°C 'de 1 saat kaynatılarak sabunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Sabunlaşan kısım üzerine ilave edilmiş ve faz ayrımı beklenmiştir. 100 mL su ve 100 mL dietil eterle ekstrakte edilerek, ayrılan organik faz 50 mL su ile 3 kez yıkanmış ve yıkama işlemi sonunda sulu fazdan ayrılan organik fazın çözücüsü uzaklaştırılmıştır. Çözücüsü uzaklaştırılan numune 1 mL kloroformda tekrar çözülmüş ve çözülen kısımdan 200 μL alınarak çözücüsü uzaklaştırılmıştır. Üzerine 250 μL susuz piridin ve 250 μL BSTFA sililleme reaktifi ilave edilmiştir. Karışım oda sıcaklığında 5 dk, daha sonra da 60°C 'de 20 dk ısıtılarak, sililleme işlemine tabi tutulmuştur. Silillenen numunenin GC-FID cihazına enjeksiyonu yapılmıştır.

Naturel sızma zeytinyağından sabunlaştırma ön işlemi ile ayrılan sterollerin analizi; Agilent 7890 GC-FID cihazı kullanılarak, HP-5MS (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm) (5%-Phenyl)-methylpolysiloxane kolonu üzerinde 1 µL numune enjeksiyonu yapılarak gerçekleştirilmiştir. Sterol analizlerinde kullanılan metot parametre değerleri **Çizelge 3.7**'de verilmiştir.

Çizelge 3.7 Sterol Analizi Metot Parametreleri

İnjektör (°C)	FID (°C)	Akış Hızı (mL/dk)	Kolon Fırını			MS	
			°C/dk	°C	dk	EI	m/z
250	325	1	100	0	70 eV	50-550	
			5	300			20

3.4.10. FTIR Analizleri

Naturel sızma zeytinyağı numunesindeki FFA, PV, konjuge dien ve trienler gibi minör bileşenlerin fonksiyonel gruplarını tespit etmek amacıyla gerçekleştirilen FTIR taraması, FTIR-ATR cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Deneyin Yapılışı:

Öncelikle, FT-IR cihazındaki ATR prop üzerine herhangi bir çözücü veya numune ilave edilmeksizin cihazın background ayarı (sıfırlama) yapılmıştır. Daha sonra, yağ numuneleri herhangi bir ön işleme tabi tutulmaksızın prop üzerine damlatılmış ve 400-4000 cm⁻¹ arasında spektrum taramaları yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Naturel sızma zeytinyağı, zeytinlerin toplanıp en kısa zamanda fabrikaya götürülüp bekletilmeden yağ eldesi işlemine girmelidir. Zeytinlerin toplanmasında toprağa düşüp zedelenmesinin önüne geçilmelidir. Zeytinler kasalara konularak ezilmemesi sağlanır. Fabrikaya getirilen zeytinlerden yağ eldesi sırasında ortam sıcaklığı 40 C yi geçmemelidir. Bu şekilde elde edilen zeytinyağının bioaktif bileşenleri zarar görmezler. Zeytin meyvelerinin ısı işlem görmeden preslemeye tabi tutulması sonucu elde edilmesi ve kimyasal kirletici olacak organik solventler kullanılmaması zeytinyağlarının tüketiciler tarafından tercih nedenlerindedir. Bu yöntemle elde edilen yağların direk kullanımında sakınca yoktur.

Kimyasal yapısı ve bulundukları biyoaktif bileşenleri nedeniyle, insanların soğuk pres yağları tercih nedenidir. Kendine has tat, koku, yoğun renk ve duyuşsal özellikleri nedeniyle soğuk pres yağlar insanların takdirini almıştır (Matthäus, 2003).

Naturel Sızma Zeytinyağı koroner kalp hastalıkları ve damar sağlığı için önemli bir besindir. Kalın bağırsak, meme, deri kanserlerinin gelişmesini engellediği, HDL kolesterol seviyesini önemli derecede yükselttiği LDL kolesterolü düşürdüğü, yapısında yüksek miktardaki oleik asidin ünsilin aktivitesini arttırdığı, safra taşının oluşumu ve sindirim güçlüğüne önlediği bilinmektedir. Şimdiye kadar Osmaniye bölgesinden elde edilen naturel sızma zeytinyağları ile ilgili bir çalışma yapılmamış olup fakat tezimiz bu eksikliği giderecek özelliktedir.

4.1. Serbest Yağ Asidi, Peroksit Sayısı Tayinleri

Bitkisel yağların üretimi, depolanması ve marketlenmesinde en sık belirlenen kalite parametrelerinden birisi olan serbest yağ asitleri (FFA), trigliserit yapıda olmayan ve serbest halde bulunan yağ asitleridir. Serbest yağ asitleri, ham yağların rafinasyon işleminin nötralizasyon aşamasında belirli seviyeye indirilir. FFA'lar, toprak yapısı, tohumun cinsi, yetiştirme koşulları, mutfaktaki pişirme ve kızartmalar sırasında oluşabilir. FFA içeriği, yağın trigliserid yapıdan çeşitli sebepler ile hidrolize olmasının bir ölçüsüdür. Yüksek FFA içeriği, yağ kalitesinin düşük olduğunu gösterir. Yağlarda bulunan serbest yağ asitleri toplamı; % oleik asit olarak belirtildiği gibi 1 g yağın nötralleşmesi için gerekli olan KOH'un mg ağırlığı olarak da belirtilmektedir.

1 kg yağdaki meq O₂ olarak tanımlanan peroksit sayısı, (PV), birincil oksidasyon ürünlerinin oluşması anlamına gelir. Naturel sızma zeytinyağındaki oksidasyon derecesinin önemli bir göstergesi olan peroksit değerinin kaliteli natürel sızma zeytinyağında ≤ 20 değerinde olması gerekmektedir.

Naturel Sızma Zeytinyağı numunesi için fiziksel ve kimyasal değişimlerin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen tayinlere, yağ sektöründe rutin olarak yapılmakta olan FFA ve peroksit sayısı tayinleri ile başlanmıştır. Gerçekleştirilen tayinlerden elde edilen sonuçlar **Çizelge 4.1**'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1 Naturel Sızma Zeytinyağının Fiziksel ve Sonuçları Kimyasal Analiz

%FFA	PV
0,37 ± 0,02	4,80±1,76

Elde edilen %FFA ve PV verileri incelendiğinde; değerlerin dünya standartlarına ve Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (No 201726) uygun ve kullanılabilir miktarda olduğu belirlenmiştir.

4.2. UV Analizleri

Naturel Sızma Zeytinyağlarındaki birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin miktarlarını tespit etmek amacıyla gerçekleştirilen UV-Visible spektrofotometrik analizleri UV-1800 Shmadzu cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Naturel Sızma Zeytinyağındaki *birincil ve ikincil oksidasyon* ürünlerinin miktarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesinde; 200-800 nm dalga boyu aralığında yapılan tarama sonuçları kullanılmış, elde edilen değerler **Çizelge 4.2**'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.2 Zeytinyağına Ait Özgül Absorbans Sonuçları

As ₂₃₂	As ₂₇₀
2,15±0,11	0,79±0,01

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; Naturel Sızma Zeytinyağlarında birincil oksidasyon ürünlerinin miktarlarının 2,15 ikincil oksidasyon ürünleri olan aldehitler ve ketonların miktarı 0,79 bulunmuştur. Bu değerlerin PV analizi ile de uyumlu olduğu görülmüştür. Aldehit ve ketonların varlığını gösteren ikincil oksidasyon ürünlerinin naturel sızma zeytinyağı için oldukça düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Yağ Asit Kompozisyonu Analizleri

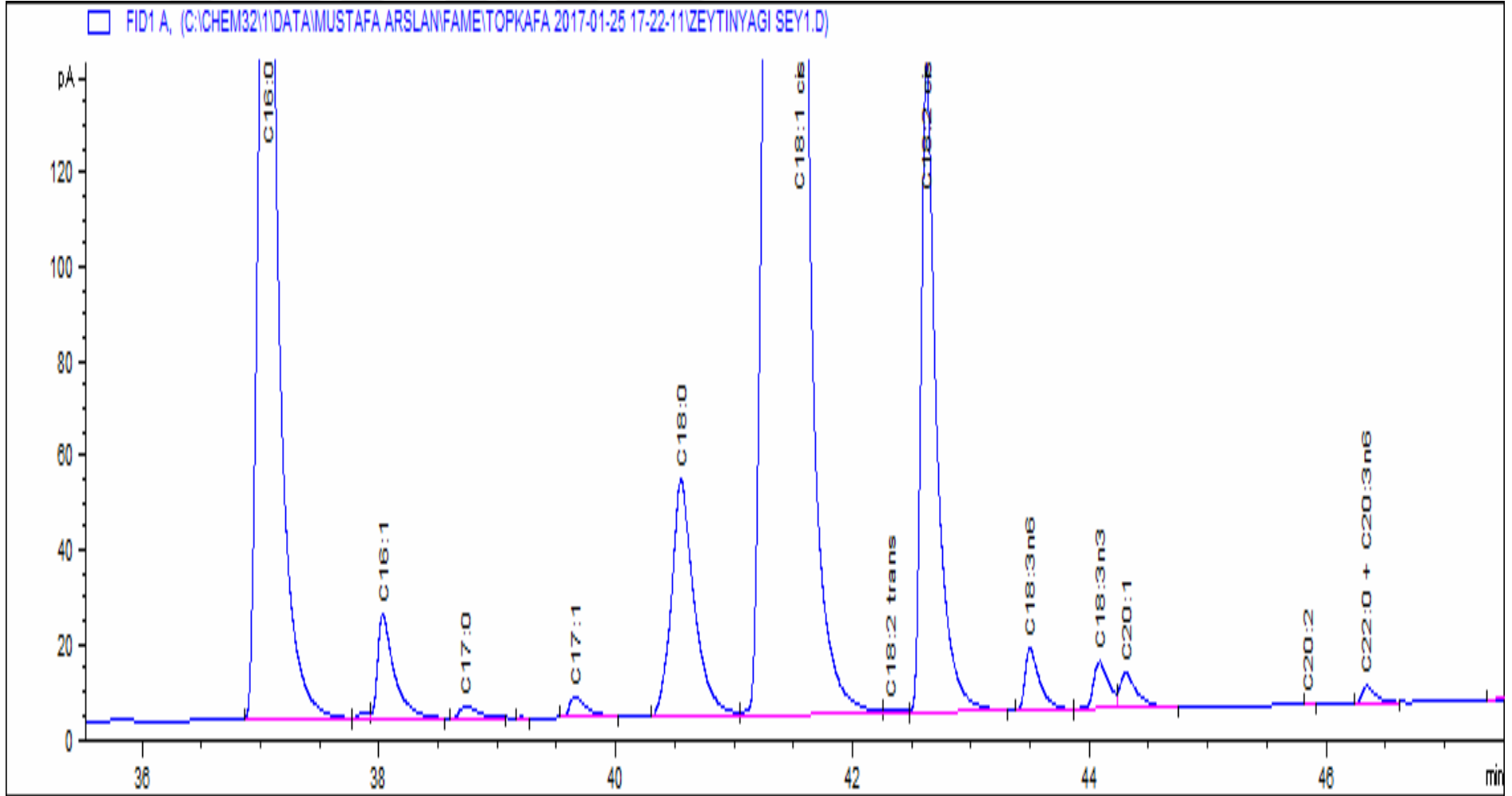
Yağların karakterini, yapılarında bulunan yağ asitlerinin kompozisyonu belirler. Yağ asit kompozisyonu analizleri ile yağların doymuş ve doymamış yağ asidi içeriği ve

kalite tespiti yapılır. Bu analizler gaz kromatografi sistemi ile yapılır. Analizlerde yağ numunesi önce metil ester türevleri (FAME) haline getirilir, metot şartlarına göre analiz edilir.

Sonuçlara göre, Naturel Sızma Zeytinyağının doymuş yağ olan palmitik asit ve stearik asit ile doymamış yağ asidi olan oleik ve linoleik asitler bakımından zengin kaynaklar olduğu görülmüştür. Naturel Sızma Zeytinyağının yağ asit kompozisyonu kromatogramları **Şekil 4.1**'te, elde edilen % değerler **Çizelge 4.3**'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Zeytinyağı Numunesinin Yağ Asit Kompozisyonları (FAME) Tayin Sonuçları

(%)	Osmaniye Bölgesi Naturel Sızma Zeytinyağı	Gemlik Bölgesi Naturel Sızma Zeytinyağı (Yorulmaz ve ark., 2014)	TSE
C16:0	13,70±0.05	13,17	7,5-20
C16:1	1,05±0.01	1,22	0,3-3,5
C17:0	0,01±0.01	0,12	≤ 0,3
C18:0	3,24±2.01	2,56	0,5-5,0
C18:1ω9c	69,01±0.55	72,61	55,0-83,0
C18:2ω6c	6,06±0.21	8,55	3,5-21,0
C18:3ω3	0,42±0.01	0,74	≤ 1,0
C20:0	0,53±0.01	0,38	≤ 0,6
C20:1	0,36±0.01	0,24	≤ 0,4
C20:2	0,01±0.01	-	-
C22:0	0,02±0.01	0,1	≤ 0,2



Şekil 4.1 Naturel Sızma Zeytinyağına Ait Yağ Asit Kompozisyonu Kromatogramı

4.4. Trigliserit Analizleri

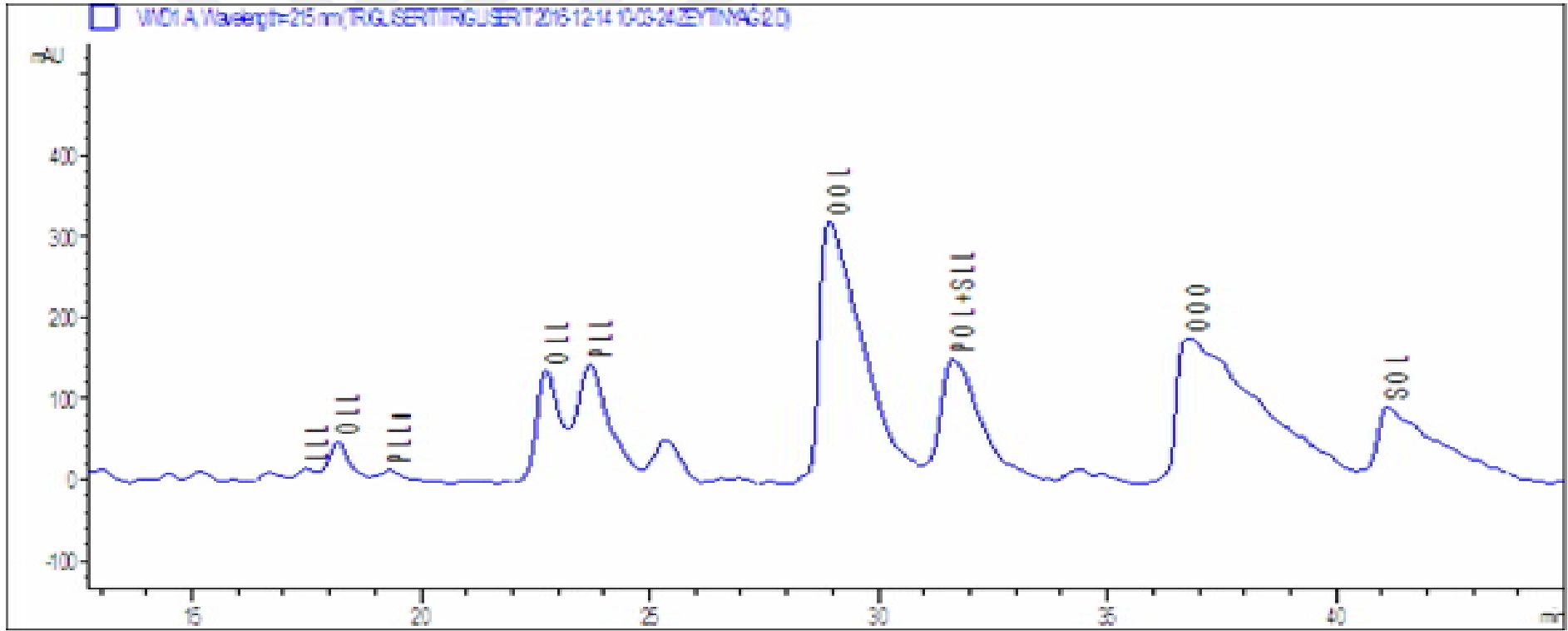
Naturel Sızma Zeytinyağı numunesi kullanılarak, sıvı kromatografi (LC) tekniği ile gerçekleştirilen trigliserit kompozisyonu analiz sonuçları **Çizelge 4.4**'te, kromatogramları **Şekil 4.2**'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Naturel Sızma Zeytinyağı Trigliserit Kompozisyonu (%) Değerleri

Trigliserit (%)	Osmaniye Bölgesi (Numune)	Mersin Bölgesi (Yorulmaz ve ark., 2014)	Gemlik Bölgesi (Yorulmaz ve ark., 2014)
LLL	0,73 ± 0,10	0,32	0,09
OLL	2,28 ± 0,11	4,28	1,58
PLLn	0,88 ± 0,10	0,05	0,03
OLL	6,02 ± 0,51	4,28	11,58
PLL	9,35 ± 1,11	1,04	0,49
OOL	26,55 ± 3,86	19,30	11,58
POL+StLL	12,20 ± 2,17	10,8	7,26
OOO	28,23 ± 5,04	30,80	39,94
StOL	10,86 ± 1,93	-	-

Naturel Sızma Zeytinyağının LLL (% 0,73), OLL (% 2,28), PLLn (% 0,88), OLL (% 6,02), PLL (% 9,35) OOL (% 26,55), POL+StLL (% 12,20), OOO (% 28,23), StOL (% 10,86), LLL (% 0,73), OLL (% 2,28) trigliseritlerini yüksek oranda içerdiği tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Osmaniye Bölgesi naturel sızma zeytinyağlarının trigliserit kompozisyon değerleri ile Mersin Bölgesi sızma zeytinyağlarının trigliserit kompozisyon değerleri yakınlık gösterirken Gemlik zeytinyağlarının trigliserit değerleri arasındaki fark daha fazladır. Bu sonuç bölgesel ve mevsimsel farklılıklardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.2 Naturel Sızma Zeytinyağı Trigliserit Kromatogramı

4.5. Vaks Kompozisyonu Analizleri

Alkoller ile uzun zincirli yağ asitlerinin esterleşmesi sonucu oluşan vakslar (genellikle C36-C50), bitkisel sıvı yağlarda bulunur. Bu bileşikler yağların donma noktasını düşürdükleri, kristal yapı oluşturdukları, ışık geçirgenliğini ve çözünürlüğünü azalttıkları bilinmektedir (Martini, 2000). Zeytinyağının vaks kompozisyonu analizi, Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'nin (COI) Doc. No. 18 resmi metodu kullanılarak değerlendirilmiştir.

Yapılan analizlerde vakslara ait piklerin tespiti için ayçiçek ve zeytinyağlarının vaks kompozisyonlarından yararlanılmıştır. Naturel Sızma Zeytinyağlarına ait kromatogramlar **Şekil 4. 3** verilmemiştir.

Çalışmalarda lauryl arachidate iç standart olarak kullanılmış ve iç standardın bilinen miktarından faydalanılarak, numunelerdeki vaks miktarları aşağıdaki formül vasıtasıyla hesaplanmıştır. Toplam vaks miktarının toplam 359,05 ppm olduğu tespit edildi

$$\text{Vaks Esteri (ppm)} = \frac{A_x \times m_s \times 1000}{A_s \times m}$$

A_x : Vaks pikinin alanı

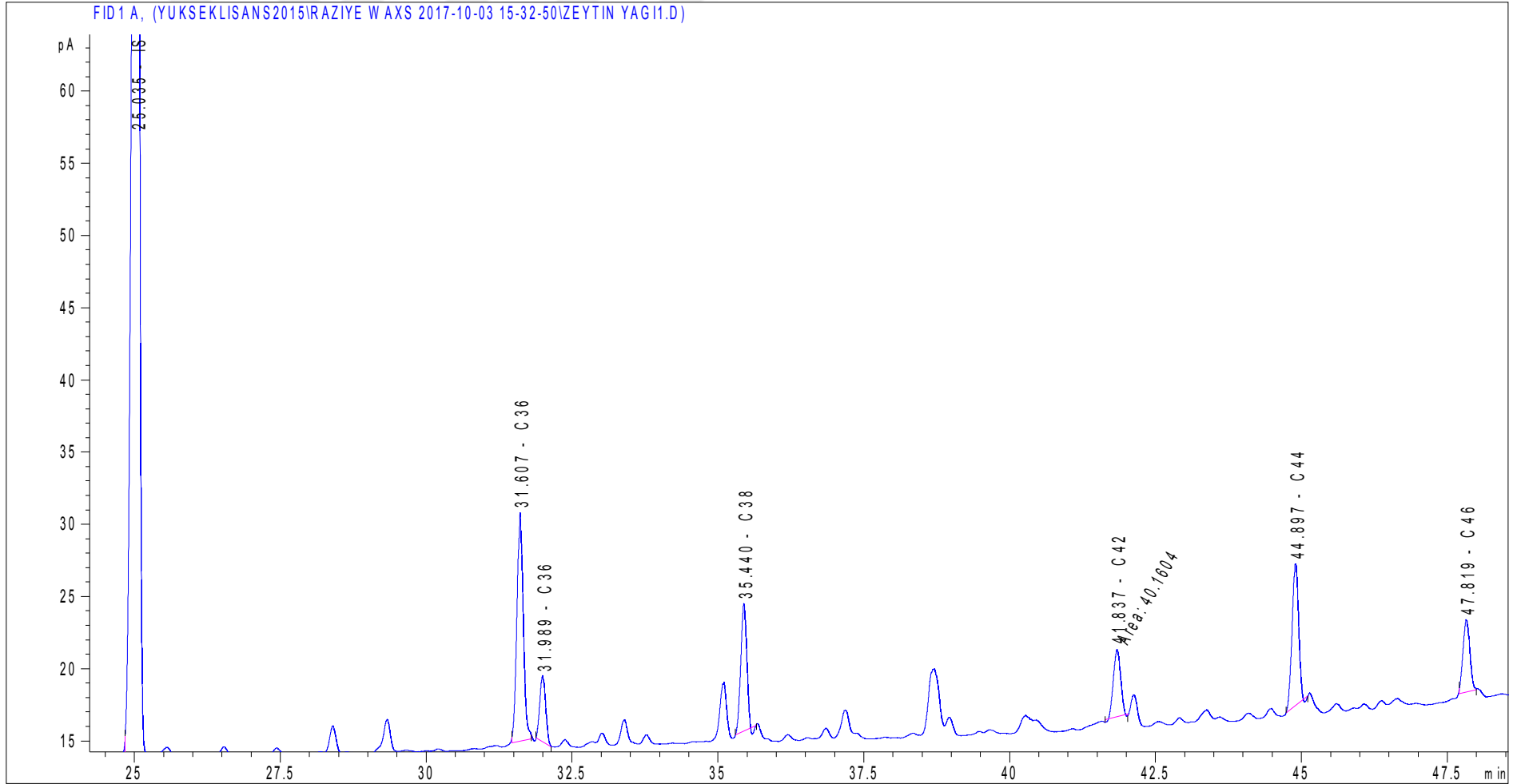
A_s : İç standart pikinin alanı

m_s : Eklenen iç standardın miktarı, miligram

m : Numune miktarı, gram

Çizelge 4.5 Zeytinyağına ait Vaks Kompozisyonu Sonuçları (ppm)

	C36	C38	C42	C44	C46
Zeytinyağı:	146,72±0.65	59,6±0.05	38,72±0.04	73,83±0.06	40,18±0.04



Şekil 4.3 Naturel Sızma Yağı Vaks Kromotogramı

4.6. Polar ve Polimerik Madde Analizleri

Yağların içerisindeki polar maddelerin tayini esasına dayanan polar madde tayini, 2000 IUPAC mini kolon standart metodu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Naturel Sızma Zeytinyağı numunesinin polar, apolar ve toplam polimerik madde içeriğini belirlemek amacıyla mini kolon metodu uygulanarak elde edilen fraksiyonların, HPLC cihazında HPSEC kolonları kullanılarak polar madde analizi gerçekleştirilmiştir. Yağdaki polar ve polimerik maddeler boyut eleme kromatografik şartlara göre kolondan çıkmaları sağlanmıştır. Maddelerin kolondan çıkışı şu şekilde olmuştur. Polimerik trigliseritler, Trigliseritler, .Digliseritler, Monogliseritler ve FFA'lardır. Naturel Sızma Zeytinyağlarının toplam polimerik madde, polar ve apolar madde tayinlerine ait kromatogramlar Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da verilmiştir. Naturel Sızma Zeytinyağı numune içinde hesaplanan toplam polimerik madde miktarları Çizelge 4.6'da, polar madde miktarları Çizelge 4.7'de ve apolar madde miktarları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 Polimerik Madde Miktarı

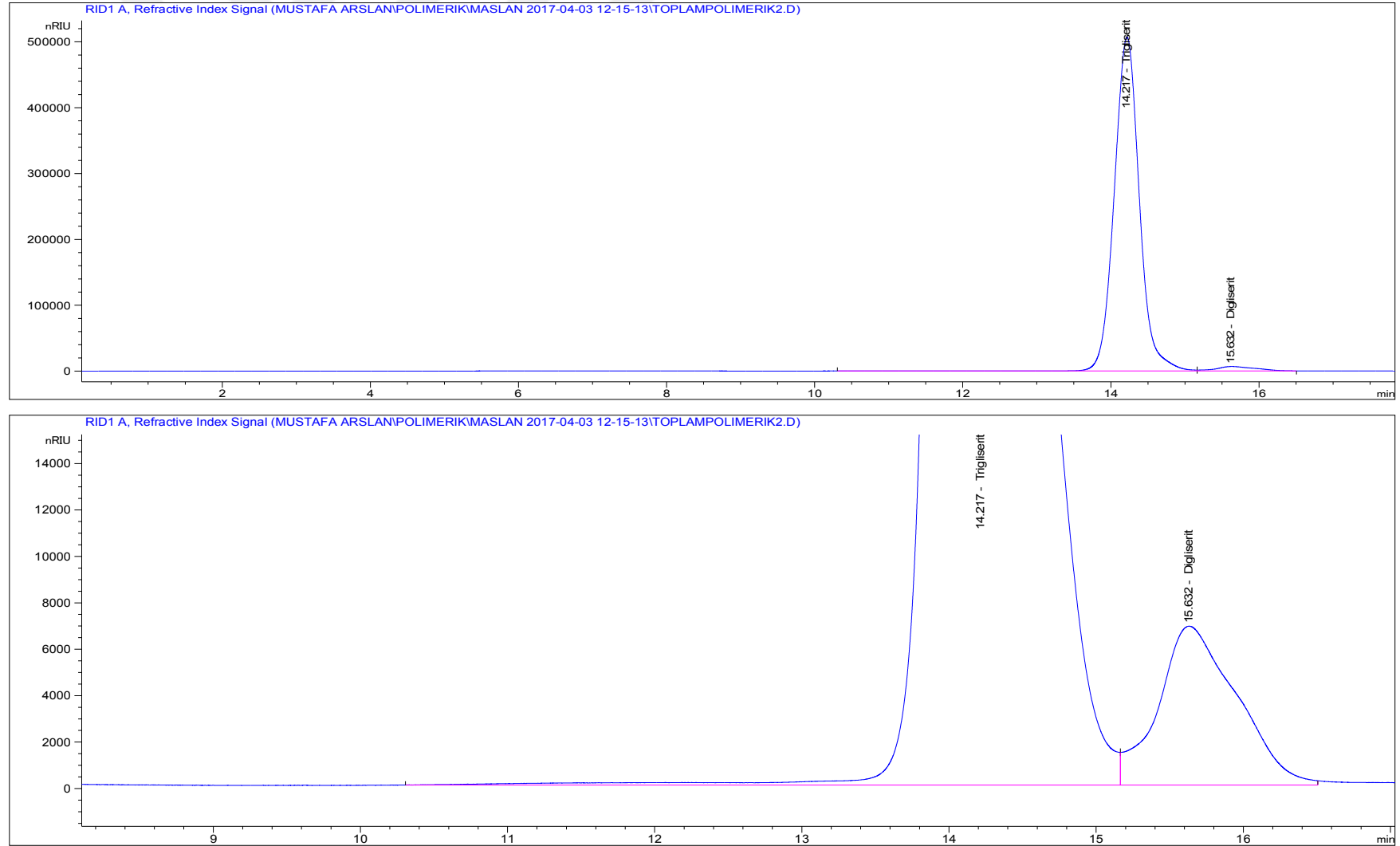
<i>% Polimerik</i>	<i>% Triaçilgliserol</i>	<i>% Di açilgliserol</i>	<i>% Mono açilgliserol</i>	<i>% FFA</i>
0	98,02±1.10	1,98±0.10	0	0

Çizelge 4.7 Polar Fraksiyon

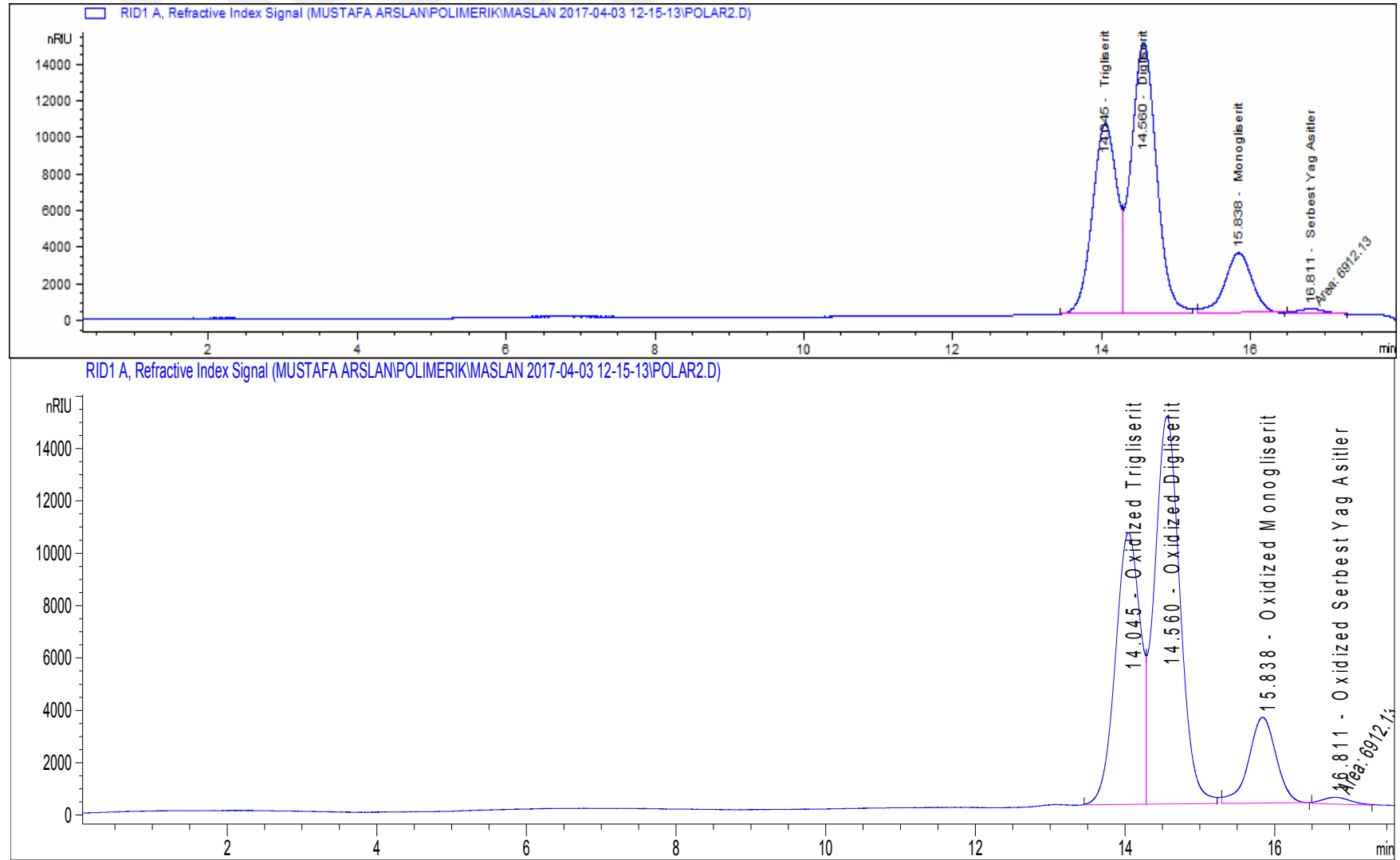
<i>% Oxd. Polimerik</i>	<i>% Oxd. Triaçilgliserol</i>	<i>% Oxd. Diaçilgliserol</i>	<i>% Oxd. Monoaçilgliserol</i>	<i>% Oxd. FFA</i>
0	35,21±0,62	51,47±0,62	12,31±0,51	1,01

Çizelge 4.8 Apolar Fraksiyon

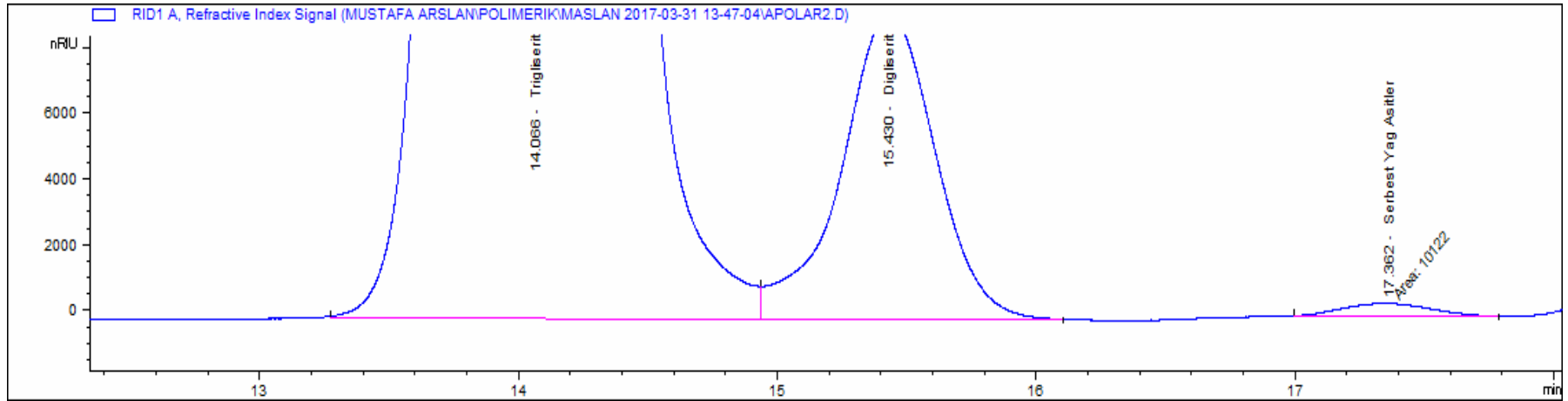
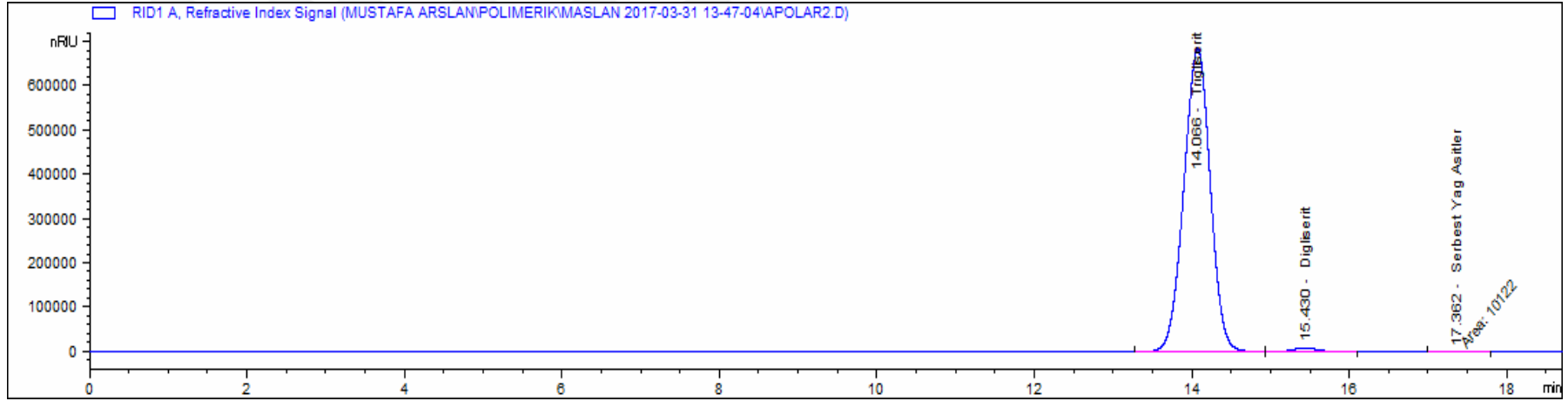
<i>%Polimerik</i>	<i>%Triaçilgliserol</i>	<i>%Diaçilgliserol</i>	<i>%Monoaçilgliserol</i>	<i>%FFA</i>
0	98,49±0,62	1,45±0,06	0	0,06



Şekil 4.4 Polimerik Madde Miktarlarına Ait HPLC Kromatogramı



Şekil 4.5 Polar Fraksiyona Ait HPLC Kromatogramı



Şekil 4.5 Apolar Fraksiyona Ait HPLC Kromatogramı

4.7. Tokoferol ve Tokotrienol Analizleri

E grubu vitaminlerin konfigürasyonu olan Tokoller, bitkilerde sentezlenen antioksidanlardır. Tokoferollerin görevi, lipit peroksidasyonunu inhibe etme ve serbest radikalleri sonlandırır ve yağ oksidasyonunu önler. Yağın kimyasal değerlerini sabitler. Yağların raf ömürlerini arttırlar. E vitamini aktivitesine sahip, doğal olarak bulunan bu bileşikler: α -, β -, γ - ve δ -tokoferoller ve α -, β -, γ - ve δ -tokotrienollerdir.

Naturel Sızma Zeytinyağında bulunan α , β , γ ve δ tokoferol ve tokotrienol (tokol) miktarlarının tespiti amacıyla gerçekleştirilen analizler sıvı kromatografi (LC) tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Naturel Sızma Zeytinyağı numunesi için hesaplanan tokol değerleri **Çizelge 4.9**'de verilmiştir. Analizlerde tokoferol ve tokotrienollere ait piklerin tespiti için palm yağı ve standartlardan yararlanılmıştır. Standarda ait kromatogram **Şekil 4.7**'de ve Naturel Sızma Zeytinyağının tokoferol izomerlerine ait kromatogram (α , β , γ , δ tokoferol) **Şekil 4.8**'de verilmiştir.

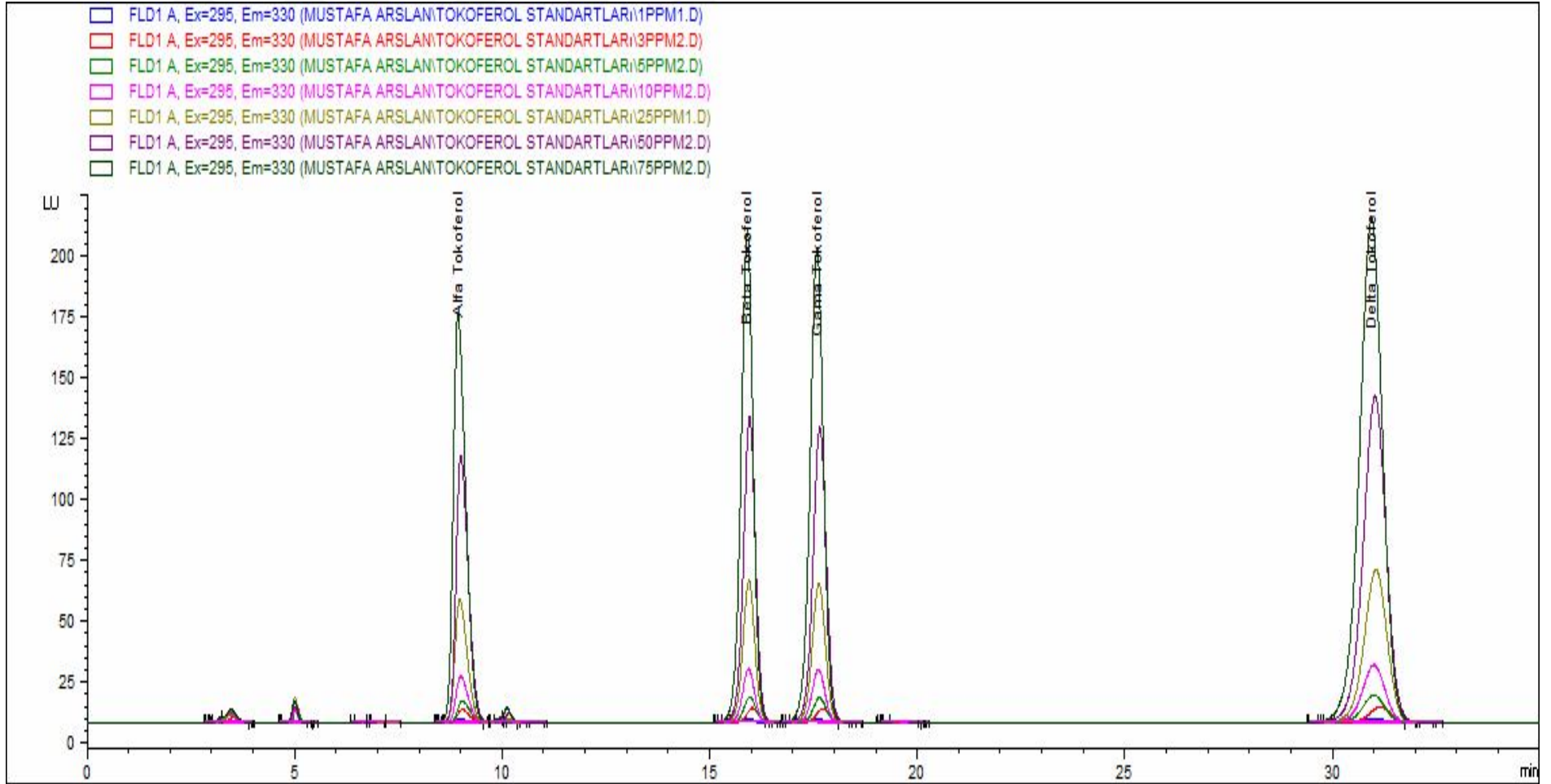
Çizelge 4.9 Tokol içeriği (mg/kg)

	Osmaniye Bölgesi	Gemlik Bölgesi (Bertrand ve Özcan 2011)
α -T	73,49±10,11	20,29
β - T	1,75±0,10	TED
γ - T	TED	TED
δ - T	TED	TED
α -T3	TED	TED
β - T3	TED	TED
γ - T3	TED	TED
δ - T3	TED	TED
Total T	75,24±10,12	20,29
Total T3	TED	TED
Toplam Tokol	75,24±10,12	20,29

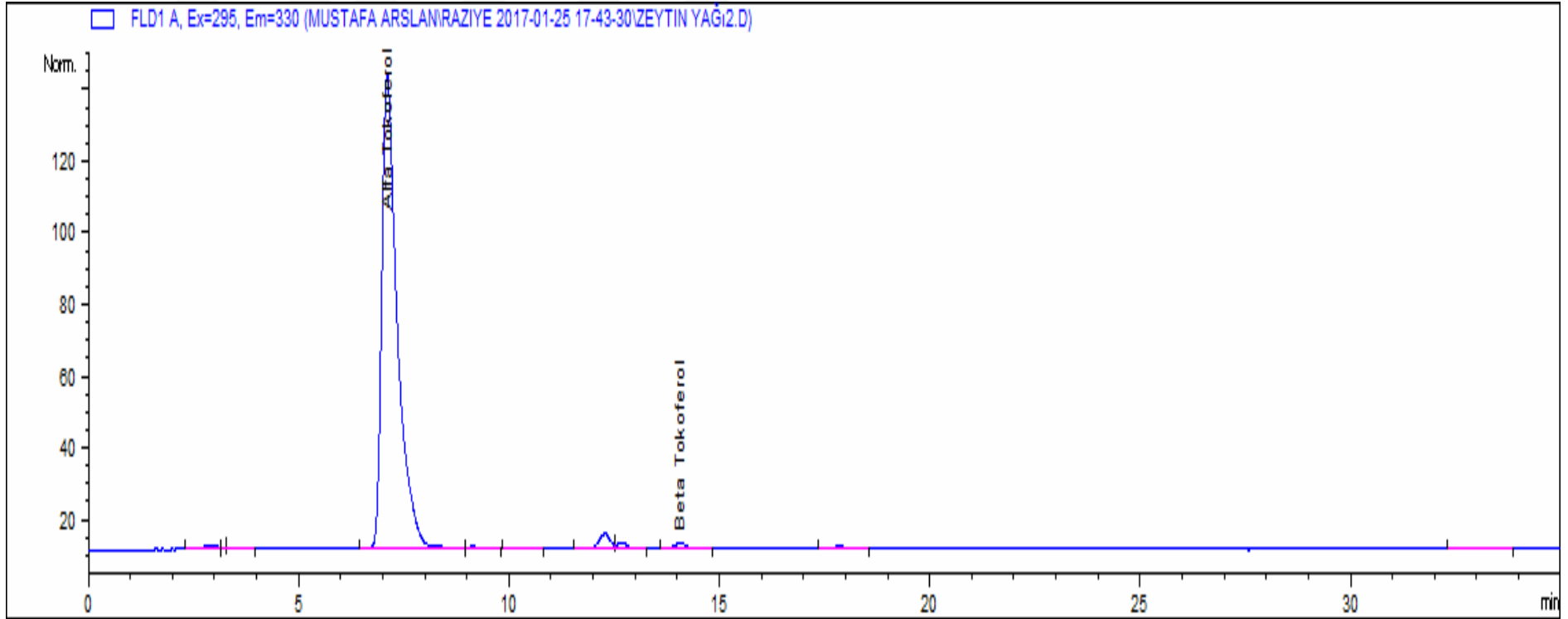
TED: Tespit Edilemeyen Değer

Yapılan analizler sonucunda; natürel zeytinyağında bulunan tokoferollerin 75,23 ppm E vitamini ve antioksidan özellik gösteren α -tokoferol, 73,49 ppm antioksidan özellik gösteren β -tokoferol, 1,75 ppm olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde Osmaniye Bölgesi naturel sızma zeytinyağlarının tokoferol değerleri, Gemlik Bölgesi zeytinyağlarının tokoferol değerlerine göre çok daha iyi olduğu görülmektedir. Bu sonuç bölgesel ve mevsimsel farklılıklardan kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.7 Standart Tokoferol Analizlerine Ait HPLC Kromatogramı



Şekil4.8 Zeytinyağının Tokoferol Analizlerine Ait HPLC Kromatogramı

4.8. Sterol Kompozisyonu Analizleri

Steroller, yağın sabunlaşmayan kısmında yer alan ve bütün bitkisel besinlerde bulunan izo bileşenlerdir. Bitki hücrelerinde hücre zarı geçirgenliği, hücreye sıvı giriş çıkışından sorumludur. Steroller kolon kanseri gelişimini engellediği, kandaki lipid seviyesini düşürdüğü, kızartma yağları için anti-polimerizasyon ajanları olarak kullanıldığı ve kozmetik üreticileri için emülsiyon oluşturucu ve çoğunlukla steroid hormon ilaçlarının üretimi için prokürsör ve ara kaynağı olarak kullanıldığı, yapılan birçok çalışmada bildirilmiştir (Yücel, 2006; Sivrikaya, 2007). Kaba bir genelleme yapılacak olursa tipik bir bitki sterol karışımında β -sitosterol, stigmasterol, avenesterol ve campesterol yer almaktadır (Christie, 2011).

Naturel Sızma Zeytinyağının sterol kompozisyonu analizi için, öncelikle sterol piklerinin yerlerini, cinslerini ve miktarlarını tespit etmek amacıyla analizler GC-MS ve GC-FID'de yürütülmüş. Naturel Sızma Zeytinyağı numunesi sterol kompozisyonu değerleri tespit edilmiş **Çizelge 4.10**'de verilmiştir. Naturel Sızma Zeytinyağının sterol kompozisyonuna ait GC-FID kromatogramları **Şekil 4.9**'da verilmiştir.

Çalışmalarda α -cholestanol iç standart olarak kullanılmış ve iç standardın bilinen miktarından faydalanılarak, natürel sızma zeytinyağı numunesinde sterol miktarı aşağıdaki formül vasıtasıyla hesaplanmıştır.

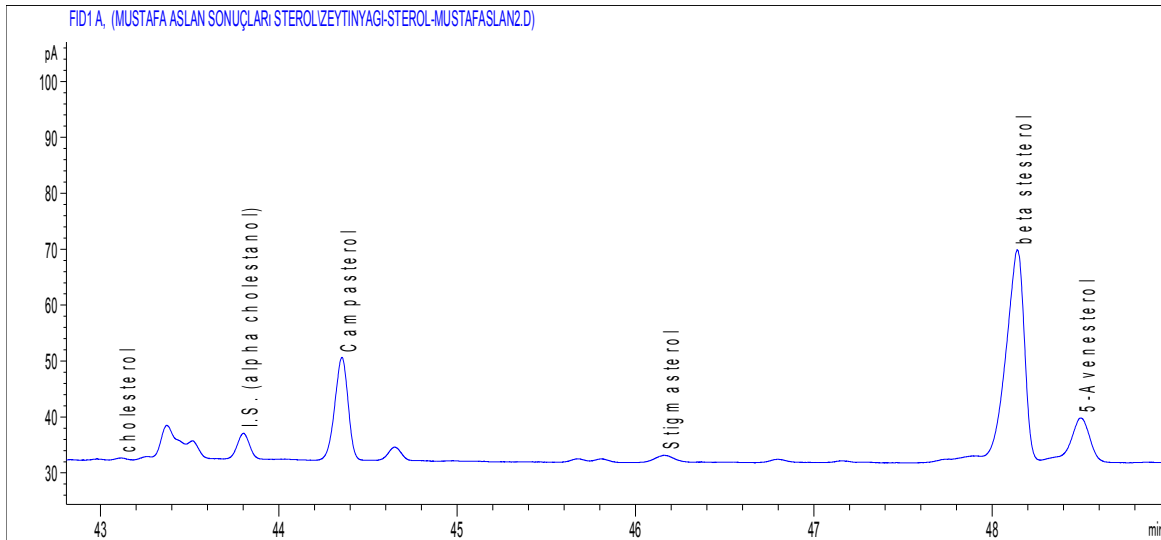
$$\text{Sterol (ppm)} = \frac{A_x \times m_s \times 1000}{A_s \times m}$$

A_x : Sterol pikinin alanı

A_s : İç standart pikinin alanı

m_s : Eklenen iç standardın miktarı, miligram

m : Numune miktarı, gram



Şekil 4.9 Zeytinyağının Sterol Analizlerine Ait GC Kromatogramı (ppm)

Çizelge 4.10 Naturel Sızma Zeytinyağına Ait Sterol Kompozisyonu Sonuçları (ppm)

	Kolesterol	Kampasterol	Stigmasterol	β -Sitosterol	Avenesterol	Toplam
Osmaniye Bölgesi	6,71 \pm 0,5	44,69 \pm 1,4	11,62 \pm 1,6	980,5 \pm 7,5	225,9 \pm 1,5	1269,42 \pm 12,5
Gemlik Bölgesi (Yorulmaz ve ark., 2014)	6,02	42,48	15,71	1406,13	147,00	1683,16

Elde edilen sterol kompozisyonu sonuçları incelendiğinde; Osmaniye Bölgesi natürel sızma zeytinyağında toplam sterol miktarı 1269,42 ppm olarak tespit edilmiştir. Bu değer türk gıda kodeksi zeytinyağı ve pirina yağı tebliğine (TEBLİĞ NO: 2017/26) uygun olduğu görülmüştür.

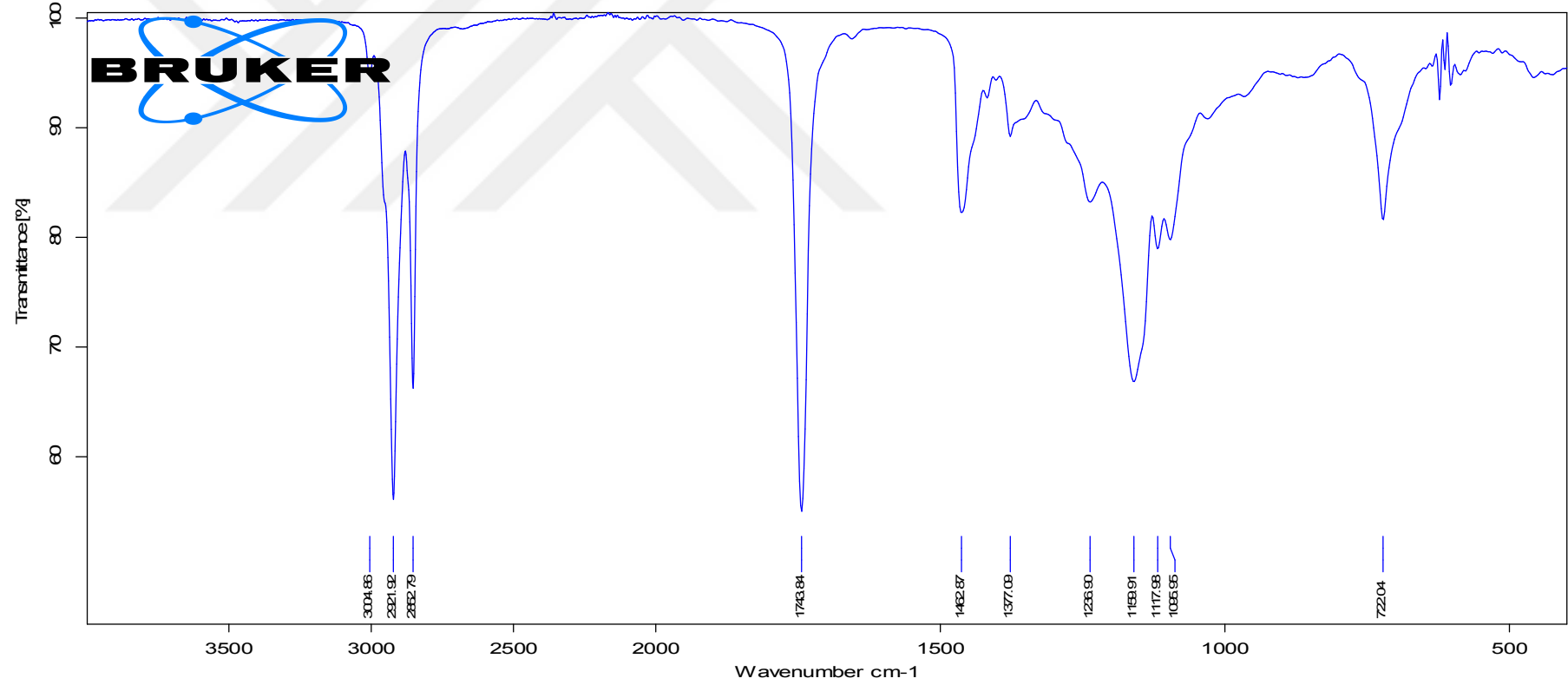
Bu sonuçlar incelendiğinde Osmaniye Bölgesi naturel sızma zeytinyağlarının sterol kompozisyon değerleri ile Gemlik Bölgesi sızma zeytinyağlarının sterol kompozisyon değerleri farklılık göstermektedir. Bu sonuç bölgesel ve mevsimsel farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

4.9. FTIR Analizleri

Naturel sızma zeytinyağlarının soğuk pres yöntemi ile elde edilen kimyasal yapısı, fonksiyonel grupları ve içeriğinde bulunan safsızlıkların nicel tayini için FTIR spektroskopisi yöntemi kullanılmıştır (Shahidi, 2002).

Naturel Sızma Zeytinyağı numunesinin, yapısındaki fonksiyonel grupları belirlemek amacıyla ATR-FTIR spektroskopisi ile incelenmiş natürel sızma zeytinyağı numunesi için elde edilen FTIR spektrumu aşağıda verilmiştir (**Şekil 4.10**).





C:\Users\mehmet_oguz\Downloads\ZEYTYNGI.0

ZEYTYNGI

Instrument type and / or accessory

5.10.2018

Şekil 4.10 Zeytinyağına Ait FTIR Tarama Sonucu

FTIR analizleri sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde; kuşburnu ve incir çekirdeği yağlarının temel bileşenlerinde meydana gelen bazı nicel ve kabaca nitel değişimler elde edilen spektrumlardaki dalga sayıları dikkate alınarak aşağıda sıralanmıştır.

3015 cm-1; bu frekansta genel olarak disüstitüe alkenlerin cis-cis, cis-trans ve trans-trans izomerlerinin yer aldığı bilinmektedir. Genel olarak; cis-cis izomerleri oleik, linoleik ve linolenik yağ asitlerinde görülür. Kuşburnu ve incir çekirdeği yağlarında oleik, linoleik ve linolenik yağ asitleri bu bölgede görülmüştür (Mahesar, 2011).

2924 ve 2854 cm-1; bu frekanslarda genel olarak simetrik ve asimetrik yapıdaki yağların alifatik -CH₂ grupları gözlenmektedir (Mahesar, 2011).

1742 cm-1; bu frekansta genel olarak -C=O ester gruplarının yer aldığı bilinmektedir. Yemeklik yağlar göz önünde bulundurulduğunda ise; bu bölgede serbest ve parçalanmış yağ asitlerinin bulunduğu düşünülmektedir (Mahesar, 2011). Kuşburnu çekirdeği yağının FFA değerinin yüksek olmasından dolayı FTIR spektrumunda bu pikin şiddeti incir çekirdeği yağının şiddetinden daha büyük olduğu gözlenmiştir.

1652 cm-1; bu frekansta genel olarak cis-olefinlerin -C=C gerilme titreşimi görülmektedir. Yemeklik yağlar göz önünde bulundurulduğunda ise; bu bölgede oleik, linoleik ve linolenik yağ asitlerinin bulunduğu düşünülmektedir (Mahesar, 2011)

1561 cm-1; bu frekansta genel olarak -C=O ester gruplarının yer aldığı bilinmektedir. Yemeklik yağlar göz önünde bulundurulduğunda ise; bu bölgede serbest ve parçalanmış yağ asitlerinin bulunduğu düşünülmektedir (Mahesar, 2011)

1420 ve 1115 cm-1; bu frekanslarda genel olarak C-O esterine ait gerilme titreşimleri yer almaktadır. Yemeklik yağlar göz önünde bulundurulduğunda ise bu bölge, yağlardaki cis yapılara karşılık gelmektedir (Mahesar, 2011).

1238 cm-1, 1163 cm-1; bu frekanslarda genel olarak C-O ester grubunun gerilim titreşimleri ile doymuş açıl gruplarından kaynaklanmaktadır. Bu bölgede gözlenen farklılıkları, yağların yapısında farklı oranlarda bulunan yağ asitleri ve triaçilgliseroller'in neden olduğu farklılıklar olarak açıklamak mümkündür.

723 cm-1; bu frekans genel olarak düzlem dışı cis-disubstitüe olefinlerin salınım titreşiminin ve CH₂ bağının salınımlarının üst üste gelmesini temsil eder.

4.10 Yağ Analizi Sonuç

Tez çalışması süresince yapılan analizlere ait sonuçlar ve Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğine göre (TEBLİĞ NO: 2017/26) karşılaştırma **Çizelge 4.11**'te verilmiştir.

Çizelge 4.14 Naturel Sızma Zeytinyağının Toplu Analiz Sonuçları

		Naturel Sızma Zeytinyağı	Gemlik Bölgesi Naturel Sızma Zeytinyağı (Yorulmaz ve ark., 2014)	TEBLİĞ NO: 2017/26
YAĞ ASİT KOMPOZİSYONU (%)	C16:0	13,70±0,1	13,17	7,5-20
	C16:1	1,05±0,02	1,22	0,3-3,5
	C17:0	0,01±0,001	0,12	≤ 0,3
	C18:0	3,24±0,01	2,56	0,5-5,0
	C18:1ω9c	69,01±0,05	72,61	55,0-83,0
	C18:2ω6c	6,06±0,01	8,55	3,5-21,0
	C18:3ω3c	0,42±0,01	0,74	≤ 1,0
	C20:0	0,53±0,01	0,38	≤ 0,6
	C20:1	0,36±0,01	0,24	≤ 0,4
	C20:2	0,01±0,001	-	-
	C22:0	0,02±0,001	0,1	≤ 0,2
STEROL KOMPOZİSYONU (%)	Kolesterol	6,71±0,5	6,02±0,5	≤ 0,5
	Kampasterol	44,69 ± 1.4	42,48± 1.4	≤ 4,0(5)
	Stigmasterol	11,62 ± 1.6	15,71± 1.6	< Kampasterol (Ham zeytinyağı ve ham pirina yağında aranmaz.) (4)
	β- Sitositerol	980.50 ± 7.5	1406,13± 7.5	≥ 93
	Avenesterol	225.90 ± 1.5	147,00± 1.5	≥ 93
	Toplam	1269,42	1683,16	≥ 1000
VAKS KOMPOZİSYONU (ppm)	C36	146,72±0,65	-	-
	C38	59,6±0,05	-	-
	C42	38,72±0,04	-	-
	C44	73,83±0,06	-	-
	C46	40,18±0,04	-	-
TOPLAM POLİMERİK MADDE (%)	%Triaçilgliserol	0	-	-
	%Di açilgliserol	0	-	-
	%Mono açilgliserol	0	-	-
	%FFA	0	-	-
	Toplam Polimerik Madde	98,025±0,62	-	-

		Naturel Sızma Zeytinyağı	TEBLİĞ NO: 2017/26
APOLAR FRAKSİYON (%)	%Triaçilgliserol	98,49±0,62	-
	%Di açilgliserol	1,45±0,04	-
	%Mono açilgliserol	0	-
	%FFA	0,06	-
POLAR FRAKSİYON (%)	%Triaçilgliserol	35,21±0,51	-
	%Diaçilgliserol	51,47±0,62	-
	%Monoaçilgliserol	12,31±0,51	-
	%FFA	1,01±0,06	-
Fiziksel ve Kimyasal Tayinler	% Serbest Yağ Asidi	0,37±0,0150	≤ 0,8
	% Peroksit Sayısı (meg/kg O ₂)	4,80±1,7578	≤ 20

Trigliserit (%)	Osmaniye Bölgesi (Numune)	Mersin Bölgesi (Yorulmaz ve ark., 2014)	Gemlik Bölgesi (Yorulmaz ve ark., 2014)
LLL	0,73 ± 0,10	0,32	0,09
OLL	2,28 ± 0,11	4,28	1,58
PLL _n	0,88± 0,10	0,05	0,03
OLL	6,02± 0,51	4,28	11,58
PLL	9,35 ± 1,11	1,04	0,49
OOL	26,55 ± 3,86	19,30	11,58
POL+StLL	12,20 ± 2,17	10,8	7,26
OOO	28,23 ± 5,04	30,80	39,94
StOL	10,86 ± 1,93	-	-

	Osmaniye Bölgesi	Gemlik Bölgesi (Bertrand ve Özcan 2011)
α -T	73,49±10,11	20,29
β - T	1,75±0,10	TED
γ - T	TED	TED
δ - T	TED	TED
α -T3	TED	TED
β - T3	TED	TED
γ - T3	TED	TED
δ - T3	TED	TED
Total T	75,24±10,12	20,29
Total T3	TED	TED
Toplam Tokol	75,24±10,12	20,29

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Osmaniye Bölgesinden elde edilen naturel sızma zeytinyağlarının Türk Gıda Kodeksinde öngörölmüş olan yağ asidi kompozisyonu özelliklerine tamamen uyduğu serbest yağ asitliği değerinin çok iyi olduğu peroksit sayısının uyumlu olduğu ülkemiz açısından iyi bir zeytinyağı olarak değerlendirme yollarının yapılması gerektiğine karar verilmiştir. Yüksek miktarda tekli doymamış yağ asidi içeriğiyle beslenmenin önemli bir parçası olan ancak şimdiye kadar özellikleri incelenmemiş olan Osmaniye Bölgesinden elde edilen naturel sızma zeytinyağının fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemek ve kapsamlı bir şekilde değerlendirmek amacıyla yürütölen bu çalışmada; serbest yağ asidi (FFA), peroksit sayısı (PV), yağ asit kompozisyonu tayini (FAME), trigliserit, vaks, sterol, polar-polimerik madde ve tokoferol miktar tayini, UV-Vis analizleri yapılmıştır. Çalışmalarda UV-VIS, FTIR, GC-MS, HPLC cihazları kullanılmıştır. Naturel sızma zeytinyağı numunesi üzerinde yürütölen analizlerden elde edilen veriler yardımıyla ulaşılan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Serbest Yağ Asidi ve Peroksit Sayısı Tayini: Serbest yağ asidi % FFA (0,37) ve Peroksit Sayısı (4,80) değeri incelendiğinde sızma zeytinyağının Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliğinde belirtilen natürel sızma zeytinyağı sınıfına girdiği tespit edilmiştir.

Yağ Asidi Kompozisyonu: GC analiz sonuçları değerlendirildiğinde natürel sızma zeytinyağının tekli doymamış yağ asidi olan Oleik Asit (%69,1) bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca zeytinyağının çoklu doymamış yağ asidi olan Linoleik Asit (%6,06) ve Linoleik Asit (%0,42) yağ asitlerini de bulundurduğu tespit edilmiştir.

Trigliserit Analizleri: Yağ asit kompozisyonu ile paralellik gösteren trigliserit analiz sonuçları incelendiğinde zeytinyağının yüksek oranda OOO (%28), OOL (%26) ve POL (%12) trigliseritlerine sahip olduğu görölmüştür.

Vaks Kompozisyonu Analizleri: Uzun zincirli yağ asitleri ile alkollerin esterleşmesi sonucu oluşan vakslar; zeytinyağının üretim bölgesi, zeytin çeşidi ve yağ kalitesi hakkında önemli bilgiler verdiği bilinen kalite parametrelerindedir. Vaks analizi incelendiğinde natürel zeytinyağımızın toplam vaks değerin 359 ppm olduğu tespit edilmiştir.

Polar ve Polimerik Madde Analizleri: Elde edilen analiz verilerine incelendiğinde; apolar fraksiyon ve polar fraksiyon içerisinde polimerik madde tespit edilememiştir.

Tokoferol Analizi: Tokoferol analizlerinde elde edilen sonuçlar incelendiğinde zeytinyağının diğer yemeklik yağlara kıyasla düşük miktarlarda tokoferol tokotrienoller içerdiği (75 ppm) gözlenmiştir. Bu değer Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği ile de uyum içerisindedir.

Sterol Analizi: Yağların sabunlaşmayan kısmında yer alan ve zeytinyağı analizlerinde önemli bir yere sahip olan sterol analizi sonucunda natürel sızma zeytinyağının toplam olarak 1269,42 ppm sterol içerdiği tespit edilmiştir. Bu değer Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği ile de uyum içerisindedir

Spektrofotometrik FTIR Analizleri: 650-4000 cm⁻¹ arasında gerçekleştirilen spektrum tarama sonuçları, Naturel Sızma Zeytinyağlarında bulunan birçok major ve minör bileşiğin tespiti için etkin bir biçimde kullanılmıştır.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında Osmaniye bölgesinden elde edilen naturel sızma zeytinyağlarının özelliklerinin incelenmesi ve değerlendirme yollarının araştırılması tamamlanmış olup, böyle bir çalışmanın Osmaniye bölgesi için ilk defa olması ayrıca önem arz etmektedir.

Kullanımı, kokusu, tadı, kimyasal ve fiziksel özellikleri ile tebliğde yayınlanmış naturel sızma zeytinyağı özelliklerini gösteren Osmaniye Bölgesi zeytinlerinin uygun koşullar altında değerlendirilmesi ülkemiz açısından çok önemli bir kaynak oluşturmuş olacaktır.

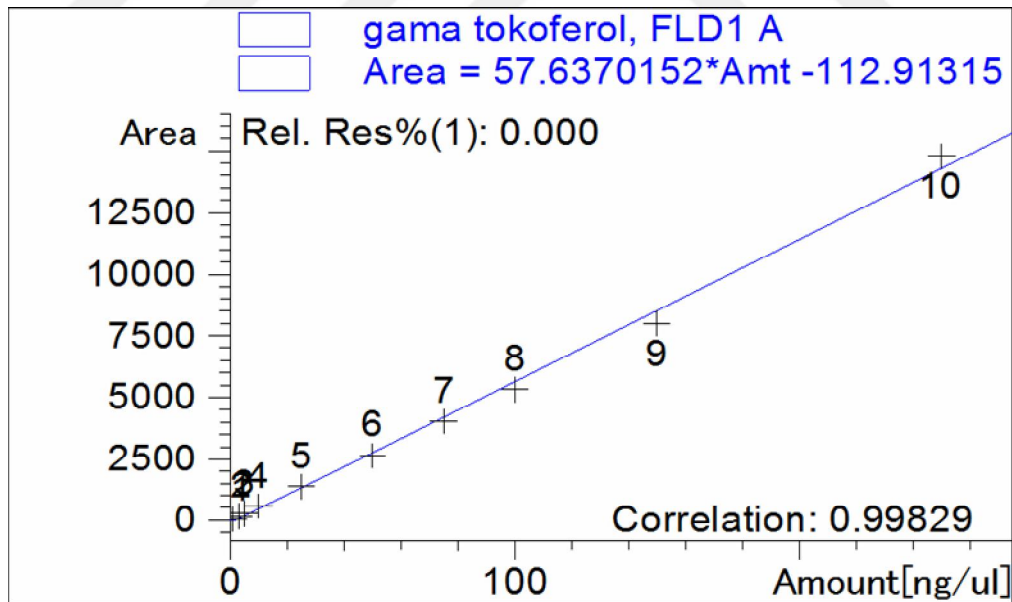
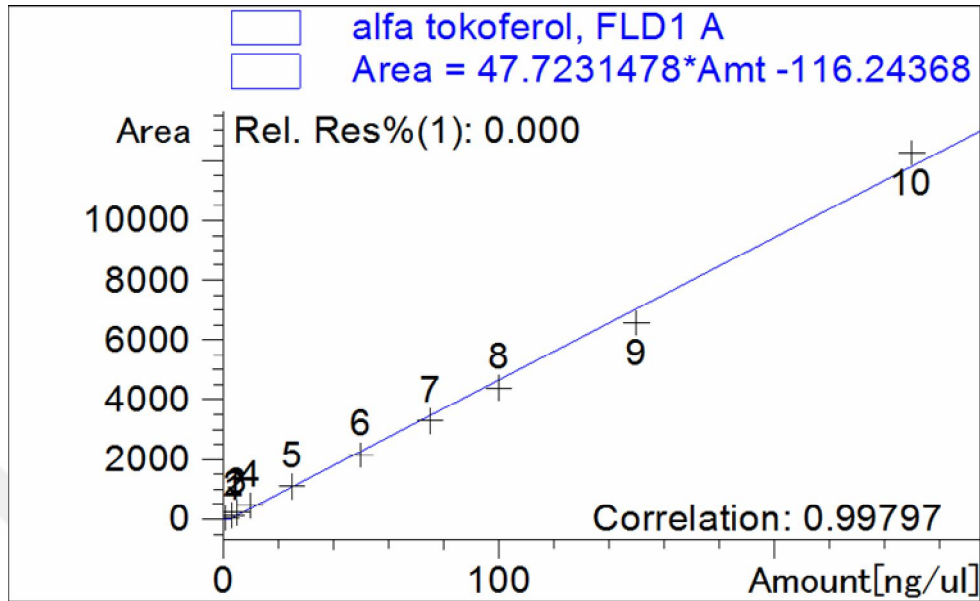
KAYNAKLAR

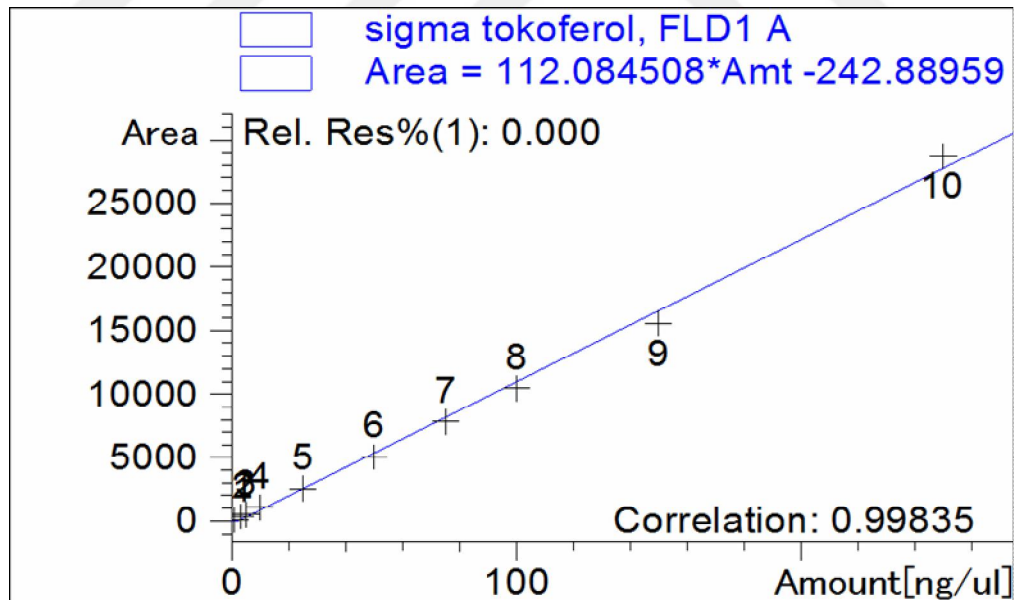
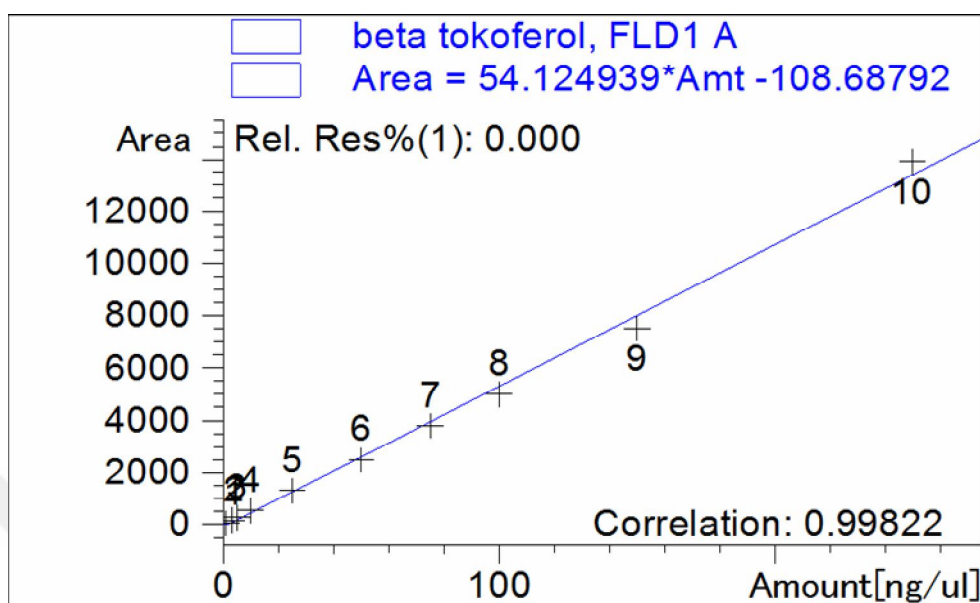
- ARSLAN. F.N. 2009. Ülkemizde üretilen pamuk yağlarının rafinasyonunun iyileştirilmesiyle kullanım verimliliklerinin artırılması. Yüksek Lisans Tezi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.1-1
- AYYILDIZ. H.F.. 2010. Otomatikleştirilmiş akış enjeksiyon sistemleriyle yağ analiz metotlarının geliştirilmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.1-1
- BESLER, H.T., 2007. Yağların beslenmedeki rolü ve trans yağ asitleri. s. 27-46
- BIYIKLI K. ,(2009) Türk Zeytinyağlarının Saflık Derecelerinin Belirlenmesi, (2009)Ankara Üniversitesi Fen Bilimler i Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Ankara 2009
- D. J. M. Gomez-Coronado, E. Ibanez, F. J. Ruperez, C. Barbás, Tocopherol measurement in edible products of vegetable origin, Journal of Chromatography A,1054 (2004) 227-233.
- DOBARGANES. M. C.. VELASCO. J.. AND DIEFFENBACHER. A.. 2000. Determination of polar compounds, polymerized and oxidized triacylglycerols, and diacylglycerols in oils and fats: results of collaborative studies and the standardized method (Technical report), Pure Appl. Chem., 72, No. 8,1563-1575 (IUPAC standart metodu).
- DOBARGANES. M.C.. Velasco. J.. Dieffenbacher. A.. 2000. Determination of polar compounds, polymerized and oxidized triacylglycerols, and diacylglycerols in oils and fats. Pure Appl Chem. 72.1563–1575
- F. J. RUPEREZ, D. MARTÍN, E. HERRERA, C. BARBAS, Chromatographic analysis of α -tocopherol and related compounds in various matrices, Review, Journal of Chromatography A, 935 (2001) 45-69.
- GOGUS, U. VE SMİTH, C., 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. Int. J. Food Sci. Technol., 45: 417–436. acid: A review. Altern. Med. Rev. 6(4): 367-382Holub B.J., 2002. Clinical nutrition: 4. Omega- 3 fatty acids in cardiovascular care. Can Med. Assoc. J. (JMAC) 166 (5): 608 - 615.
- KARAYİYEN A,(2011) Hatay ilinde üretilen natürel zeytinyağlarının bazı kalite özelliklerinin ve katı faz mikro ekstraksiyon tekniği kullanılarak uçucu bileşenlerinin belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Antakya/HATAY ARALIK-2011
- KAYA S. (2008)Fındık ve Zeytinyağlarının oksidatif stabilitelerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Van-2008
- KAYA, Y., DUYAR, H.A. VE ERDEM, M.E., 2004. Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi. Ege Üniv. Su Ürünleri Derg., 21(3/4): 365-370

- KAYAHAN, M., 2009. Sağlıklı beslenme açısından trans yağ asitleri. s. 7-11. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. 27-29 Mayıs 2009, Van.
- KESEN. S. 2014 Nizip yağlık ve Kilis yağlık çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının aroma-aktif maddeleri ve fenol bileşikleri profillerinin belirlenmesi. Doktora tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. ADANA.2014
- LOSSOJN, SHAHİDİ F, BAGCHİ D(2007) Antiangiogenic functional and medicinal foods. CRC Press Boca Raton, London, NewYork, 736.
- MATTHAUS, B. ÖZCAN, M. (2011) Determination of Fatty Acid, Tocopherol, Sterol Contents and 1,2-and 1,3-Diacylglycerols in Four Different Virgin .olive Oil, Food Processin & Technology, 2(4):1-4
- OKAY N.(2004)Hatay'da üretilen zeytinyağlarında UV'de özgül absorbans ve Trilinolein (Trigliserit) değerlerinin belirlenmesi ve bu değerlerin zeytin yağı taşıdığındeki önemi. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Hatay.2004
- SHAHİDİ. F.. WANASUNDARA P. K. J. P. D.. 2002. Food Lipids. Part I. 5. Extraction and Analysis of Lipids. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel.
- SİVRİKAYA A. 2007. Sağlıklı kişilerde ve koroner kalp hastalarında bitki sterolleri, total antioksidan kapasite (TAS), okside LDL (OX-LDL) ve homosistein düzeylerinin araştırılması. Doktora Tezi Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Konya.1-42
- TAŞ T. (2008)Katışıklı zeytinyağların da katıştırılan yağın cinsi ve oranının FTIR spektroskopisi ve Kemometrik yöntemlerle belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Bölümü. Aydın. 2008
- TÜRK GIDA KODEKSİ,(2010/36),Zeytinyağı ve pirina yağı numune alma ve analiz metodları tebliği, R.Gazete: 07.08.2010-27665
- UNCU. E.B.. 2008. Farklı lamine ambalajların öğütülmüş fındıklarda oksidasyon ve toplam tokoferol düzeyi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.1-17
- YILDIRIM N.(2009)Yüksek Kaliteli Zeytinyağı Üretimi İçin Değişik İşlem Tekniklerinin Araştırılması/Geliştirilmesi. Gaziantep 2009 Proje No: 105 O 461
- YORULMAZ A. YAVUZ H. TEKİN A. (2014) Characterization of Turkish Olive Oils by Triacylglycerol Structures and Sterol Profiles. J Am Oil Chem Soc 91:2077–2090
- TOPKAFA M.(2013)Yenilebilir Nar Çekirdeği Yağının Rafinasyon Özelliklerinin incelenmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Eylül-2013 KONYA.
- ZLATANOV MD. Lipid composition of Bulgarian Chokeberry, Black Currant and Rose Hip seed oils. J Sci Agric Food. 1999; 79: 1620-4.

EKLER

EK-1 Tokoferol Analizi için Kalibrasyon Eğrileri





ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mustafa ASLAN
Uyruğu : TC
Doğum Yeri ve Tarihi : BAHÇE / OSMANİYE 01.05.1979
Telefon : 0506 7287188
Faks :
e-mail : mustafaaslan80@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Osmaniye Osmaniye	1996
Üniversite	: Selçuk KONYA	2000
Yüksek Lisans	: Necmettin Erbakan KONYA	2018
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2001	Politeks Tekstil	Sorumlu Müdür
2002	Yurdakul Gıda	Sorumlu Müdür
2002-2018	Milli Eğitim	Öğretmen

UZMANLIK ALANI

İlkokul eğitimi, Kimya eğitimi, satranç, izcilik, yaygın eğitim, suni deri imalatı, biyodizel

YABANCI DİLLER

İngilizce