



**MİLAS VE BODRUM (MUĞLA) YÖRELERİNDE ÜRETİLEN NATÜREL
ZEYTİNYAĞLARININ KEMOMETRİK KARAKTERİZASYONU VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Tuğçe YALÇINKAYA

Danışman
Prof. Dr. Harun DIRAMAN

İkinci Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2022

Bu tez 20. FEN.BİL. 38 numaralı proje ile BAPK tarafından desteklenmiştir.

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MİLAS VE BODRUM (MUĞLA) YÖRELERİNDE ÜRETİLEN
NATÜREL ZEYTİNYAĞLARININ KEMOMETRİK
KARAKTERİZASYONU VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ**

Tuğçe YALÇINKAYA

Danışman

Prof. Dr. Harun DIRAMAN

İkinci Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2022

TEZ ONAY SAYFASI

Tuğçe YALÇINKAYA tarafından hazırlanan ‘ ‘ Milas ve Bodrum Yörelerinde Üretilen Natürel Zeytinyağlarının Kemometrik Karakterizasyonu ve Duyusal Özellikleri ‘ ‘ adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 01/07/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Harun DIRAMAN
İkinci Danışman : Dr. Öğr. Üyesi. Senem GÜNER

Başkan : Prof. Dr. Harun DIRAMAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Murat TAŞAN
Namık Kemal Üniversitesi
Ziraat Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KILINÇ
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Azize ATİK
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../.....tarih ve
.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.
.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

01 / 07 / 2022

Tuğçe YALÇINKAYA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MİLAS VE BODRUM (MUĞLA) YÖRELERİNDE ÜRETİLEN NATÜREL ZEYTİNYAĞLARININ KEMOMETRİK KARAKTERİZASYONU VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİ

Tuğçe YALÇINKAYA

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Harun DIRAMAN

İkinci Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Senem GÜNER

Zeytinyağı, UNESCO tarafından Dünyanın Kültür Mirasından biri olarak ilan edilen Akdeniz diyetinde günlük tüketimde yer alan, en önemli bitkisel yağ kaynaklarından biridir. Antik Karya Uygarlığının önemli tarihi yerleşim yerleri olan Milas ve Bodrum (Muğla) ilçelerinde, antik dönemden beri zeytincilik ve zeytinyağı üretimi yapılmaktadır. Milas zeytinyağı kendi adıyla, ulusal (TPE Coğrafi İşaret) ve uluslararası (AB Coğrafi İşaret – şimdilik AB nezdinde tanınan ilk ve tek Türk zeytinyağı) tanınırlığına sahip olan tarımsal bir sanayi ürünüdür. Milas ve Bodrum natürel zeytinyağları tarih, kültür, turizm ve gastronomi yönlerinden de önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Milas ve Bodrum ilçelerinde (Muğla) bulunan 12 farklı lokasyonda (n = 12) yetiştirilen Memecik çeşidi (tek çeşit) zeytinlerden üç fazlı kontinü sistem ile 2020-21 hasat yılında (Ekim –Kasım) üretilmiş ticari niteliğe sahip natürel zeytinyağı örnekleri analiz edilmiştir. Milas ve Bodrum lokasyonlarına göre yağ gruplarının seçilen kalite parametreleri: FFA (%0,5 – 4,22 oleik asit); PS (0,8 – 2,7 meq O₂/kg yağ); K232 (0,85 – 2,31) ve K270 (0,08 – 0,42) parametreleri arasında geniş varyasyon ve önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Ulusal ve uluslararası normlar temelinde, Milas ve Bodrum yağ örnekleri SYA miktarına göre farklı kategorilerde sınıflandırılmıştır. Milas lokasyonlarına ait Memecik çeşidi yağ örneklerinin SYA miktarı (2/6 natürel sızma ve 4/6 natürel birinci) değişimi Bodrum lokasyonlarındaki örneklere göre (1/6 natürel birinci ve 5/6 ham/rafinajlık zeytinyağı) daha düşük bulunmuştur. Yağ örneklerindeki

pigmentler (klorofil ve karotenoid sırasıyla) 1,70 – 5,75 mg/kg ve 1,13 – 3,80 mg/kg arasında değişmiştir. Diğer kimyasal parametreler olarak, toplam fenolik içerik (79,04 – 494,10 CAE mg/kg), DPPH (Antioksidan Aktivite %7,97 –41,72), alfa-tokoferol içeriği (92,54 – 224,82 mg/kg) ve oksidatif stabilite [rancimat method – 110 °C, 20 lt/h hava] (1,50 – 7,59 saat) arasında; Memecik yağ örneklerinin Milas ve Bodrum lokasyonlarına göre geniş bir varyasyon ve önemli farklılığın var olduğu belirlenmiştir. Tüm yağ örneklerinin saflık özellikleri (yağ asitleri [FA] profili, triaçilgliserol dağılımları ve sterol bileşimleri ve ayrıca natürel zeytinyağının orijinallik göstergesi)) genel olarak ulusal ve uluslararası resmi yönetmeliklere uygundur. İstatistiksel testlerin sonuçlarına göre, major FA'lar ve TAGs profilleri ve onların hesaplanan bazı parametreleri arasında büyük bir varyasyon ve önemli farklılıkların var olduğu tespit edilmiştir. Major FA 'nin değişimleri oleik (%61,61 – 72,17); Linoleik (%10,10 – 19,73); linolenik (%0,70 – 1,05), palmitik (%12,45 – 14,32); Oleik / Linoleik (3,16 –7,15); Linoleik / Linolenik (13,42 – 19,27); IV [iyod sayısı] (86,04 – 95,58); Oksidatif duyarlılık (597,88 – 1037,07) ve TOSI [Teorik Oksidatif Stabilite] (9,46 – 10,92 saat) olmuştur. Majör TAG'lerin ve bazı parametrelerindeki değişimler OOO (%24,15 – 36,81); POO (%17,99 – 23,36); LOO (%14,33 – 19,43); OLL (2,39 – %7,52) SOO (%3,57 – 5,19) ve LLL (%0,10 – 1,09) ayrıca, LLL/ECN42 (0,23 – 0,56); ECN48/ECN46 (1,39 – 2,72); LOO/PLO (6,24 – 20,30) olarak belirlenmiştir. Milas ve Bodrum lokasyonlarındaki natürel zeytinyağı örnekleri, çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden kemometrik olarak temel bileşen analizi (PCA) kullanılarak bazı biyokimyasal profillere (yağ asitleri, TAG'ler ve steroller) göre sınıflandırılmıştır. Gliserdik yapılar (TAG'ler ve yağ asidi profilleri) ve sterol bileşimleri, tek çeşitten üretilen (monokültivar) zeytinyağlarının (Memecik çeşidi Milas ve Bodrum lokasyonlarında yetiştirilen) özgünlük (otantisite) ve coğrafi sınıflandırma açısından tanımlanması için kullanılabilir.

2022, xii + 121 sayfa

Anahtar kelimeler: Natürel zeytinyağı, Milas, Fizikokimyasal özellikler, Duyusal analizler, Kemometri.

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

CHEMOMETRIC CHARACTERIZATION AND SENSORY PROPERTIES OF VIRGIN OLIVE OILS PRODUCED IN MİLAS AND BODRUM (MUĞLA) DISTRICTS

Tuğçe YALÇINKAYA

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Harun DIRAMAN

Co-Supervisor: Asst. Prof. Senem GÜNER

Virgin olive oil is one of the most important sources of vegetable oil in daily consumption. in daily consumption in the Mediterranean diet, declaring as the one of cultural heritage of the world by UNESCO. Olive cultivation and olive oil production has been carried out since ancient times in Milas and Bodrum (Muğla) districts, which are important historical settlements of the Ancient Carian Civilization. Milas olive oil, under its own name, is an agro-industrial product having national (TPI Geographical Indication) and international (EU Geographical Indication – the first and only Turkish olive oil recognized by the EU for now) recognition product. Milas and Bodrum natural olive oils are also important in terms of history, culture, tourism and gastronomy. In this study, commercial and domestic virgin olive oil samples produced by the three-phase continuous system from Memecik variety olives, a single variety (monocultivar), grown in 12 different locations ($n = 12$) in Milas and Bodrum districts (Muğla) at the 2020-21 harvest year (during October-November) were analyzed. The large variation and significance differences were determined among chosen quality parameters FFA (0.5 – 4,22 oleic asit%); PV0,8 – 2,7 meq O₂/kg yağ; K232 (0.85 – 2,31) and K270 (0,08 – 0,42) of the oil groups, according to the Milas and Bodrum locations. On the basis of national and international norms, the virgin oil samples of Milas and Bodrum locations are classified in different categories according to their FFA. Contents. FFA content of Memecik oil samples from Milas locations (2/6 extra virgin and 4/6 virgin olive oil)

were found to be lower than those in Bodrum locations (1/6 virgin olive oil and 5/6 ordinary/lampante olive oil). The pigments of the oil samples (chlorophyll and carotenoid, respectively) ranged from 1.70 – 5.75 mg/kg and 1.13 – 3.80 mg/kg. Other chemical parameters, there was a wide variation and significant difference among the total phenolic contents (79,04 – 494,10 CAE mg/kg), DPPH (Antioxidant Activity 7,97 – 41,72 %), alpha- tocopherol content (92,54 - 224,82 mg/kg) and oxidative stability [rancimat method – 110 °C, 20 lt/h air] (1,50 – 7,59 hours) according to Milas and Bodrum locations of the Memecik oil samples. The purity properties (fatty acids [FAs] profile, triacylglycerols [TAGs] distributions, and the sterol compositions and also an authenticity indicator of virgin olive oils) of all oil samples are generally in accordance with national and international official regulations. According to the results of the statistical tests, there were wide variations and significant differences among the major FAs and TAGs profiles and calculated their parameters of the oil samples based on Milas and Bodrum locations. The alterations of major FAs and their parameters were oleic (61,61 – 72,17%); Linoleic (10,10 – 19,73 %); linolenic (0,70 – 1,05%), palmitic (12,45 – 14,32%); Oleic / Linoleic (3,16 – 7,15); Linoleic / Linolenic (13,42 – 19,27); IV (86,04 – 95,58); Oxidative Succ (597 ,88 – 1037,07) and TOSI (9,46 – 10,92 hours). The changes of major TAGs and some of their parameters were determined as OOO (24,15 – 36,81%); POO (17,99 – 23,36%); LOO (14,33 – 19,43%); OLL (2,39 – 7,52%) SOO (3,57 – 5,19%) and LLL (0,10 – 1,09%) also, LLL/ECN42 (0,23 – 0,56); ECN48/ECN46 (1,39 – 2,72); LOO/PLO (6,24 – 20,30). Virgin olive oil samples of Milas and Bodrum locations were classified by some biochemical profiles (fatty acids, TAGs and sterols) using the principal component analysis (PCA) by chemometrics from multivariate statistical methods. The glycerdic structures (TAGs and fatty acid profiles) and sterol compositions can be used for identification of monocultivar olive oils (Memecik cv growing Milas and Bodrum locations) with regard to authenticity and geographical classification.

2022, xii + 121 pages

Keywords: Virgin olive oil, Milas, Physicochemical properties, Sensory analysis, Chemometrics.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi, tez düzenleme aşamasında yönlendirmeler yapan ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Harun DIRAMAN' a ve tez düzenleme aşamasında yönlendirmeler yapan ve analizlerin gerçekleştirilmesinde katkılarını esirgemeyen ikinci danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Senem GÜNER'e ve Sayın Teslime EKİZ ÜNSAL' a, numune toplama aşamasında yardımlarını esirgemeyen Ziraat Mühendisi Sayın Muammer BEKTAŞ (Bodrum İlçe Tarım Müdürlüğü- Muğla), Tuğba YALÇINKAYA ve Arda YALÇINKAYA' ya, natürel zeytinyağı örneklerinin toplandığı köylerin ve coğrafi koordinatların haritalandırılması işleminde yardımcı olan Ziraat Yüksek Mühendisi Metin AYDOĞDU (Toprak ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bölümü-Ankara), çalışma sürecinde bazı analizlerin ve duyuşal testlerin gerçekleştirilmesinde yardımını esirgemeyen Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü çalışanları Sayın Dr. Gıda Yük. Müh.Oya KÖSEOĞLU'na, Dr. Gıda Yük. Müh. Didar SEVİM'e, Ziraat Yük. Müh. Şenay YAMAN'a, Ziraat Yük. Müh. Hanife TELLİ KARAMAN'a analizlerdeki desteklerinden dolayı, ayrıca Tadım Panel lideri Gıda Yük. Müh. Elif BÜYÜKGÖK'e ve duyuşal analizlerde görev alan tadım panelistlere de yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Bugüne kadar bana inanan, güvenen, hayatımın her evresinde yalnız olmadığımı hissettiren, sağlamış oldukları maddi ve manevi destekleri ile bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan annem Derya YALÇINKAYA'ya, babam Erkan YALÇINKAYA'ya, ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma (AKÜ BAP-K, No:20.FEN.BİL.38) Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (AKÜ-BAPK) tarafından desteklenmiş olup sağlamış oldukları maddi destekleri için AKÜ-BAPK'ye teşekkürü borç bilirim.

Tuğçe YALÇINKAYA

Afyonkarahisar 2022

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xii
RESİMLER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİSİ.....	8
2.1 Zeytinyağı Kimyasına Kısa Bir Giriş	8
2.2 Zeytinyağı Kimyasal Bileşenlerinin Kalite Nitelikleri Üzerine Etkileri	10
2.3 Zeytinyağında Resmi Kalite Kriterleri ve Zeytinyağlarında Kalite Kriterleri Konusunda Yapılan Bazı Çalışmalar	12
2.4 Memecik Zeytin Çeşidi Hakkında Bilgiler	14
2.5 Milas'ta Zeytincilik ve Zeytinyağı Üretimi Hakkında Genel Bilgiler.....	15
2.6 Memecik Zeytin Çeşidinden Üretilmiş Yağlara Ait Coğrafi İşaretler Hakkında Bilgiler	16
2.7 Memecik Çeşidinden Üretilmiş Zeytinyağları Üzerine Yapılmış Çalışmalar	20
2.8 Memecik Çeşidi Zeytinyağlarında Yapılan Kemometrik Çalışmalar.....	29
3. MATERYAL ve METOT	36
3.1 Materyal	36
3.2 Metot.....	39
3.2.1 Natürel Zeytinyağı Örneklerinde Yapılan Kalite Analizleri.....	39
3.2.1.1 Serbest Yağ Asitliği Miktarı Tayini	39
3.2.1.2 Peroksit Sayısı Tayini	40
3.2.1.3 UV'de Özgül Absorbans Değerleri Tayini	41
3.2.1.4 Natürel Zeytinyağlarında Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM) 'nın Tespit Edilmesi	41

3.2.1.5 Natürel Zeytinyağlarında Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH Yöntemi)	42
3.2.1.6 Natürel Zeytinyağlarında Toplam Klorofil ve Karotenoid Miktarının Belirlenmesi	43
3.2.1.7 Natürel Zeytinyağlarında Oksidatif Stabilite (Ransimat Yöntemi)	44
3.2.1.8 Natürel Zeytinyağlarında Yağ Asidi Profilinin Belirlenmesi	44
3.2.1.9 Trigliserit (Triaçilgliserol) Profili Analizi	46
3.2.1.10 Sterol Analizi	47
3.2.1.11 Alfa Tokoferol Analizi	49
3.2.1.12 Duyusal Analiz	49
3.2.1.13 İstatiksel ve Kemometrik Analizler	53
4. BULGULAR	54
4.1 Natürel Zeytinyağı Örneklerinde Serbest Yağ Asidi Miktarı (SYA), Peroksit Sayısı (PS), UV'de Özgül Absorbans Tayini ve ΔE Değeri Bulguları	54
4.2 Natürel Zeytinyağlarında Yapılan Toplam Fenolik Madde, DPPH, Toplam Klorofil, Toplam Karotenoid, Tokoferol ve Ransimat Analizlerine İlişkin Sonuçlar	55
4.3 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Yağ Asidi Profili Bulguları	56
4.4 Natürel Zeytinyağlarına Ait Yağ Asidi Profiline Göre Hesaplanan Değerler	59
4.5 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Triaçilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Bulgular	62
4.6 Natürel Zeytinyağlarında Triaçilgliserol Profiline Göre Hesaplanan Parametreler	65
4.7 Natürel Zeytinyağlarında Sterol Analizine Ait Sonuçlar	66
4.8 Natürel Zeytinyağlarında Duyusal Analize İlişkin Sonuçlar	69
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	72
5.1 Natürel Zeytinyağı Örneklerinde Serbest Yağ Asidi Miktarı (SYA), Peroksit Sayısı (PS), UV'de Özgül Absorbans Tayini ve ΔE Değeri Bulgularının Değerlendirilmesi	72
5.2 Natürel Zeytinyağlarında Yapılan Toplam Fenolik Madde, DPPH, Toplam Klorofil, Toplam Karotenoid, Tokoferol ve Ransimat Analizlerine İlişkin Sonuçlar	75

5.3 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Yağ Asidi Profili Bulguları.....	79
5.4 Natürel Zeytinyağlarına Ait Yağ Asidi Profiline Göre Hesaplanan Değerler	82
5.5 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Triaçilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Sonuçlar	83
5.6 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Triaçilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Parametrelerin Sonuçları	86
5.7 Natürel Zeytinyağlarına Ait Sterol Analizine İlişkin Sonuçlar	87
5.8 Milas ve Bodrum Yöresi Lokasyonlarına Ait Natürel Zeytinyağları İçin Kemometrik Değerlendirme	90
5.8.1 Milas ve Bodrum Lokasyonları Örnekleri İçin Yağ Asidi Profiline Göre Kemometrik Değerlendirme.....	91
5.8.2 Milas ve Bodrum Lokasyonları Örnekleri İçin Triaçil Gliserol Profiline Göre Kemometrik Değerlendirme.....	95
5.8.3 Milas ve Bodrum Lokasyonları Örnekleri İçin Sterol Komponentlerine Göre Kemometrik Değerlendirme.....	99
5.9 Natürel Zeytinyağlarında Duyusal Analize İlişkin Sonuçlar	103
5.10 SONUÇ	108
6. KAYNAKLAR.....	112
ÖZGEÇMİŞ.....	121

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

<i>Kg</i>	Kilogram
G	Gram
<i>mL</i>	Mililitre
L	Litre
μ g	Mikrogram
μ L	Mikrolitre
ω 3	Omega 3
ω 6	Omega 6
%	Yüzde
Σ	Toplam
dk	Dakika
$^{\circ}$ C	Santigrat Derece

Kısaltmalar

AA	Antioksidan Aktivite
ABTS	2,2'- azino -bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit)
B1	Konacık Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
B2	Yakaköy Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
B3	İslamhaneleri Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
B4	Yalıkavak Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
B5	Çilekköy Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
B6	Kızılağaç Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
DPPH	1,1- diphenyl- 2- picrylhydrazyl
GC	Gaz kromatografisi
CAE	Kafeik Asit Eşdeğeri
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
HPLC	Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi
IUPAC	Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
M1	Şenköy Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
M2	Menteş Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
M3	Kırcağz Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
M4	Avşar Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
M5	Kızılcaçık Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
M6	Yusufca Köyünden Alınan Natürel Zeytinyağı Örneği
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
SFA	Doymuş Yağ Asitleri
TAG	Triaçilgliserol
TFA	Trans Yağ Asitleri
TGK	Türk Gıda Kodeksi
UFA	Doymamış Yağ Asitleri
UV	Ultraviyole Işın
UZZK	Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1 Üç Fazlı Kontinü Sistem Zeytin Yağı Üretimi Akım Şeması.....	39
Şekil 3.2 Soğuk metilasyon metodu uygulanan natürel zeytinyağı ve pirina yağı cis trans izomerleri kromatogramı.....	47
Şekil 3.3 Düşük linoleik asit içeren zeytinyağı (Hareketli Faz: Aseton/Asetonitril)'de örnek TAG kromatogramı.....	48
Şekil 3.4 Sterol ve Triterpenik dialkollerin tespiti için kazınması gereken bölgeleri gösteren pirina yağına ait ince tabaka plakası.....	49
Şekil 3.5 Ham zeytinyağının sterol ve triterpenik dialkollerin fraksiyonunun gaz kromatogramı.....	50
Şekil 3.6 Natürel zeytinyağlarında Duyusal Değerlendirme Resmi Formu.....	53
Şekil 5.1 Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Yağ Asitleri Profili Çoklu Veri (PCA) Analizine İlişkin Biplot Grafiği.....	95
Şekil 5.2 Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Triaçilgliserol (TAG) Profili Çoklu Veri (PCA) Analizine İlişkin Biplot Grafiği.....	99
Şekil 5.3 Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Sterol Komponentleri Çoklu Veri (PCA) Analizine İlişkin Biplot Grafiği.....	103

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1	Milas ve Bodrum lokasyonlarına ait natürel zeytinyağlarında SYA, PS değeri, UV' de özgül absorbands sonuçları ve ΔE değer bulguları.....	55
Çizelge 4.2	Milas ve Bodrum lokasyonlarına ait natürel zeytinyağlarında toplam fenolik madde (Kafeik asit [CAE] mg/kg), DPPH (%), klorofil (mg/kg), karotenoid (mg/kg), tokoferol (mg/kg), ransimat IP (110 °C sıcaklıkta ve 20L/h , saat hava) değerleri.....	56
Çizelge 4.3	Milas ve Bodrum yörelerinde üretilmiş natürel zeytinyağlarına ait major ve minor yağ asidi profilinin dağılımı.....	59
Çizelge 4.4	Milas ve Bodrum yörelerinde üretilmiş natürel zeytinyağlarına ait yağ asitleri profiline göre hesaplanan parametrelere ilişkin sonuçlar.....	62
Çizelge 4.5	Milas ve Bodrum yörelerinde üretilmiş natürel zeytinyağlarına ait major ve minor TAG bileşenleri.....	64
Çizelge 4.6	Milas ve Bodrum yörelerinde üretilmiş natürel zeytinyağlarına ait TAG bileşenlerine göre hesaplanmış parametreleri.....	65
Çizelge 4.7	Bodrum ve Milas natürel zeytinyağı örneklerine ait sterol bulguları... ..	69
Çizelge 4.8	Milas İlçesi (Muğla) lokasyonlarında kontinü sistem ile üretilmiş Memecik çeşidi natürel zeytinyağlarına ait duyusal test bulguları.....	70
Çizelge 4.9	Bodrum İlçesi (Muğla) lokasyonlarında kontinü sistem ile üretilmiş memecik çeşidi natürel zeytinyağlarına ait duyusal test bulguları.....	72
Çizelge 5.1	Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Yağ Asitleri Profili Çoklu Veri Analizine İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları.....	94
Çizelge 5.2	Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Sterol Komponentleri Profili Çoklu Veri Analizine İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları.....	98
Çizelge 5.3	Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Sterol Komponentleri Profili Çoklu Veri Analizine İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları	102

RESİMLER DİZİNİ

	Sayfa
Resim 3.1 Memecik zeytin çeşidi örneği.....	37
Resim 3.2 Natürel Zeytinyağı Örneklerinin Alındığı Milas ve Bodrum Lokasyonları ve Coğrafi Konumları.....	38
Resim 3.3 Serbest yağ asitliği miktarı tayini için tartımı gerçekleşen natürel zeytinyağı örnekleri.....	40
Resim 3.4 Peroksit sayısı tayini için tartımı gerçekleşen natürel zeytinyağı örnekleri.....	41
Resim 3.5 Toplam fenolik madde tayini gerçekleştirilen natürel zeytinyağı örnekleri	43
Resim 3.6 Natürel zeytinyağı örneklerine çeker ocak altında siklohegzan ilavesi....	45
Resim 3.7 Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsündeki Duyusal Analizin Gerçekleştiği Tadım Odası.....	52
Resim 3.8 Duyusal değerlendirme formu.....	52
Resim 4.1 Milas (Muğla) lokasyonlarında üretilmiş Memecik çeşidi natürel zeytinyağlarına ait duyusal test grafiği.....	71
Resim 4.2 Bodrum (Muğla) lokasyonlarında üretilmiş Memecik çeşidi natürel zeytinyağlarına ait duyusal test grafiği.....	72



1. GİRİŞ

Semavi dinlere ait tüm kutsal kitaplarda yer alan ve binlerce yıldan beri var olan zeytin ağacı; antik dönemden beri buğday, üzüm ve incir ile birlikte Akdeniz uygarlığının simgesi durumundadır. Zeytin ağacının insanlık tarihindeki yeri tam olarak bilinmemekle birlikte yapılan çeşitli arkeolojik çalışmalar, zeytinin tarihi hakkında aydınlatıcı bilgiler vermektedir. Bu konuda eldeki en eski veri, Ege Denizi'nde Santorini adasında yapılan arkeolojik çalışmalara dayanmaktadır. Bu çalışmalarda 39 bin yıllık zeytin yaprağı fosilleri ortaya çıkarılmıştır. Zeytin küçük Asya'dan (Suriye-İran sınırı) Yunanistan'a M.Ö. 1582 yılında götürülmüştür. Zeytinin yabani formunu iyi bilen Yunanistan'ın ilk yerleşimcileri Doğu Akdeniz'den Fenikeliler aracılığıyla zeytinyağı üretim teknikleri ve zeytin yetiştiriciliği konularındaki bilgileri öğrenmişlerdir. Zeytin meyvesinin, önce Ege Adaları'na oradan da Yunanistan, İtalya ve İspanya'ya, coğrafi keşifler dönemimde İspanya'dan Kuzey ve Güney Amerika'ya kadar yayılmıştır. Daha sonra Akdeniz kökenli göçmenler tarafından Güney Afrika ve Avustralya'ya taşınmıştır (Dıraman ve Gürbüz Veral 2017). Zeytin yetiştiriciliği ve zeytinyağı üretimine ilişkin ilk çağ (Eski Yunan ve Latin) ve ortaçağ (Müslüman Araplar) dönemine ait- dolaylı yoldan bile olsa- dikkat çekici sayıda bazı yazılı tarımsal kaynaklar da bulunmaktadır (Dıraman 2020, Dıraman ve Ulaş 2021).

Natürel sızma zeytinyağı, zeytinden rafine işlemine gerek duyulmadan elde edilen doğal bir meyve suyudur. Aroması karakteristiktir ve diğer yenilebilir yağlardan farklıdır. Natürel sızma zeytinyağı taze ve sağlıklı zeytin meyvesinden (*Olea europea L.*) elde edilip, düzgün işlenmiş ve depolanmış ise eşsiz aroma ve tat kombinasyonu ile oldukça değerlidir (Bendini vd. 2007).

Zeytinyağı, *Oleaceae* bitki ailesine ait ağacın meyvesinden (*Olea europaea L.*) sadece mekanik/fiziksel yöntemlerle (yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon) saflaştırılmadan üretilen bir meyve yağı (veya yağlı meyve suyu) olarak tanımlanmaktadır (Köseoğlu 2017).

Zeytin, dünya üzerinde Güney ve Kuzey yarım kürenin 30° ve 45° enlemleri arasında yetişmekte olup, zeytin meyvesi ve onun işlenmiş şekli olan zeytinyağı Akdeniz ülkelerine has bir üründür. Zeytin botanik olarak 20-29 cinse sahip *Oleaceae* familyası *Olea* cinsine dahil birçok yıllık bitki olup, çok sayıda çalı formunda tür ve alt türleri bulunmaktadır. Bunlar içinde yenilebilir bir meyve özelliğine sahip tek tür, zeytinin de dahil olduğu *Olea europaea* Linnaeus'dir. *Olea europaea L. sativa* kültür zeytini ve *Olea europaea Oleaster L.* yabani zeytini olup zeytinin ana vatanın Anadolu'nun da yer aldığı coğrafya olduğu düşünülmektedir. Zeytin ekonomik olarak dünyada kuzey yarı kürede 30 ve güney yarı kürede

de 8 ÷lkedeki sınırlı bir alanda yetiştiriciliği yapılan Akdeniz bitkisidir. Dñnyadaki zeytin aęaę varlığının %98'i Akdeniz havzası olarak da adlandırılan bu b÷lgede hâkim durumdadır (Lavee 1998). Dñnya'da zeytin üretimi açısından büyük çoğunluğun Akdeniz'e kıyısı olan İspanya, İtalya, Türkiye, Yunanistan, Suriye, Tunus ve Fas gibi ÷lkelerde geręekleřtięi bilinmektedir (Öztürk vd. 2009).

Türkiye'de yoğun olarak Akdeniz ikliminin hakim olduğu Ege ve Akdeniz kıyılarında yaygın olan zeytin üretimi, bu b÷lgelerdeki tarım işletmelerinin ana üretim dallarından birini oluşturmaktadır. 2018 yılı verilerine göre Türkiye zeytin üretiminde %45,31'lik kısmın Ege Bölgesi'ne ait olup, %23,56'sı Akdeniz Bölgesi'nde, %21,70'i Marmara Bölgesi'nde ve kalan %9,42'side diğer b÷lgelerde yapıldığı bilinmektedir. ÷lkemizde 178 milyon zeytin ağacının varlığı bilinirken, zeytinin iyi bir şekilde büyümesi, gelişmesi ve meyve verebilmesi için 15-25°C sıcaklığa sahip olması gerekmektedir. Yetişmesi için en uygun ortam, yıllık ortalama sıcaklığı 15 – 18°C'lerde olan Akdeniz iklimidir. Türkiye tane zeytin üretiminin büyük çoğunluğunu (%70'ten fazlasını) sağlayan 7 önemli il yıllara göre sıralama değişebilmekle birlikte genellikle Aydın, İzmir, Manisa, Muğla, Balıkesir, Bursa (sofralık) ve Çanakkale'dir. Ana üretim b÷lgeleri olarak Ege Bölgesi dane zeytin üretiminin yaklaşık %76'sı yağlık olarak değerlendirilirken diğer üretim b÷lgesi olan Marmara Bölgesinde ise danelerin %73'ü sofralık olarak işlenmektedir. Diğer bir ifade ile Türkiye zeytinyağı üretiminin en büyük kısmı Ege Bölgesinden gelmektedir. Türkiye açısından dane zeytin üretiminin değerlendirilmesini ifade edilecek olursa yıllara göre çok az da olsa farklılık iğerse de genel olarak üretimin %71,30 yağlık ve %28,70 sofralık olarak değerlendirilmektedir. ÷lkemizde yetiştirilen zeytin çeşitlerinden ekonomik olarak önem taşıyanlar en çoktan en aza doğru Memecik, Ayvalık, Gemlik, Kilis Yağlık, Nizip Yağlık, Domat ve Uslu olarak sıralanmaktadır. Bu çeşitler bölgesel olarak Memecik (Güney Ege), Ayvalık (Kuzey Ege), Domat ve Uslu (Akhisar), Gemlik (Marmara) yetiştirilmektedir. Nizip Yağlık ve Kilis Yağlık Güneydoğu Anadolu bölgesine özgü çeşitlerdir (Öztürk vd. 2009).

Muğla, Türkiye'nin en önemli zeytin üretim b÷lgesi olan Ege Bölgesi sınırları içinde yer alır ve üretim bakımından bölgede dördüncü sıradadır. Hakim çeşit Memecik zeytindir. Muğla ili yağlık zeytin üretimi sıralamasında ÷lkesel bazda 12. sıradadır (TUIK 2018). Bu çalışmada zeytinyağı örneklerinin sağlanmış olduğu Milas ilçesi, antik dönemden itibaren Muğla'nın önemli bir zeytincilik yetiştirme alanıdır. "Milas'ın dağlarından yağ, ovalarından bal akar" veciz sözünün bir yanını zeytincilik, diğer yanını da arıcılık oluşturmaktadır. Yağlık zeytin

retiminde ağaç sayısı ve alan bakımından ülkede ilk sırada yer almasına rağmen, Milas zeytinyağı üretiminde henüz gereken önemi kazanmamış durumdadır. Milas'ta zeytinyağının markalaşması, ilçe ekonomisinin canlanmasına büyük katkı sağlayacaktır. (İnt.Kyn.1, akar vd. 2011). Aynı durum diğer bir ilçe olan Bodrum için de geçerlidir. Her iki yörenin antik dönemden beri gelen zeytincilik kültürüne bağlı bir zengin tarihi geçmişinin de olması ve ayrıca UNESCO bünyesindeki Dünya Mirası Türkiye listesine ait kültürel değerleri yüksek bazı mekanlara sahip olması tarih-kültür-gastronomi bağlamında yöre zeytinyağlarının da öne çıkarmaktadır (İnt.Kyn.2).

Son yıllarda yapılan yöresel ürünlerin ekonomik değerini yükseltmek amacıyla ulusal ve uluslararası düzeyde coğrafi işaret kapsamında bazı çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde bu hususta tek yetkili resmi kurum Türk Patent Enstitüsü (TPE, Ankara)'dr. Memecik zeytininden üretilen yağlara ilişkin olarak TPE nezdinde (Menşe adı [PDO]) olarak 2004 (Güney Ege Zeytinyağları) ve 2014 (Milas Zeytinyağı) yıllarına ait tescil bulunmaktadır (İnt.Kyn.6 ve İnt.Kyn.7). Bu durum Milas zeytinyağı için öncelikle sevindirici bir husustur. Söz konusu Milas Zeytinyağı Logosunun sektör tarafından kullanımına ilişkin olarak TPE sayfasında yapılan taramada yöredeki 11 firmanın bunu kullandığı tespit edilmiştir (İnt.Kyn.7). Güney Ege Zeytinyağları için yapılan TPE web sayfasında taramada İzmir, Aydın ve Muğla illerinde (Milas dahil) TARİş'in 23 adet işletmesinin Güney Ege Zeytinyağları logosunun kullanabileceği belirlenmiştir (İnt.Kyn.5).

Bunun yanında Aydın Memecik Zeytinyağı coğrafi işaret belgesi de 2020 yılında TPE tarafından verilmiştir (İnt.Kyn.8 ve İnt.Kyn.9). Yapılan taramada söz konusu bu işaretin (İnt.Kyn.8) Aydın ilinde 6 firma tarafından kullanılabileceği görülmüştür. AB'nin coğrafi işaret listesinde Türkiye'den "Antep Baklavası/Gaziantep Baklavası", "Aydın İnciri", "Malatya Kayısısı", "Aydın Keşanesi", "Taşköprü Sarımsağı", "Milas Zeytinyağı" ve "Bayramiç Beyazı" tescil edilmiş 7 ürün bulunmaktadır (İnt.Kyn.3 ve İnt.Kyn.11). Bunlar arasında tek zeytinyağı Milas zeytinyağının da bulunması bu ürünün karakteristik özelliklerinin tespiti ve muhafazası açısından tüketicilere adına doğru ürün sağlanması bakımından büyük önem taşımaktadır.

Natürel zeytinyağı insanlık tarihi boyunca en eski doğal bitkisel yağ kaynaklarından birisi olarak insan beslenmesinde yer almaktadır. Zeytinyağı zel beslenme, kültürel ve haz verici (hedonik) yönlerinden dolayı antik zamanlardan beri Akdeniz havzasında yaşayan insanların

günlük beslenmesinde özel bir role sahiptir. Bu özelliklerinden dolayı natürel zeytinyağı, insanlığın soyut bir kültürel mirası olarak UNESCO tarafından onaylanan (İnt.Kyn.4) Akdeniz Diyetinde önemli bir bitkisel yağ kaynağı halinde ayrılmaz bir parçası olarak yer almaktadır. Taşıdığı eşsiz biyoaktif bileşikler (antioksidan maddeler (fenolik bileşikler, tokoferol [Vitamin E] ve diğer aromatik maddeler) ile birlikte içerdiği yüksek düzeydeki tekli doymamış yağ asidi (MUFA-oleik asit) ve düşük düzeydeki çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA-linoleik [LO] ve linolenik asitler [LNO]), sahip olduğu yüksek oksidatif stabilitesi ve sadece fiziksel (presleme, santrifüjleme ve perkolasyon) yöntemlerle elde edilen doğal bir meyve yağı (veya yağlı meyve suyu) dır. Bu özellikleri nedeniyle naturel zeytinyağı; ısıl ve kimyasal işlemler içeren rafinasyon yöntemleri ile üretilen diğer yemeklik bitkisel yağlardan çok daha farklı özelliklere sahiptir (Visioli ve Gali 2004). Natürel bir yağ olmasının yanında, özellikle de kalp hastalığı riskini azaltıcı, iyi huylu kolesterolü (HDL) yükseltici, kötü huylu kolesterolü (LDL) azaltıcı ve bazı kanser türlerine karşı koruyucu etkisinden dolayı, uluslararası tıp bilim otoritelerince fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmiştir. Bu olumlu etkiler adı geçen yağın insan beslenme fizyolojisi açısından sahip olduğu dikkate değer düzeydeki yüksek biyolojik değeriğe bağlı (yüksek oleik asit, fenolik bileşenler uçucu aromatik bileşenler ve antioksidan maddeler gibi) özelliklerinden dolayıdır (Harwood ve Jacoop 2002). Özellikle zeytinyağının adı geçen bu tıbbi nitelikleri ve insan metabolizması üzerine etkileri yıllardır araştırmacıların ilgi alanı olmuştur.

Bu alanda yapılan çalışmalar arttıkça, zeytinyağının her geçen gün yeni özelliği keşfedilmektedir. Örneğin zeytinyağı, zengin doymamış yağ asitleri özelliği ile damar sertliğini azaltmakta ve buna bağlı olarak ortaya çıkan kalp krizi riskini düşürmektedir. Ayrıca, naturel zeytinyağı sıcak ve soğuk tüketildiğinde mide asitliğini azaltarak gastrit veya ülserle karşı koruyucu bir rol oynamaktadır. Bağırsaklar tarafından en iyi emilen yağdır ve bağırsaklardan geçişi düzenleyici özelliği vardır. Safra taşı riskini azaltır ve taşların erimesine yardımcı olur. Kemik ve dişlerin gelişmesini, hücre ve dokuların yenilenmesini sağlar, yaşlanmayı geciktirir (Harwood ve Jacoop 2002, Visioli ve Galli 2004). Sağlık açısından bütün bu olumlu etkenler dikkate alınarak, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından da 1 Kasım 2004 tarihinden itibaren, naturel zeytinyağının sağlığa yararlı etkisinin ambalajlara yazılmasına müsaade edilmiştir (Öztürk vd. 2009). Beslenme fizyolojisi açısından sağlıklı bir yağ kaynağı olarak taşıdığı önem ve üstün duyuşal nitelikleri, naturel zeytinyağına uluslararası ticarete de son derece artan bir talep ile ekonomik bakımdan büyük bir değer kazandırmaktadır.

Çağlar boyu Akdeniz insanların beslenmesinde kısacası Akdeniz Diyeti'nin en önemli bitkisel yağ kaynağını oluşturan ve sağlıklı beslenmenin simgesi olan naturel zeytinyağı (Ciğerim 2000, Kavas 2000), bugün artık dünyanın farklı mutfaklarında artarak yer almaktadır. Akdeniz beslenme tarzının ana yağ kaynağı olmasının yanında natürel zeytinyağı taşıdığı yüksek gıda değerinden dolayı, ana üretim bölgesi olan Akdeniz coğrafyası dışında dünyanın farklı yerlerinde de (ABD, Kuzey Avrupa ülkeleri, Japonya gibi) son yıllarda dikkat çekici bir tüketim potansiyeline ulaşmıştır (Harwood ve Yaqoop 2002).

Natürel zeytinyağının beslenme fizyolojisi açısından diğer yemeklik bitkisel yağlara göre taşıdığı üstün ve eşsiz nitelikler, onun ekonomik anlamda da değer kazanmasına neden olmuştur. Son ürün kalitesinin korunması ve tüketicinin adına doğru yağı satın alması bakımından; (ürünün çeşitli kalite/saflık/duyusal parametrelerinin ortaya konulması, tescillenmesi ve dolayısı ile tüketicinin bilinçli olarak ürünü tercih edebilmesi açısından), coğrafi olarak natürel zeytinyağlarının tanımlanması ve sınıflandırılması (karakterizasyonu) önem kazanmıştır. Natürel zeytinyağlarının karakterize edilmesinde en çok kullanılan biyokimyasal parametreler yağın sabunlaşan major fraksiyonlarından yağ asitleri ve triaçil gliserol (TAG) profili ile sabunlaşmayan minor fraksiyonlarından sterol bileşenleridir (Boskou 1996, Kiritsakis 1998).

Uluslararası Zeytinyağı Konseyi (UZK) tarafından 2003 yılında uluslar arası düzeyde yürürlüğe konulan ve halen de devam etmekte olan “Üretici Ülkelerin Üretim Bölgelerindeki Yemeklik Zeytinyağlarının Analitik Karakteristikleri” konulu proje çalışmasında; yağ asitleri kompozisyonunun laboratuvar testlerinde zeytinyağının tanımlanmasında ilk kriter olduğu özelliğinden hareketle, üretici her üye ülkenin üretim bölgesindeki yaygın çeşitleri de belirtmek kaydıyla zeytinyağlarının yağ asitleri cis- *trans* izomerleri bileşimini bildirmesi ve buna göre üye ülkelerin zeytinyağlarının sınıflandırılması ve ayrıca linolenik asit düzeylerinin kesin bir şekilde ortaya konulması amaçlanmaktadır (IOC 2006).

Zeytinyağının sağlığımız ve beslenmemizdeki önemi bilinen bir gerçektir. Dünyada talebinin giderek arttığı – hatta talebinin zaman zaman arzını geçtiği – ve ekonomik anlamda da gün geçtikçe değer kazanan bu ürünün; elde edildiği tek çeşit (monokültivar) zeytinyağı temelinde yağ özelliklerinin incelenerek, kalite özelliğinin iyileştirilmesi ve niteliklerinin korunması

alışmaları, zeytinyağı sektörünün gelişimi için araştırılması gereken konulardır. Ekonomik ve gıda değeri bakımından bu derece önem taşıyan bir gıda maddesinin otontikliği ve saflığının korunması onun analitik ve duysal karakteristik özelliklerinin ortaya konulması ile mümkündür (Öztürk vd. 2009).

Coğrafi işaret (GI) 'li Türk zeytinyağları için belirlenen coğrafi bölgeler bazı yerlerde bir şekilde birbirine yakın veya çakışmaktadır. Ayrıca, GI'li bazı zeytinyağları aynı çeşit kullanılarak üretilmektedir. Örneğin Ayvalık çeşidi, Ayvalık Zeytinyağı", "Edremit Zeytinyağı" ve "Kuzey Ege Zeytinyağı" için ana çeşit iken, Memecik çeşidi "Güney Ege Zeytinyağı", "Milas Zeytinyağı" ve "Aydın Memecik Zeytinyağı" için ana çeşittir. Çeşit ve iklim şatlarındaki benzerlikler nedeniyle, GI'li zeytinyağı için major normları kalite normlarına göre küçük bileşimde bir şartname hazırlanması oldukça zordur ve yetersizdir. Ayrıca literatürde, zeytinyağlarının minör bileşimlerindeki muhtemel bazı farklılıkların GI farkını faktör olarak alarak değerlendirilmesine yönelik bir çalışmada bulunmamaktadır. Bu alışmada Milas ve Bodrum zeytinyağları için bazı minör bileşenler de ele alınmıştır. Günümüzde, natürel zeytinyağı taşıdığı eşsiz lezzet, aroma ve gıda içeriğinden dolayı, dünya üzerindeki farklı mutfak kültürlerinde artan bir öneme sahiptir. Bu ürünün yüksek bir ticari katma değere sahip olması, ulusal ve uluslararası ticarete de muhtemel hile ve tağşişe meydan vermemek adına son ürünün otantiklik ve orijinalliğinin korunması açısından; kalite ve saflık analizlerinin yapılmasını gerekmektedir.

Bu alışma ile ülke zeytinciliğinde önemli bir yere sahip Güney Ege alt bölgesinin (ulusal ve uluslararası -tek- coğrafi işaret tescil belgelerine sahip) Milas ve Bodrum yöresindeki farklı lokasyonlardan sağlanan 3 fazlı kontinü sistemle ile üretilmiş Memecik çeşidi zeytinyağı örneklerinin karakteristik nitelikleri tespit edilecektir. Gıdaların hakikiliğı özellikle de natürel zeytinyağı temelinde, bölgesel karakterizasyonu ve bunların izlenebilirliği tüketicilerin (özellikle de hile ve tağşişlerden) korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu alışmada Milas ve Bodrum yöresindeki Memecik zeytin çeşidine ait natürel zeytinyağları temel kalite özellikleri (serbest yağ asitleri [SYA], peroksit sayısı [PS], UV özgül absorbands ve duysal test) ile bazı analitik kalite özellikleri (pigment [klorofil ve karotenoid] miktarları, oksidatif stabilite [ransimat], toplam fenolik madde miktarı [TFM], antioksidan kapasiteleri [DPPH] ve alfa Tokoferol miktarı) ve saflık kriterleri (yağ asidi profili ve trigliserid [TAG] ile sterol bileşenleri) bakımından analiz edilmiştir. Analiz bulguları resmi ulusal ve uluslararası normlara göre değerlendirilmiş olup, sonuçlar literatür sonuçları ışığında tartışılmıştır. Milas

ve Bodrum yöresi natürel zeytinyağlarının bölgesel coğrafi karakterizasyon ve sınıflandırılması; örneklerin yağ asitleri ve TAG profili ile sterol bileşenlerine göre, yaygın bir kemometrik yöntem (Temel Bileşen Analizi, PCA) kullanılarak biplot uygulaması ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma ile, Milas ve Bodrum yöresine ait tek çeşit (Memecik monokültivar) natürel zeytinyağlarının temel normlar ışığında kimyasal yapısı hakkında adına doğru bilgi sağlanacağından, üretici ve tüketici bağlamında hile ve tağşiş konusunda da sağlam bir bilimsel veri tabanının oluşmasına da katkı vereceği düşünülmektedir. Analizler sonucu elde edilen bulguların, çeşit (Memecik) ve yöresel (Milas) olarak var olan ve kullanılan ulusal ve uluslararası coğrafi işaret (PDO, PGO ve PI) işlemlerinde ürün adına doğru bilginin izlenmesi için bilimsel bir destek olması da kuvvetle muhtemeldir.

2. LİTERATÜR BİLGİSİ

2.1 Zeytinyağı Kimyasına Kısa Bir Giriş

Zeytinyağının bileşiminde sabunlaşan (major) bileşikler ve sabunlaşmayan (minor) bileşikler olmak üzere iki ana unsur bulunmaktadır. Sabunlaşan bileşikler (%98-99) triaçil gliseroller (TAG) veya trigliseritler (TG) ile gliserole bağlanan yağ asitlerinden oluşmaktadır. Zeytinyağında majör olarak %55-83 oranında tekli (MUFA, oleik [C18:0]) ve (%2,5- 20) çoklu yağ asitleri (PUFA, linoleik [C18:2] ve linolenik [C18:3]) bulunmaktadır. Bundan dolayı zeytinyağı ve türevleri oda sıcaklığında daima sıvı olarak bulunmaktadır. Doymamış en önemli yağ asidi palmitik asit %7,5-20 ve stearik asit ise %0,5- 5 arasında bulunmaktadır. Bunun yanında diğer MUFA'lar palmitoleik [C16:1] (%0,3-3,5), margoleik [C17:1], Gadoleik [C20:1] ve PUFA linolenik [C18:3] (maksimun %1) asitler de bulunmaktadır. Diğer doymuş yağ asitleri miristik [C14:0], margarik [C17:0], araşidik [C20:0], behenik [C 22:0] ve lignoserik [C24:0] olarak yer almaktadır. Doymuş yağ asitlerinden miristik, margarik, behenik ve lignoserik asitler ile birlikte tekli doymamış margoleik ve araşidik asitler de çok düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Yağ asitleri bileşenlerine göre zeytinyağları iki tipe ayrılmaktadır: Birinci tip zeytinyağları düşük miktarda linoleik ve palmitik asit ve yüksek düzeyde oleik asit içeren; ikinci tip zeytinyağları ise linoleik ve palmitik asitçe zengin fakat oleik asitçe düşük miktarlara sahip olanlar olarak sınıflandırılmaktadır. Örneğin; İspanyol, İtalyan ve Yunanistan, Türkiye yağları birinci gruba girerken, Tunus ve Libya yağları ikinci gruba dahil olmaktadır (Kiritsakis 1998). Natürel zeytinyağında yağ asitleri bileşenleri üzerine, zeytin çeşidi, meyvenin olgunlaşma dönemi, ağaçların yetiştiği yükseklik, enlem, iklim, toprak özellikleri ve bazı özel faktörler etki etmektedir. Yüksek rakımlı bölgelerden elde edilen zeytinyağlarında oleik asit içeriğinin yüksek, linoleik, palmitik, palmitoleik ve stearik asit içeriklerinin ise düşük olduğu bildirilmektedir. Zeytin meyvesinin optimum olgunluğa ulaşması ile beraber yağ asitleri kompozisyonunda da bazı değişimler görülmekte olup, zeytinlerin olgunlaşması ile meyvedeki oleate desaturase enziminin aktivitesine bağlı olarak oleik asitin parçalanarak miktarının azaldığı bildirilmektedir. Ayrıca, olgunlaşma zamanı ilerledikçe linoleik/palmitik oranı artar iken, oleik asit/palmitik asit oranı da azalmaktadır. Bu değişimler yağın bazı duyusal özellikleri üzerine de etkili olabilmektedir (Kiritsakis 1998, Dıraman ve Köseoğlu 2017).

Zeytinyağındaki yağ asitlerinin çoğu triaçilgliserol ([TAG]), trigliserit [TG] veya gliserit olarak mevcuttur. Bu fraksiyon da zeytinyağın sabunlaşabilen bileşenlerdendir. Diaçilgliseroller mevcut olduğunda yağ düşük kaliteli olarak görülmektedir. Zeytinyağındaki üç büyük triaçilgliserol LOO (diolein linoleyl), OOO (triolein), ve OOP (Diolein palmitoleyl) olup bunlar toplam gliseridlerin yaklaşık olarak %80- 85'ini oluşturmaktadır. Türk zeytinyağları için temel TAG'ların OOO, OOP, LOO, PLO ve POP olduğu tespit edilmiştir. Zeytinyağı minör olarak %1- 2 arasında oranında sabunlaşmayan bileşikler içermektedir. Bu bileşikler içerisinde en önemlilerinin değişimleri; vakslar (250- 350 ppm), hidrokarbonlardan skualen (200- 12000 ppm), kimyasal yapı olarak polisiklik alkoller grubundan olan steroller (1500- 2500 ppm), major triterpen dialkoller; eritrodiol ve uvaol toplamı (1- 20 mg/g), toplam fenolik maddeler (50- 1000 ppm), toplam tokoferol (150- 200 ppm), renk maddeleri [pigmentler]: klorofiller (0 -10 ppm) ve toplam karotenoid (1 -20 ppm) olarak verilmektedir (Boskou 1996, Kiritsakis 1998).

Sterol profili üzerine iklimsel şartlar, meyvenin gelişim dönemi ve çeşit, zeytin sineği hasarı, zeytinlerin yağa çıkarma öncesi uygun olmayan şartlarda depolanıp bekletilmesi etkili olmaktadır. Bunun yanında uzun süre depolamanın ise toplam sterol miktarını ve stigmasterol miktarını önemli oranda arttırdığı buna karşın delta-5-avenasterol miktarını düşürdüğü ifade edilmiştir. Fitosteroller yaklaşık yarım asırdan beri kolesterol düşürücü ajanlar olarak bilinmektedirler. Sterol ve skualen analizleri ile de natürel zeytinyağına pirina taşışları belirlenebilmektedir. Çünkü natürel zeytinyağları rafine zeytinyağlarına göre daha yüksek düzeyde serbest sitosterolü ihtiva etmektedir. Ayrıca natürel zeytinyağı pirina ve rafine türevlerine göre daha yüksek düzeyde skualen bulundurmaktadır. Natürel zeytinyağındaki fenollerin tipi zeytin meyvesinde bulunan fenollerden farklıdır (Boskou 1996, Kiritsakis 1998, Dıraman ve Köseoğlu 2017).

Zeytinyağının kendine has acı, keskin ve buruk tadından, organoleptik özelliklerinden sorumlu olan fenolik maddeler besinsel açıdan önem taşımakta olup, miktarı pek çok faktöre göre 50- 1000 mg/kg arasında değişebilmektedir. Fenolik bileşenler miktar olarak az olmasına rağmen, natürel zeytinyağının oksidatif stabilitesinin artmasına, ağızda fark edilebilir bir seviyede aromanın gelişmesine de katkıda bulunmaktadır. Türk zeytinyağlarının fenolik madde içeriklerinin 48,72- 646,30 ppm arasında bulunduğu rapor edilmiştir. Natürel zeytinyağındaki fenolik bileşenler üzerine zeytin çeşidi, coğrafi orijin, zeytinlerin hasat zamanı (özellikle erken hasat/yeşil veya pembe olum zamanı), zeytin zararlıları, zeytinlerin

yetiştirildiği bölgenin denizden yüksekliği, yağ çıkarma sitemleri (klasik veya modern-sinolea) ve yağ çıkarma esnasındaki bazı ara işlemler (zeytinlerin çuval /delikli plastik kaslarda bekletilmesi, bekletme süresi, hava almaları, çekiçli veya diskli kırıcı kullanımı, klasik sistemlerde kullanılan sıcak su ve sıkım adedi, malaksasyonda yoğurma süresi) ve depolama yöntemi etkili olabilmektedir (Dıraman ve Köseoğlu 2017).

2.2 Zeytinyağı Kimyasal Bileşenlerinin Kalite Nitelikleri Üzerine Etkileri

Zeytinyağının doğal antioksidanları ve ayrıca lezzet bileşenleri olan fenolik bileşiklerin %30, temel gliseridik yapıyı oluşturan yağ asitlerinin %27, doğal antioksidan olan α -tokoferolün %11 ve karotenoidlerin ise %6 oranında yağların stabilitesine katkı sağladığı ve özellikle de yağların depolanması sırasında oksidasyonun önlenmesinde önemli rol oynadığı bazı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Aparicio vd. 1999, Morello vd. 2004).

Natürel sızma zeytinyağı, duysal yönüyle pişmiş ve özellikle çiğ gıdalarda lezzetlendirici olarak kullanılabilir. Böylece tüketici tercihinde duysal kalitesi doğrudan rol oynadığından, birçok çalışma, natürel sızma zeytinyağının aroma ve tadından sorumlu uçucu ve fenolik profili ile tadımcılar tarafından algılanan duysal özellikleri arasındaki ilişkiyi aydınlatmak için yapılmıştır. Zeytinyağının acılık ve yakıcılığı, ürünün fenolik profilinin kalite ve kantitesiyle yakından ilişkilidir. Bazı fenolik bileşikler tadımda acılık olarak algılanırken, bazıları da damakta yer alan sinirleri harekete geçirebilir ve ayrıca tat tomurcuklarının yakıcı, sert ve metalik özellikleri algılanmasına neden olur. Bu sebepten acılık ve yakıcılığın şiddeti zeytinin çeşidi ve olgunlaşma seviyesi ile ilişkilidir. Yapılan birçok araştırmaya göre acılık ve yakıcılık özellikle olgunlaşmamış meyvelerden elde edilen yağlarda daha fazla olup acılık ve yakıcılık meyve olgunlaşması ile azalmaktadır (Gutierrez – Rosales vd. 2003).

Zeytin hasat zamanı zeytinyağı lezzeti üzerine belirgin şekilde etki etmektedir. Alman TÜV SÜD firmasının gıda uzmanları, Ekim ayı başlarında, erken hasat edilen zeytinlerden elde edilen yağı meyvemsi ve taze biçilmiş çim kokulu, asıl hasat dönemi olan Ekim ayı ortasından Kasım ayı ortasına kadar hasat edilen zeytinlerden elde edilen yağı ahenkli ve ölçülü, Aralık'ta hasat edilen zeytinlerden üretilen yağları ise yumuşak, tatlı ve bademsi tatta algıladıklarını ifade etmektedirler (Anonim 2005).

Boskou vd. (2006) tarafından bildirildiği üzere, tokoferoller antioksidan özellik gösteren maddelerdir. Tokoferoller gıdalarda ve biyolojik sistemlerde lipid oksidasyonunun önlenmesinde önemli rol oynayan bileşiklerdir. Tokoferoller alfa, beta, gama ve delta formunda bulunmaktadır. α -tokoferol E vitamininin en yaygın formu olup tokoferoller arasında en yüksek biyolojik aktiviteye sahiptir ve toplam tokoferol içeriğinin %90'ını oluşturur. İtalyan, İspanyol ve Yunan zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların α -tokoferol içeriğinin geniş bir aralığa sahip olduğu bildirilmiş olup genel değerleri 100-250 mg/kg yağ arasında değiştiğini ifade etmişlerdir (Boskou vd. 2006).

Genel olarak zeytinlerin daha çok zedelenmesine neden olmadığından ve elde edilecek yağın kalitesi daha iyi olacağından üreticiler tarafından daha çok ağaç üzerinde hasat tercih edilmektedir. Kendiliğinden dökülen ve “dip zeytinler” olarak adlandırılan zeytinler, toprak üzerinde bekleme süresine bağlı olarak, istenmeyen çeşitli aromaya neden olan alkoller ve karbonilli bileşenlerin miktarında artışa neden olmakta, aynı zamanda bu zeytinler, küflü ve toprak tadı gibi kusurlarla algılanabilmektedir. Bu tip zeytinlerden üretilen zeytinyağının kalitesi düşük olduğundan ağaç üzerinden hasat edilen meyvelere karıştırılmaksızın ayrı bir grup olarak yağa işlenmeleri gerekmektedir. Dökülen zeytinlerin toprak üzerinde uzun süre beklemesi nedeniyle, meyve eti dokusunda ve içerdiği yağda oluşan bozulmalar, elde edilen yağda kalite kaybına neden olmaktadır. Zeytin fenolik bileşenlerinin de lezzet oluşumunda az da olsa etkisi vardır. Zeytindeki fenoliklerin en önemli etkileri kısaca şöyle sayılabilir; Zeytine renk, sertlik, acı tat ve kendine has aroma verirler, stabilizasyonu sağlarlar. Fenolik bileşenler özellikle oksidasyonu önleyerek zeytinin kötü tat kazanmasına engel olurlar. İnsan sağlığı üzerinde de anti karsinojen özellikleri nedeniyle olumlu etkileri vardır (Angerosa vd. 2004, Kayahan ve Tekin 2006).

Ouni vd. (2011), farklı bölgelere ait zeytinyağlarının sterol kompozisyonundaki değişiklikleri tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada β - sitosterol, delta-5-avenasterol, stigmasterol ve kampesterolün temel steroller olduğunu ve sterol kompozisyonunun yağın coğrafik orijininin önemli derecede etkilendiğini belirlemişlerdir.

2.3 Zeytinyağında Resmi Kalite Kriterleri ve Zeytinyağlarında Kalite Kriterleri Konusunda Yapılan Bazı Çalışmalar

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'ne göre (Anonim 2017) zeytinyağı; zeytin ağacı (*Olea europaea* Linnaeus) 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 duyuşal özelliklerini taşıyan yağları ifade eder. İlgili Tebliğe göre (TGK 2017) zeytinyağları, üretimi sırasında uygulanan fiziksel ve kimyasal işlemler ve özellikle de serbest yağ asitliği miktarı parametresi temelinde; Natürel Zeytinyağı, Rafine Zeytinyağı, Riviera Zeytinyağı ve Çeşnili Zeytinyağı olmak üzere 4 ana gruba ayrılmaktadır (Anonim 2017);

a) Naturel Zeytinyağı: Meyvenin doğal özelliklerinde değişikliğe sebep olmayan ısı ortamında, yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon gibi fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen bir gruptur. Natürel zeytinyağları; içerdiği serbest yağ asidi miktarına göre 3 şekilde sınıflandırılır.

1) Natürel Sızma Zeytinyağı: Doğrudan tüketime uygun olup, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramı aşmayan yağdır.

2) Natürel Birinci Zeytinyağı: Doğrudan tüketime uygun olup, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramı aşmayan yağdır.

3) Ham Zeytinyağı/Rafinajlık: Serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramı aşan ve/veya duyuşal ve karakteristik özelliklerinden dolayı direkt tüketime uygun olmayan yağlar olarak tanımlanır.

b) Rafine Zeytinyağı: Ham yağın doğal trigliserid yapısında farklılığa yol açmayacak şekilde rafine edilmeleri sonucunda elde edilen yağlardır. Serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,3 gramı aşmamaktadır.

c) Riviera Zeytinyağı: Rafine ve natürel zeytinyağı karışımından oluşup, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1,0 gramı aşmayan yağlar olarak tanımlanmaktadır.

ç) Çeşnili Zeytinyağı: Zeytinyağlarına değişik baharat, bitki, meyve ve sebzelerin ilave edilmesi ile elde edilen ve diğer özellikleri açısından bu Tebliğ kapsamında kendi kategorisindeki ürünlerin özelliklerini taşıyan yağdır.

Peroksit sayısı tüm natürel zeytinyağları için en çok 20 meq O₂ / kg yağ olarak verilmiştir. Özgül soğurma değerleri de natürel sızma için 232 nm'de (≤ 2.50) ve 270 nm (≤ 0.22), natürel birinci için 232 nm'de (≤ 2.60) ve 270 nm (≤ 0.25) olarak verilmiştir. ΔE değerleri de ≤ 0.01

olarak gösterilmiştir (Anonim 2017).

Türk Gıda Kodeksi (TGK) zeytinyağı ve prina yağı tebliğine göre natürel zeytinyağlarında saflık kriterleri arasında yer alan yağ asitleri kompozisyonu için limit değerler: miristik ($\leq 0,05$), palmitik (%7.5- 20), palmitoleik (% 0.3- 3.5), margarik (en çok %0.4), margoleik (en çok %0.6), stearik (%0.5- 5), oleik (%55- 83), linoleik (%2.5 -20), linolenik (en $\leq 1,0$),araşidik (% en çok 0.6), gadoleik (en çok %0.5), behenik (en çok %0.2) Lignoserik (en çok % 0.2) arasında verilmiştir (Anonim 2017).

Türk Gıda Kodeksi (TGK) zeytinyağı ve prina yağı tebliğine göre (Anonim 2017) naturel sızma zeytin yağı için saflık kriteri olan limit değerler (sterol kompozisyonunda); kolesterol için (≤ 0.5), brassicasterol için (≤ 0.1), campesterol için (≤ 4.0), stigmasterol için ($\leq$ campesterol), delta-7-stigmastenol için (≤ 0.5), toplam B-sterol için (≥ 93), toplam sterol (ppm) için (≥ 1000), eritrodiol+uval için (≤ 4.5) olarak verilmiştir.

Yapılması zorunlu kalite analizi olan duyu analizler üç tüp natürel zeytinyağı için verilmektedir. Bunlar, natürel zeytin yağı (kusurların ortancası $M_d=0$; Meyvemsi özellik ortancası $M_f >0$), natürel birinci kusurların ortancası ($0 < M_d < 3.50$; Meyvemsi özellik ortancası $M_f >0$) ve ham zeytinyağı ($M_d > 3.5$) olarak sıralanmaktadır. Ham zeytinyağı için meyvemsi özellik 0'a eşit olduğunda kusurların ortancası 3.5'a eşit ya da 3.5'dan küçük olsa bile ham zeytinyağı olarak kabul edildiği ifade edilmiştir (Anonim 2017).

Adana'nın Çukurova ilçesinde faaliyet gösteren 4 farklı yağ işletmesinden eylül, ekim ve kasım hasat döneminde üretilen zeytinyağlarının kimyasal ve duyu kalite kriterleri (TGK, Zeytinyağı Tebliği temelinde) Gökkaya ve Mutlu Keçeli (2018) tarafından araştırılmıştır. İşletmelere göre kalite analizlerine ait değişimler SYA %1 – 8,40 oleik asit; PS 17,50 – 58,10 meq O_2 / kg; K_{232} değeri 3,10 – 0,60; K_{270} değeri 0,68- 0,04 arasında değişim göstermiştir. Kalite kriterleri bakımından tüm işletmelerin ürettiği zeytinyağlarının (bir örnek eylül ayı üretimi natürel birinci) ham zeytinyağı kalitesinde olduğu bulunmuştur (Mutlu ve Keçeli 2018). Duyusal özellik bakımından hasat zamanına bağlı olarak (ransid, şarabımsı, sirkemsi, küflü, rutubetli, kızışma, çamurlu) negatif kusurlar medyanının arttığı, meyvemsi medyanının azaldığı ve yağların duyu özelliklerine göre natürel birinci kalite sınıfında olduğu bulunmuştur. Örneklerin klorofil değerleri hasat zamanına bağlı olarak azalmak suretiyle (31,8 – 12,1 mg/kg) bir değişim göstermiştir. Karotenoid değerlerinde (19,4 – 2,1

mg/kg) de azalan benzer değişimler tespit edilmiştir. Yağın oksidasyon direnci sıcaklığa (63°C ve 98°C) ve hasat zamanına bağlı olarak azaldığı bulunmuştur. Hasat zamanının oksidatif stabilite üzerine etkili olduğunu ifade eden araştırmacılar, Adana'nın Çukurova ilçesinde hasadın ekim ayında yapılması ile yüksek kaliteli zeytinyağlarının, üretimi sağlanabileceği sonucuna ulaşmışlardır (Gökkaya ve Mutlu Keçeli 2018).

Nizip ve çevresinde satışı sunulan 10 farklı zeytinyağı çeşidinden örnekler alınarak (n=30) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Türkoğlu vd. (2012) incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelerde, örneklerin % 40'nın SYA (%0,04 – 6,68 oleik asit) ve peroksit değerlerinin (11- 34 meq O₂/kg) Gıda kodeksinde belirlenen değerlerin üzerinde çıktığı belirlenmiştir. Toplam fenolik madde içeriği 50-59 – 358 CAE mg/kg olmuştur. Zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri bileşimi içinde en yüksek oranda oleik asit (%62,43 – 71,32) bulunduğu, bunu linoleik asit (%7,216- 11,83), linolenik asit (%0,44- 0,67) ve palmitik asitlerin (%2,260- 12,02) takip ettiği anlaşılmıştır.

Türk vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, Türkiye genelinde farklı bölgelerden (Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu) ve farklı zeytin çeşitlerinden (Ayvalık, Memecik, Kilis yağlık, Gemlik ve karışık) elde edilmiş zeytinyağı numunelerinin (Natürel zeytinyağı ve Riviera) bazı kalite ve saflık kriterleri Türk Gıda Kodeksi göre değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tüm Riviera zeytinyağı numunelerinin SYA sonuçları (%0,11- 0,96 oleik asit) TKG 'ne uygun olmasına rağmen; natürel sızma zeytinyağı örneklerinin SYA düzeyi (%0,28- 12,69 oleik asit) %46'sı kabul edilebilir sınırların dışındaydı. Her iki türün de (natürel zeytinyağının %22'si ve Riviera yağı numunelerinin %15'i) peroksit değerleri standartlarda verilen sınırların (max 20 meq O₂/kg. yağ) üzerindeydi. Yağ örneklerine ait oleik asit değerleri çeşitler bazında %69,56- 71,08; Linoleik asit %7,23- 10,03; linolenik asit %0,57- 0,63; palmitoleik asit %0,88- 1,09; palmitik asit %14,27- 15,63; stearik asit %2,46- 3,03 arasında değişim göstermiştir.

2.4 Memecik Zeytin Çeşidi Hakkında Bilgiler

Memecik zeytin çeşidi, Ege Bölgesinin major ve ülkemizin de yaklaşık %50 zeytin varlığını oluşturan ve tescilli yerli zeytin çeşitlerinin ekonomik ve teknolojik değerlendirme açısından en önemlilerinden biridir. Bu zeytin çeşidi farklı alt kültürlerde yetiştirildiği için yöresel olarak birçok isim (sinonim) almıştır. Aşıyeli, Gülümbe, Şehir, Taş Arası, Tekir ve Yağlık

olarak bilinmekte olup tescilli resmi adı Memecik'tir. Orijini Muğla ili (Milas merkez olarak) dir. İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir. Tacı iyi giyimli toplu, yuvarlak ve yayvandır. Memecik çeşidinin meyvesi orta irilikte ve oval olup, ismini uç kısmındaki küçük bir çıkıntıdan alır. Diğer zeytin çeşitlerinden farkı meyvesi genelde iri ve oval şekilde olup ucu küçük bir şekilde memelidir. Kısmen kendine verimlidir. Tam çiçek oranı orta düzeydedir. Tozlayıcıları Ayvalık, Gemlik, Erkence ve Memelidir. Memecik çeşidinin verimi yüksek ve değişken olup, kuvvetli bir periyodisite özelliği olsa da meyveleri büyüktür. Yağ ve et çekirdek oranı yüksektir. Memecik zeytin çeşidinin meyveleri yüksek yağ oranına sahip olmasının yanı sıra yağları yüksek kaliteye, koyu yeşilimsi- sarı renge ve kuvvetli meyve kokusuna sahiptir. Zeytin sineğine karşı orta derecede hassastır. Yağının kalitesi yüksektir. Yağı kimyasal ve duyu kalite kriterlerine göre Ayvalık çeşidinden sonra gelmekte olduğu sektörde hakim bir düşüncedir. Yağlık ve sofralık olarak çok yönlü değerlendirmeye elverişlidir (Canözer 1991, Özilbey 2011). Memecik zeytin çeşidinin yetiştiriciliği; İzmir, Aydın, Manisa, Denizli, Muğla, Antalya, Sinop, Kahramanmaraş ve Kastamonu'ya kadar geniş bir coğrafi alana yayılmıştır (Canözer 1991). Ancak yaygın olarak Güney Ege Bölgesinde yapılmaktadır. Aynı çeşit olmasına rağmen ekolojik şartlar itibariyle bölgesel olarak meyve ve yağ özelliklerinin değişkenlik gösterdiği bilinmektedir (Ulubeli 2019).

2.5 Milas'ta Zeytincilik ve Zeytinyağı Üretimi Hakkında Genel Bilgiler

Muğla, Türkiye'nin en önemli zeytin üretim bölgesi olan Ege Bölgesi sınırları içinde yer alır ve üretim bakımından bölgede dördüncü sıradadır. Genel itibariyle Muğla ilinde 15.753.173 adet meyve veren zeytin ağacı mevcut olup, meyve vermeyen zeytin ağacı 1.167.784 adet olarak tahmin edilmektedir. 2018 yılı verilerine göre yağlık zeytin üretimi Muğla ili için toplam 38.700 ton olarak verilmekte olup, bu üretim Güney Ege alt bölgesi için %18'e karşılık gelmektedir. Muğla ili yağlık zeytin üretimi sıralamasında ülkesel bazda 12. sıradadır (TÜİK 2018). UZZK'nın söz konusu yıl için zeytinyağı üretim tahmini 26.025 ton olarak ifade edilmiştir (İnt.Kyn.1). TÜİK (2018) verilerine göre Milas ilçesinin toplam yağlık zeytin üretimi 12500 ton olup, Bodrum ilçesinin ise 2000 ton olarak verilmektedir. Bu çalışmada zeytinyağı örneklerinin sağlanmış olduğu Milas ilçesi Muğla'nın önemli bir zeytincilik yetiştirme alanıdır. İlkçağlardan – antik dönem- günümüze kadar, Milas'ta zeytin ve onun yağı, en temel ve ekonomik açıdan önemli geçim kaynaklarından biri olagelmıştır. Antik dönemde Milas şehrine saldıran tüm düşmanlar önce zeytin ağaçlarına zarar vermişlerdir. Milas'ta yetiştirilen zeytinlerin tamamının zeytinyağı üretimine yönelik olduğu bilinmektedir.

Zeytinciliğin bölgeye sağladığı pek çok faydasının yanında, önemli bir istihdam alanı da oluşturmaktadır. Milas'ın dağlarından yağ, ovalarından bal akar" veciz sözünün bir yanını zeytincilik, diğer yanını da arıcılık oluşturmaktadır. Milas ilçesi, Muğla ili için zeytinliklerle kaplı alanlar, ağaç sayısı ve üretim değerleri bakımından ilk sırada yer alır. Milas'ın zeytin ağacı Türkiye zeytin ağacının onda birini oluşturmaktadır. İlçede zeytin ağaçlarının %80'i dağlık, %20'si ise taban arazilerde bulunmaktadır. Üretimi yapılan zeytinler, yağlık zeytinlerdir. Milas bölgesi, Türkiye'nin tane zeytin üretiminin %10'unu karşılamaktadır. Muğla ilinde en çok zeytin ağacına sahip ilçe, Milas'tır. Bu oran %80'dir (İnt.Kyn.1).

Zeytine bağlı sanayileşme, eskiden beri Milas'ın ana sanayi kuruluşlarının başında gelmektedir. Zeytin ve zeytine bağlı ürünlerin üretildiği imalathaneler ve fabrikalar, Milas'ta, önemli oranda işçi çalıştıran kuruluşlar olmuştur. Milas'ta en çok zeytin ağacı, Bafa ve çevresindedir. Milas'ın 114 köyünde zeytincilik önemli bir geçim kaynağıdır. Milas çevresindeki zeytin ağaçlarının %99'u Memecik, %1'i de Gemlik çeşidi zeytindir. Milas merkez, belde ve köylerinde 33 adet eski sistem, 60 adet yeni sistem (kontinü) olmak üzere 93 adet zeytinyağı fabrikası bulunmaktadır. Bunlardan 31 tanesinin gıda sicili ve çalışma izni bulunmaktadır. İlçede bulunan zeytinyağı fabrikalarının tane zeytini işleme kapasitesi 402 bin ton olup elde edilen yağ 80.400 tondur. İlçede ikisi aktif durumda 3 adet zeytinyağı paketleme tesisi de bulunmaktadır (İnt.Kyn.1). Yağlık zeytin üretiminde ağaç sayısı ve alan bakımından ülkede ilk sırada yer almasına rağmen, Milas zeytinyağı üretiminde henüz gereken önemi kazanmamış durumdadır. Milas'ta zeytinyağının markalaşması, ilçe ekonomisinin canlanmasına büyük katkı sağlayacaktır (İnt.Kyn.1, Çakar vd. 2011).

2.6 Memecik Zeytin Çeşidinden Üretilmiş Yağlara Ait Coğrafi İşaretler Hakkında Bilgiler

Ege Bölgesinin majör ve ülkemizin de yaklaşık %50 zeytin varlığını oluşturan Memecik zeytin çeşidi sahip olduğu yüksek ekonomik değerden dolayı yetiştiriciliği yapılan yörelerdeki ulusal ticari kuruluşlar tarafından coğrafi işaret almıştır. Buna ilişkin olarak Türk patent enstitüsü nezdinde üç adet coğrafi işaret belgesi bulunmaktadır. Bu kısımda bu üç belge hakkında gerekli bilgiler verilmiştir.

Güney Ege Zeytinyağları

Bu işaret belgesi Türk Patent Enstitüsü (TPE) 'den 29/07/2004 tarihinde SS Tariş Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifleri Birliği tarafından menşe adı (no:79) olarak alınmıştır. Üretim alanı Güney Ege alt bölgesi olarak ta bilinen İzmir, Aydın ve Muğla (Milas ve Bodrum dahil) illerinin zeytin yetiştirilen ilçeleri olarak detaylı bir şekilde verilmiştir. Hakim zeytin çeşidi Memecik'tir. Bu illere göre ilgili bölgede, ilçeler bazında %7 ile %90 arasında bir dağılım gösterip ortalama %76,2'sini oluşturmaktadır. İllere göre dağılım yapıldığında ise Muğla için %80,6'dır. Üretim metodu olarak, iki ve üç fazlı kontinü sistem yanında hijyenik koşullara haiz olmak şartıyla geleneksel yöntemler de (hidrolik pres ve süper pres) uygulanabilir. Ürün de aranan fizikokimyasal özellikler Türk Gıda Kodeksi zeytinyağı ve prina yağı tebliğinde belirtilen temel normlardır. Mevcut coğrafi işaret belgesinde TGK zeytinyağı kodeksindeki 2004 yılı normları yer almakta olup söz konusu normlar 2010 yılında yeniden ilgili uluslararası mevzuata göre revize edilmiştir. Güney Ege zeytinyağları coğrafi işaretinin bu bakımdan da yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Güney Ege Zeytinyağlarının ayırt edici özelliği olarak koyu yeşilimsi -sarı renkli ve kuvvetli meyve kokuludur. Erken hasatla birlikte bu yoğun meyve tadı, acılığı hissedilmektedir. İlgili coğrafi işaret bölgesinde Güney Ege Zeytinyağları adıyla tescil edilen ürünün denetimine ilişkin ayrıntılı bilgiler verilmiştir (İnt.Kyn.6).

Milas Zeytinyağı

Milas Ticaret ve Sanayi odasının 24/06/2014 tarihinde TPE 'den almış olduğu Milas zeytinyağı (Menşe Adı) Coğrafi işaret belgesinde ürünün tanımı ve ayırt edici özellikleri verilmiş olup, yöredeki zeytinyağı üretimi hakkında gerekli tarihsel bilgiler ve zeytin çeşidin yetiştigi coğrafi lokasyonlar ayrıntılı bir şekilde verilmiş olup Milas ilçesinin zeytin yetiştirme koşulları detaylı bir şekilde belirtilmiştir. İlçede yetişen hakim zeytin çeşidinin Memecik zeytin çeşidi olduğu ifade edilmiş olup, elde edilen yağların fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri aşağıda verilmiştir.

Serbest yağ asidi miktarı: Milas zeytinyağlarının oleik asit cinsinden serbest yağ asidi miktarı oleik asit cinsinden %0,7 değerinin altındadır. **Peroksit Değeri:** Milas Zeytinyağları için peroksit değeri ortalama 4,5 meq aktif oksijen/kg yağ olup, Türk Gıda Kodeksinde natürel zeytinyağları için izin verilen azami değer olan 20 meq aktif oksijen/kg yağın

altındadır.

Milas yağı için coğrafi işaret belgesindeki majör yağ asitlerinde değerlerindeki değişim şu şekildedir: Palmitik Asit %15,52- 15,97; Stearik Asit maximum %4,98; Oleik Asit minimum %71,85; Linoleik Asit %9,5- 17,35; Linolenik Asit %0,26- 1,38. **Sterol Kompozisyonu:** Milas Zeytinyağında desmetilsterollerden kampesterol, stigmasterol, klerosterol, β -sitosterol ve D5-avenasterol tespit edilmiştir. Bunların değişimi; Kampesterol %1,32- 3,63; Toplam β -sitosterol %70,72- 87,45; D5-avenasterol %2,82- 21,05; Stigmasterol %0,36- 1,53; D7Stigmastenol %0,16- 0,81; D7Avenasterol %0,39- 2,03 arasında bulunmaktadır. **Triasilgliseroller (TAG):** Milas yağlarında tespit edilen Triasilgliseroller (TAG) ve değişimleri sırasıyla triolein (OOO, %61,87- 68,32), palmitodiolein (POO, %18,25- 25,82) ve dioleolinolein (LOO, %6,01- 10)'dir. Milas yağlarında α - tokoferol en az 100 mg/kg; Toplam Fenolik Madde içeriği en az 100 mg/kg şeklinde olmalıdır. Fenolik bileşenlerin dağılımı Milas zeytinyağında basit fenollerden hidroksitirozol ve trizol, fenolik asitlerden p-kumarik ve ferulik asit, flavanoidlerden luteoin ve apigenin tespit edilmiştir.

Milas zeytinyağının üretiminde kesikli (hidrolik pres ve süper pres) ya da iki fazlı veya üç fazlı sürekli sistem uygulanmalıdır.

Duyusal Özellikler: Yörede yetişen bu zeytin çeşidinden, verimi yüksek, sarı-yeşil arası renkte, orta değerde meyvemsi aromaya sahip üst sınıf bir natürel zeytinyağı yağ elde edilmektedir. Bu yağ yakıcı değildir, genizde oldukça hafif bir yanma, ağızda yine çok hafif bir acılık hissettirmektedir. Meyvemsiliğinde dikkat çeken özellikleri; turunc, portakal mandalina ve limon aroma kokularının hakim olması şeklinde kendini hissettirmektedir. Meyve çeşitliliğinin sağladığı "oluropein" zenginliği açığa çıktığından, natürel zeytinyağında bulunması gereken acılık damakları yormadan hissedilmektedir. Milas Zeytinyağının aroma profilinde; "yeşil, elma ve kesilmiş çimen" olarak tanımlanan hekzanol bileşeni, "acı, badem, yeşil ve elma" gibi tanımlanan E-2-hekzenal bileşeni, "meyvemsi ve kesilmiş çimen" olarak tanımlanan hekzanol bileşeni ve "yeşil meyvemsi ve acı" olarak tanımlanan Z-3 hekzanol bileşeni yer almasıyla diğer zeytinyağlarından ayrılmaktadır. Milas Zeytinyağı, kalite ve saflık kriterleri açısından Türk Gıda Kodeksi Natürel Sızma Zeytinyağı Tebliği ile uyumlu olmalıdır. Denetlemeye ilişkin olarak da ayrıntılı bilgiler verilmiştir (İnt.Kyn.7).

Aydın Memecik Zeytinyağı

Bu işaret belgesi 17/09/2020 tarihinde Aydın Ticaret borsası tarafından menşe adı (no: 535) olarak Türk Patent Enstitüsü (TPE) 'den alınmıştır. Aydın ilinde yetişen Memecik çeşidi zeytinlerinden elde edilen, meyve kokusunun yoğun hissedildiği, acılığı ve yakıcılığı belirgin, natürel sızma bir zeytinyağıdır. Serbest asitlik en çok %0,8; peroksit değeri en çok 18 meqO₂ / kg yağ; toplam fenolik madde içeriği en az 100 mg/ kg olmalıdır. Ayrıca duyuşsal özellikler bakımından kusur medyanı 0 meyvemsi özellik medyanı 0'dan büyük olmalıdır. Zeytinlerin yağ üretimi hidrolik presleme sinolea (perkolasyon veya soğuk damlama/ seçici filtrasyon) ve kontinü santrifüj yöntemlerinden herhangi biriyle gerçekleştirilebilir. Dip zeytin kesinlikle üretimde kullanılamaz.

Yoğurma sıcaklıkları 30 derece civarlarında olmalı süre maximum bir saat olmalıdır. Yoğurma işleminde su kullanılması halinde ilave edilen su zeytinin %10 unu geçmemelidir. Depolama konik dipli paslanmaz çelik veya krom-nikel kaplı tanklarda, inört gaz veya yüzel kapak sistemlerle yapılmalıdır. Denetlemeye ilişkin bilgilerde detaylı şekilde verilmiştir.

Aydın ilinde üretilen Memecik zeytinyağları sterol içerikleri aynı şartlarda İzmir ve Muğla'da üretilen yağlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur.

Memecik zeytini kuraklığa dayanıklı olması sebebiyle yazları sıcak geçen bölgenin iklim koşullarına çok iyi uyum sağlamış olması ve ilde geleneksel olarak üretilmesi yüksek fenolik madde içeriğinin nedenidir (İnt.Kyn.9).

AB tarafından Tescil Edilen Milas Zeytinyağı

Milas Ticaret ve Sanayi odasının 13/11/2017 tarihinde TPE aracılığıyla Avrupa Birliği Coğrafi işaretler tescil Ofisine yapmış olduğu başvuru 17/08/2020 tarihinde sonuçlanmış olup bu tarihte Milas Zeytinyağı tescili yapılmıştır. Karar 23/12/2020 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe girmiştir (İnt.Kyn.9). Bu coğrafi işaret (Menşe Adı) Coğrafi işaret belgesi kapsamında olup, ürünün tanımı ve ayırt edici özellikleri verilmiştir. Bu belgede TPE tarafından belirtilen bazı hususlar (sterol bileşenler ve TAG kompozisyonu) bulunmamaktadır. Milas zeytinyağı Memecik zeytin çeşidinden üretilmelidir. Üretim lokasyonları 2014 yılında alınmış olan Milas zeytinyağı PI belgesinde ayrıntıları verilen

yerlerdir.

Zeytinyağına ait renk: Yağ sarı tonlarda yeşil renkte olmalıdır; zeytinyağının aroması: çimenimsi kokuyu hatırlatmalı ve tat-lezzet kırmızı biber ve karabiber tadı ile karakterize olmalıdır; α - tokoferol: en az 100 mg/kg yağ olmalı; toplam Fenolik Madde miktarı: en az 100 mg/kg olmalı; Milas Zeytinyağında serbest yağ asidi miktarı %0,7 oleik asit altında olmalıdır Milas Zeytinyağları için ortalama peroksit değeri 4.5 meq aktif oksijen / kg olmalı ancak maksimum 20 meq aktif oksijen / kg yağ geçmemelidir.

Natürel zeytinyağlarının üretiminde klasik (süper pres) ve kontinü sistemler kullanılabilir. Kullanılacak sıcak su 30- 40 °C arasında olmalıdır.

Bunların uygulanmasına dair ayrıntılar ilgili belgede verilmiştir. Ayrıca Milas'ın tarihi ve kültürel değerleri ve antik dönemden beri zeytinyağı üretimindeki önemine vurgu yapılmıştır. Milas yağının yüksek fenolik madde içeriğinin onun tat ve aromasından sorumlu olmasının yanında hexanal (yeşil, elma ve biçilmiş çimen kokusu), E2- hexanal (acı, badem, yeşil ve elma), hexanol (meyveli ve biçilmiş çimen) ve Z-3 hexenol (yeşil meyveli ve acı) bileşenlerini içermelidir. Milas yağındaki yüksek miktardaki fenolik maddeler ve alfa-tokoferol içeriği ayrıca zeytinyağını oksidasyondan koruyarak daha düşük peroksit değerleri vermektedir. Milas Zeytinyağı, bölgedeki hakim zeytin çeşit Memecik'ten üretilen karakteristik bir yağdır. Milas Zeytinyağı'nın özgünlüğünün oluşmasında coğrafi bölgenin kendine özgü pedo- iklim şartları ve insan faktörleri de rol oynamaktadır. İlçenin sıcaklık değerleri zeytin ağaçları için neredeyse optimum yetiştirme şartlarını sağlar ve yüksek zeytin verimi sağlar. Sulama eksikliği, yüksek fenolik içerikli zeytinler üretir. Zeytin yetiştiricileri, zeytinyağına kendine özgü rengini ve aromasını vermek için zeytinler tamamen olgunlaşmadan hasat etmeye başlar. Bekletmeden hızlı bir işleme yağların peroksit ve serbest yağ asidi değerlerini düşük tutmada önemli bir rol oynamaktadır (İnt.Kyn.9).

2.7 Memecik Çeşidinden Üretilmiş Zeytinyağları Üzerine Yapılmış Çalışmalar

Köseoğlu (2006) tarafından Zeytincilik Araştırma Enstitüsü (Bornova – İzmir) yetiştirilen Memecik zeytin çeşidinden iki hasat yılı (2004- 2006) süresince Ege bölgesinde faaliyet gösteren klasik sistem (sulu sistem, dik taş değirmen öğütme, 50- 60°C sıcak su ve) ve modern sistem (iki fazlı, iki buçuk fazlı, üç fazlı kontinü santrifüjleme sistemi) ile üretim

yapan fabrikalarda endüstriyel olarak ve Abencor düzeneği ile üretilen natürel zeytinyağlarının kalite özellikleri incelenmiştir. Toplanan zeytinlerde olgunluk indisleri 3,55-4,17 (ortalama 3,89) arasında değişmektedir. Araştırmacı Abencor, üç fazlı, 2,5 fazlı, klasik ve iki fazlı üretim sistemlerine ait iki hasat yılında SYA (%oleik asit), PS (meq O₂ / kg yağ), K₂₃₂ ve K₂₇₀, toplam klorofil miktarı (ppm) ve toplam polifenol değerleri (mg kafeik asit/kg yağ) ortalama değerleri değişimi sistemlere göre sırasıyla verilmiştir: [0,34 – 1,15 (0,73) ; 0,34 – 1,17 (0,76); 0,69 – 1,26 (0,98) ; 0,59 – 1,10 (0,84) ve 0,66 – 1,08 (0,98) % oleik asit], [22,39 – 3,93 (13,20); 11,87 – 5,19 (8,71); 20,77 – 9,05 (14,91) ;14,43 – 7,36 (10,89) ve 11,63 – 8,50 (8,71) meq O₂ / kg yağ], [2,208 – 1,498 (1,85); 1,784 – 1,603 (1,70); 2,136 – 1,685 (1,89) ; 1,819– 1,563 (1,70) ve 1,972 – 1,708 (1,83)], [0,147 – 0,146 (0,165); 0,166 – 0,153 (0,168); 0,133 – 0,135 (0,131) ; 0,133– 0,145 (0,131) ve 0,168– 0,159 (0,166)] ve [13,57 – 2,85 (8,20); 4,62 – 4,88 (4,7); 11,48 – 2,53 (7,0) ; 6,63– 2,73 (4,60) ve 4,38 – 2,54 (3,4) mg/kg yağ, ve [75,34 – 204,9 (140,8); 96,91 – 157,7 (130,3); 36,26 – 150,8 (93,5); 53,36 – 62,4 (56,8); 35,86 – 203,7 (121,3) mg kafeik asit/kg yağ]. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Tebliğindeki SYA değerlerine göre de, 2005 yılı değerleri ile tüm sistemlerden elde edilen zeytinyağları natürel sızma; 2006 yılına ait değerler ile de natürel birinci olarak değerlendirilmiştir. PS değerleri TGK ilgili hükümlerine uygun bulunmuştur. Bu çalışmada SYA değerleri bakımından sistemler karşılaştırıldıklarında üç fazlı sistemin en düşük SYA değerine sahip olduğu ve istatistiksel olarak ise hasat yılı ve sistemlerin p<0,05 düzeyinde önemli etkisi olduğu Köseoğlu (2006) tarafından belirlenmiştir. Farklı sistemlerden elde edilen yağların PS değerleri üç fazlı sistemlerde en düşük değeri göstermiştir. Özgül absorbans değerleri sistemler açısından istatistiki olarak önem arz etmiştir. 2,5 fazlı sistemlerin K₂₃₂ değeri en yüksek, klasik sistemler ise en düşük değeri almıştır. K₂₇₀ absorbans değerlerinin üç fazlı sistemlerde en yüksek, klasik ve 2,5 fazlı sistemlerde ise en düşük değeri aldıkları tespit edilmiştir. Araştırmacı farklı yağ elde sistemleri ile elde edilen yağların klorofil değerlerinin laboratuvar örneklerine göre düşük bulunduğunu ifade etmiştir. Ekstraksiyon sistemlerinin, Memecik zeytin çeşidinde üretilen yağların duyusal nitelikleri üzerine önemli düzeyde etkili olduğu Panel testleri ile ortaya konulmuştur. Sistemler ve hasat yılı bakımından duyusal temelde yağ örnekleri farklı kategorilerde değerlendirilmiştir. 1. yıl için örneklerde bariz duyusal kusurlar ransit/küf nedeniyle 3 fazlı (Natürel 1.) diğerleri Natürel 2.sınıfına dahil olur iken; 2. yıl örneklerinde 3 fazlı kontinü örneği (natürel sızma) diğer örnekler ise bazı kusurlardan dolayı şarap – sirke / ransit (Natürel 1.) ve ransit/küf (Natürel 2.) sınıfı içinde değerlendirilmişlerdir.

Ocakoğlu vd. (2009) tarafından 2005- 2006 hasat yıllarında Türkiye’de ekonomik öneme sahip Ayvalık ve Memecik dahil 6 zeytin çeşidinden elde edilen yağlarda kalite analizlerinin (PS: 13.45 meqO₂/kg Memecik için) yanı sıra toplam fenol, oksidatif stabilite ve renk maddeleri gibi analizler yapılmış, hasat senesinin ve çeşidin yağın özelliklerini etkileyen en önemli faktörler olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenol içerikleri 2005 ve 2006 yıllarında sırası Memecik zeytinyağında 330,92 mgGAE/kg yağ ve 137,14 mgGAE/kg yağ bulunmuştur.

Zeytinyağı kalitesi botanik ve coğrafi orijin ile ilişkili olduğundan zeytinyağının çeşit ve bölgesel karakterizasyonu önem kazanmıştır. Güney Ege Bölgesinden sağlanan ve ülkemizin ekonomik açıdan en önemli zeytinyağlarından birisi olan Memecik zeytinyağları örnekleri (n=8) iki hasat yılı (2007- 2009) süresince kalite parametreleri, yağ asitleri, triağılglicerol ve sterol kompozisyonu, alfa-tokoferol ve toplam fenolik madde içerikleri, fenolik madde miktarı ve aroma profili İlyasoğlu ve Özçelik (2011) tarafından belirlenmiştir.

Analiz edilen zeytinyağı örneklerinin kalite parametreleri (SYA [%0,48- 0,75 oleik asit], [UV₂₃₂ nm 1,95- 2,67], [UV₂₇₀ nm 0,13- 0,16]) yağ asitleri ve sterol kompozisyonun (kampesterol hariç), Türk Gıda Kodeksi ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Memecik zeytinyağlarında tespit edilen başlıca yağ asitleri oleik asit (%73,37- 75,64), palmitik asit (%11,45- 13,84), linoleik asittir (%7,33- 8,91), palmitoleik asit (%0,61– 0,75) ve linolenik asit (%0,73– 0,81). Triolein [OOO] (%63,50- 68,32), palmitodiolein [POO] (%18,25- 25,82), dioleolinolein [LOO] (%6,01-9,18), PLO (%1,22 – 1,43) ve POP (%5,92) zeytinyağı örneklerinde tespit edilen başlıca triağılglicerollerdir. Sterol kompozisyonu oluşturan başlıca steroller, b-sitosterol (%80,76- 83,00), D5-avenasterol (%11,02- 12,78), kampesteroldür (%4,01- 4,97), toplam b-sitosterol (%94,17- 95,08) ve toplam sterol (1156,6– 1424,5 mg/kg). Toplam fenolik madde miktarı değişimi 106,89 – 171,34 mg/kg olmuş iken alfa tokoferol miktarının değişimi 198,74 – 313,49 mg/kg olmuştur. Memecik çeşidi zeytinyağlarının fenolik madde profilinde, hidroksitirozol, tirozol, ferulik asit, p-kumarik asit, apigenin ve luteolin ve aroma profilinde heksanal (yeşil, elma ve kesilmiş çimen), heksanol (meyvemsi ve kesilmiş çimen), E-2-hekzenal (acı, badem, yeşil ve elma), E-2-hekzenol ve Z-3-hekzenol (yeşil meyvemsi ve acı) tespit edilmiştir. Memecik çeşidi zeytinyağlarda terpenlerden “odun ve baharat” olarak tanımlanan α -kopaen komponentleri de belirlenmiştir (İlyasoğlu ve Özçelik 2011).

Uğurlu (2011), Aydın'ın Sultanhisar yöresinde yapmış olduğu çalışmada, Memecik çeşidi zeytindeki 3 farklı olgunluk döneminin (ben düşme, mor ve siyah) zeytin meyvelerindeki bazı pomolojik özellikleri ile yağlarının fiziksel, kimyasal ve antioksidan nitelikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Olgunlaşma boyunca meyve ağırlığının ve et/çekirdek oranının azaldığı, yağ miktarının, serbest asitlik derecesinin ise arttığı tespit etmiştir. Nem miktarı, K232nm (2,21– 1,82) ve K270 (0,21– 0,19) değerleri ile SYA (%0,34– 0,48 oleik asit), peroksit değerlerinde (13,21– 10,97 meq O₂/kg) bir dalgalanma gözlenirken, ΔK değerleri ile kırılma indislerinde değişim görülmemiştir. Pigment miktarları (klorofil 3,21– 1,29 mg/kg ve karotenoid 1,58 – 0,98 mg/kg) olgunlaşma ile birlikte azalmıştır. Oleik asit (%71,32 – 77,66) bir artış ve linoleik asit miktarı (%11,13– 7,74) olgunlaşma süresince azalmak suretiyle değişkenlik göstermiş, palmitik asit miktarı (%14,95– 12,52) ve palmitoleik asit (%0,75– 0,50) azalmış, linolenik asit (%0,03– 0,10) ve stearik miktarı (%1,13– 1,54) ise düzenli olarak artmıştır. Toplam fenolik madde miktarının olgunlaşma boyunca azaldığı en yüksek değerin 210,42 mg GAE/kg yağ ile ben düşme döneminde saptandığı, en düşük değerin ise 112,57 mg GAE/kg yağ ile siyah dönemde gerçekleştiği bildirilmiştir. Ayrıca alfa- tokoferol (290,95– 251,20 mg/kg) ve bunlara ek olarak antioksidan aktivite testi (DPPH %85,68– 68,57) gibi değerlerin olgunlaşmaya bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Araştırmacı, Memecik çeşidinin hasadı için zeytinyağının insan sağlığı üzerine olumlu etkileri olduğu bilinen bileşenlerinden tokoferollerin (E vitamini) en fazla olduğu mor dönem ve fenolik madde içeriği ile antioksidan aktivitesinin en yüksek olduğu ben düşme döneminin seçilebileceği sonucuna varmıştır (Uğurlu 2011).

Aydın ilinde yetiştirilen ve olgunluk indeksi 6,91 olan Memecik (ülke zeytin varlığının yaklaşık %50'sini teşkil eden çeşit) iki fazlı kontinü sistem ile laboratuvar şartlarında elde edilen natürel zeytinyağlarının kalite ve yağ asidi profili Uğurlu Aşık ve Özkan (2011) tarafından ele alınmıştır. Memecik zeytin çeşidine ait yağların kalite indisleri SYA (%oleik asit) [0,95], PS (meq O₂ / kg yağ) [3,20], K232 [1,493] K270 [0,0985], klorofil (mg/kg) [0,493] ve karoteoid (mg/kg) [0,51] olarak tespit edilmiştir. Yağ asidi profili palmitik [%11,38], stearik [%1,25] oleik [%76,33], linoleik [%10,34], linolenik [%0,07] olarak verilmiştir. Araştırmacılar geç hasat döneminde de Kodeks değerlerinde istenilen düşük SYA, PS ve UV delta K değerlerine sahip yağ üretilebileceğini ifade etmişlerdir (Uğurlu Aşık ve Özkan 2011).

İki hasat sezonunda (2008/09 ve 2009/10) Memecik zeytin çeşidine ait zeytinyağlarının pigment (klorofil), antioksidan içeriği (TFM ve alfa- tokoferol) ve aktivitesi (DPPH) üzerine yaprak ilavesi, olgunluk aşaması (erken ve geç hasat) ve depolamanın etkileri Sevim vd. (2013) tarafından araştırılmıştır. Yaprak ilave edilmemiş Memecik zeytinlerinin hamurlarından üretilmiş natürel zeytinyağlarındaki klorofil miktarı değişimi iki hasat yılı için 1,70– 50 mg/kg; TFM 126,04– 231,33 Kafeik asit mg/kg, alfa –tokoferol 245,48– 388,69 mg/kg, DPPH RSA 63,18– 95,10 (µmol TE/100 g) arasında tespit edilmiştir. Özellikle erken hasat edilen meyvelerden yapılan yağların yüksek bir performansa sahip olduğunu ifade eden araştırmacılar (Sevim vd. 2013), yoğurma esansında %1- 3 arasında yapılan zeytin yaprağı ilavesi ile bu değerlerin dikkate değer düzeyde yükseldiğini depolama sırasında yüksek bir raf ömrü katkısı ile etkinlik sağladıklarını ifade etmişlerdir (Sevim vd. 2013).

Köseoğlu (2013) çalışmasında Ege Bölgesinde 2009 ve 2010 hasat yıllarına ait ve iki ayrı lokasyonda yetiştirilen, başlıca ekonomik önemi haiz zeytin çeşitleri olan Ayvalık (Ayvalık) ve Memecik (Aydın) çeşitlerine ait yağların antioksidan aktivitesi üzerine etki eden bileşenlerin bu yağlarda raf ömrüne etkileri incelenmiştir. Zeytinyağlarında kalite kriterleri analizleri ile birlikte fenolik bileşikleri, klorofil a, klorofil a, feofitin a, feofitin b, α-tokoferol, toplam fenolik madde, toplam klorofil ve toplam karotenoid, beta-karoten, ABTS+* ve DPPH* RSA gibi değerler yanında yağ asitleri ve sterol kompozisyonuna bakılarak yağların duysal değerlendirilmesi sağlanmıştır. Araştırmacı Memecik çeşidi zeytinlerinde iki hasat yılı için kalite analiz değişimlerini SYA (%0,28– 0,36), PS (4,79– 5,40 meq O₂/kg), UV₂₃₂ nm (1,511– 1,604) ve UV₂₇₀ nm (0,141– 0,154) arasında bulunmuştur. Yağ asidi profili değişimleri major bileşenler: palmitik (%12,94- %15,36) stearik (%2,09- %2,54), oleik (%65,63- %71,43), Linoleik (%9,14- %13,40), Linolenik (%0,85- %0,94), SFA (%16,15- %18,31), PUFA (%10,02- %14,34) arasında bulunmuştur. Sterol fraksiyonlarının değişimi beta-sitosterol %84,22 ile %89,54 arasında; delta-5-avenasterol %2,66 ile %4,50 arasında; kampesterol %3,08 ile %3,42 arasında; delta-5.24 stigmastadienol 0,23 ile %0,45 arasında; klerosterol %1,08 ile %1,20 arasında; delta-7-avenasterol %0,27 ile %0,40 arasında, Toplam beta-sitosterol %93,70 ile %94,30 arasında, Toplam sterol 1337 mg/kg ile 1578 mg/kg arasında, stigmasterol %1,35 ile %1,79 ve Eritrodiol+Uvaol %1,06 ile %1,54 arasında tespit etmiştir. Renk pigmentleri olarak toplam klorofil miktarı değişimi 1,96 mg/kg ile 3,69 mg/kg arasında iken toplam karotenoid miktarı ise 1,33 mg/kg ile 2,18 mg/kg arasında olmuştur. Memecik çeşidinde toplam fenolik madde değeri 186,8 mg CAE/kg yağ ile 280,6 mg CAE/kg yağ arasında değişmiştir. Memecik örneğinin α-tokoferol miktarı (mg/kg) değişimi 287,9

mg/kg ile 378,8 mg/kg arasında olmuştur. DPPH* Radikal Süpürücü Aktivite (RSA) Değişimi Memecik çeşidi için ise 67,4 μ mol TE/100g yağ ile 114,1 μ mol TE/100g yağ arasında değişmiş olup, Memecik çeşidinin DPPH* RSA değerleri her iki hasat yılında da Ayvalık çeşidi yağının DPPH* RSA değerlerinden yüksek bulunmuştur. Oksidatif Stabilitate Ransimat (120°C) testi sonuçları Memecik çeşidi için ise 6,67 saat ile 9,34 saat arasında değişmiştir. Araştırmacı (Köseoğlu 2013) 2009 ve 2010 hasat yıllarına ait Memecik yağların depolama öncesi duyu analizi sonuçları olarak; acılık şiddeti değişimi sırası ile (2,4- 3,1 ve 2,2- 2,8), meyvemsilik şiddeti değişimi (3,5- 4,0 ve 2,8- 3,5), yakıcılık şiddeti (2,4- 4,1) Memecik çeşidinde ise ikinci hasat döneminde acılık şiddetinin birinci hasat dönemine göre azaldığı belirlenmiştir. Yapılan duyu değerlendirmelere göre yağlar, olumsuz özelliklerden oksit (ransit, eskimiş, bayat) tat ile olumlu özelliklerden meyvemsi, acılık ve yakıcılık özellikleri ile karakterize edilmiştir. Memecik zeytin çeşidinden elde edilen yağların Ayvalık çeşidine göre acılık ve yakıcılığının daha şiddetli algılandığı belirlenmiş olup acılık ve yakıcılık şiddetinin Memecik zeytin çeşidi yağının karakterize edilmesinde kullanılabileceği söylenebilir. Ayvalık zeytin çeşidi yağından acılık ve yakıcılık bakımından daha üstün olmasının nedeni olarak fenolik bileşik bakımından daha zengin olması ile açıklanabilir (Köseoğlu 2013).

Büyükgök (2015), ekonomik olarak önem taşıyan ve İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nün Bornova sahasından temin edilen zeytinlerin (Ayvalık, Memecik, Gemlik ve Kilis Yağlık) farklı hasat zamanlarının (iki hasat yılı ve üç farklı olgunluk düzeyi erken, orta ve geç hasat) ve olgunluk indeksinin natürel zeytinyağının verimine, bazı kimyasal özelliklerine ve duyu özelliklerine etkisini incelemiştir. Memecik çeşidi zeytinde yaptığı çalışmada, serbest yağ asidi içeriği değişimini iki hasat yılı için (% 0,22 – 0,40 – 0,28 oleik asit) ve (% 0,54 – 0,35 – 0,39); peroksit sayısı değişimi (meq O₂/kg) iki hasat yılı için (6,81- 3,28 – 6,09) ve (4,63-6,92-5,38); UV ışığında özgül soğurma K₂₃₂ (1,56 -1,49 -1,52) ve (1,39 – 1,54- 1,43) ve K₂₇₀ değerleri (0,13 – 0,13 – 0,12) ve (0,13- 0,12- 0,12) arasında değişimler tespit etmiştir. Zeytinyağı örnekleri serbest yağ asitliği, peroksit değeri, UV ışığında özgül soğurma değerleri ve duyu özellikleri bakımından Türk Gıda Kodeksinin “natürel sızma zeytinyağı” sınıfı tanımına uygun bulunmuştur. Her iki hasat yılı için toplam fenolik madde miktarı (Kafeik asit mg/kg) değişimleri hasat dönemlerine göre sırasıyla (130,86- 299,92 – 184,11) ve (115,82- 109,3 – 158,68) tespit edilmiştir. Ransimat değerleri (indüksiyon periyodu 120°C’de saat) değişimi (6,95 – 8,59 – 8,23) ve (5,71 – 4,39 – 5,80) olarak bulunmuştur. Memecik çeşidine ait yağ asitleri profilindeki değişimler palmitik asit için

(%14,57 – 13,50 – 12,94) ve (%14,65 – 14,26 – 13,48) arasında olmuş; palmitoleik asit (%1,33 – 1,06 – 1,12) ve (%1,19 – 1,16 – 1,08) arasında tespit edilmiş; stearik asit (%1,77 – 1,89 – 1,86) ve (1,77 – 1,85 – 1,87) arasında bir değişime sahip iken; major yağ asidi oleik asit (%68,54- 68,80 – 71,48) ve (%70,74 – 71,78 – 72,52) arasında bir değişim göstermiş ; linoleik değişimleri (% 8.8-12.68 - 8.32) ve (% 9.48- 8.94- 9.06) arasında iken linolenik asit değişimleri (% 0,98-0,85 – 0,95) ve (%1,03 – 0,92 – 0,88) arasında bulunmuştur. Farklı olgunluk indekslerinde toplanan Memecik zeytinlerinden elde edilen yağlarda olgunluk ilerledikçe SFA bileşenleri oranının azaldığını buna karşılık MUFA ve PUFA bileşenleri oranının arttığı belirlenmiştir. Farklı çeşitlerde farklı duyuşal aromalar kaydedilmiştir. Çalışma sonucunda meyvemsilik özelliğinin en yoğun Memecik çeşidinde olduğu, Kilis Yağıktan sonra acılık ve yakıcılığın yoğun hissedildiği çeşidin Memecik olduğunu ifade eden Büyükgök (2015), bu zeytin çeşidi için en ideal hasat zamanının orta hasat veya olgun hasat döneminde yapılmasının uygun olacağını da belirtmektedir. Duyusal analiz sonucu Memecik çeşidinin çiçek ve acı badem aromalarına sahip olduğu kaydedilmiştir (Büyükgök 2015).

Sönmez (2015), yaptığı çalışmada Muğla- Datça yöresinde organik üretimi yapılan, 2012 yılı Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında elle hasat gerçekleşen Memecik zeytin çeşitlerinde, bazı pomolojik ölçümler ve kimyasal analizler gerçekleştirmiştir. Organik Memecik zeytininden elde edilen zeytinyağının, olgunluk indeksi arttıkça, serbest yağ asidi (% 0,17 – 1,64 Oleik asit), peroksit sayısı (3,89 – 14,30 meq O₂/kg) , UV’de özgül absorbans K₂₃₂ (1,8 – 2,531) ve K₂₇₀ (0,15 – 0,213), Stearik asit (% 2,53 – 2,66), oleik asit (% 64,51 – 67,69), delta-7 avenasterol (% 0,31-0,71), klerosterol (% 0,77 – 1,03), delta-7-stigmastenol (% 0,31-0,45), delta-5,24-stigmastadienol (%0,78 – 0,74) ve eritrodiol+uvaol (% 2,26 – 2,79) içeriklerinin yükseldiğini tespit etmiştir. Memecik çeşidine ait yağlarda palmitik asit (%15,58 – 13,06), palmitoleik asit (%1,17 – 0,83), kampesterol (%2,97 – 2,64); beta-sitosterol (%87,67 – 87,64) ve toplam beta-sitosterol (%95,27 – 94,74), delta 5-avenasterol (%5,24 – 4,93), sitostanol (%0,75 - %0,37),toplam sterol (1827 – 1597 mg/kg) içeriklerinin düştüğünü ve olgunluk indeksi arttıkça (0,85- 5,20) raf ömrünün (25 °C’deki raf ömrü olup, 4 farklı indüksiyon sıcaklık derecesinde ransimat bulgularına dayalı bir program ile tespit edilmiştir) önce artıp (511 gün) sonra ((91.3 gün) düştüğünü) tespit etmiştir (Sönmez 2015).

Sevim vd. (2016), ülkemizin önemli zeytin çeşitleri olan Ayvalık, Memecik, Gemlik ve Uslu (Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü – İzmir) zeytin çeşitlerinden Abencor sistemi ile elde edilen yağlar toplam fenolik madde, α -tokoferol, klorofil ve karotenoid miktarları ile

DPPH antioksidan aktivitesi açısından analiz etmişlerdir. Memecik çeşidi (olgunluk indisi 4,8) için Toplam fenolik madde miktarının 304,94 mg CAE/kg, klorofil miktarı 0,55 mg/kg, karotenoid miktarı 0,79 mg/kg, alfa tokoferol 340,44 mg/kg ve antioksidan aktivitesinin 94,58µmol TE/100 g yağ olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada en yüksek alfa tokoferol miktarı Memecik çeşidinde bulunmuş olup, en yüksek toplam fenolik madde içeren Gemlik zeytin çeşidinden sonra Memecik çeşidi ikinci olmuştur. Çeşitler arasında en düşük klorofil ve karotenoid Memecikte tespit edilmiştir (Sevim vd. 2016).

Tibet (2019) tarafından yapılan çalışmada, Türk zeytinyağlarında saf olmalarına rağmen sterol kompozisyonunda saptanan limit dışı parametreler nedeniyle yaşanan problemlerin çözümüne katkı sağlanması amacıyla bir araştırma yapılmıştır. Son yıllarda, hem natürel ve hem de ham zeytinyağlarında, Kuzey (Ayvalık çeşidi) ve Güney Ege Bölgelerinde (Memecik çeşidi) delta-7 stigmastenol ve toplam beta-sitosterol değerlerinde sapma tespit edilmekte olduğunu bildiren araştırmacı bunun nedenlerinin global iklim değişikliği ile doğal ekeolojik şartlardaki değişim olabileceğinden hareket ile, bu sapma gösteren problemlili ürünlerin saf olmalarından dolayı mutlaka ticarete dahil edilmesinin de ekonominin genel bir kuralı olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca araştırmada üç hasat yılı süresince incelenen numune natürel zeytinyağının %64'ünü ham/ rafinajlık örnekler oluşturmuştur. Aydın ve Muğla illerindeki natürel sızma zeytinyağlarının delte7-stigmastenol seviyesi değişimi iş yıllarına göre %0,42 ve %0,76 arasında değişmiştir. Aynı yöreler için natürel sızma zeytinyağlarının toplam beta- sitosterol seviyesi iş yıllarına göre %93,00 ve %95,44 arasında bir değişim göstermiştir. Ham zeytinyağlarında Aydın ve Muğla için SYA (%0,4 – 7,5 oleik asit) belirlenmiş olup, yağ asitleri profili değişimi PAM (%9,06 – 16,64), OLA (% 66,92- 76,03), LO (8,45 - 11,66) ve LNO (% 0,60 - 0,96); sterol değerleri değişimi brassikasterol (% 0,01 - %0,10); kampesterol (%2,24 -%3,73); delta7-stigmastenol (% 0,37 - 0,97), Toplam beta-sitosterol (% 91,53 - 94,44); Toplam steroller miktarı (101 - 186 mg/100g); Eritrodiol Uvaol toplamı (%1,58 - 3,47) arasında bulunmuştur (Tibet 2019).

Ulubeli (2019) Aydın ilinin farklı yükseltilerdeki (100 m ve 750 m) lokasyonlarında yetiştirilmiş Memecik zeytinlerinden Labortauvar ölçekli Abencor sistemi ile, iki hasat yılı süresince elde edilen natürel zeytinyağlarında serbest yağ asidi (SYA), toplam fenolik madde miktarını, yağ asidi profilini ve sterol kompozisyonunu incelemiştir. Örneklerde SYA (%0,39- 1,40 Oleik asit cinsinden), toplam fenolik madde değişimi (60,33- 511,67 ppm), sterol kompozisyonu değişimi: campestanol (%2,93- 3,83), stigma sterol (%0,70- 1,63), B-sitosterol

(%87,56 – 89,44), toplam betasterol (%93,99- 95,01), delta-5-avanesterol (%3,04- 4,68) ve toplam sterol (900,33- 2798,67 ppm) ve iyot sayısı (85,40- 87,77) olarak tespit edilmiştir. Memecik çeşidine ait yağların yağ asidi profili değişimi iki hasat yılı için palmitik asit (%10,24- 15,52), stearik asit (%2,37- 3,95), oleik asit (%63,39- 77,07), linoleik asit (%7,72- 13,76), linolenik asit (%0,71- 1,36) arasında bulunmuştur. Araştırmacı, Memecik zeytininin yüksek periyodisite gösteren bir çeşit olduğunun ifade etmiş ve yapılan çalışma ile yükseltinin yağın bazı biyokimyasal bileşenleri üzerine önemli düzeyde etkisinin olduğunu gözlemlemişlerdir. Memecik çeşidine ait yağ örnekleri için toplam sterol miktarının 100 m rakımdaki yağlarda yüksek olup, oleik asit, fenolik bileşikler ve yağ randımanı değerlerinin ise 750 m rakımdaki yağlarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Ulubeli 2019).

Sarı (2021) tarafından yapılan çalışmada, ülkemizin Güney Ege Bölgesindeki Koçarlı, Söke, Çine, Selçuk, Bayındır, Torbalı, Bodrum, Milas, Fethiye ilçelerinde yetiştiriciliği yoğun olarak yapılan Memecik zeytin çeşidinin meyve ve yağ özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışma içeriğinde bölgeden seçilmiş bahçelere ait Memecik zeytin çeşidi meyvesinde pomolojik analizler yapılmış, elde edilen zeytinyağlarında ise biyokimyasal ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. Güney Ege bölgesinin farklı ekolojik lokasyonlarda (Koçarlı, Söke, Çine, Selçuk, Bayındır, Torbalı, Bodrum, Milas, Fethiye) yetiştiriciliği yapılan Memecik zeytin çeşidi zeytinlerden Labortauvar ölçekli Abencor sistemi kullanılarak elde edilen iki hasat yılı (2018– 2020) ait yağ örneklerinde biyokimyasal ve duyusal analizler gerçekleştirilmiştir. İki hasat yılı için Memecik çeşidine ait yağ örneklerinde SYA (%0,15– 4,50 Oleik asit cinsinden), PS (3,66- 11,41 meqO₂/kg), UV₂₃₂ nm (1,6- 1,9) ve UV₂₇₀ nm (0,14– 0,19), alfa tokoferol [E vitamini] (301 – 480 mg/kg), toplam fenolik madde değişimi (145 – 571 ppm), sterol kompozisyonu değişimi B-Sitosterol (%87,49- 91,26), Delta-5-avenasterol (%1,66– 4,41), campesterol (%2,25– 3,32), stigmasterol (%0,58- 2,75), Toplam Beta-sitosterol (%91,21- 94,05), toplam sterol miktarı (887- 2224 mg/kg), eritrodil+uvaol (%1,15-3,29) olarak tespit edilmiştir. Memecik çeşidi zeytinyağı örneklerinde major yağ asitleri değişimi iki hasat yılı için oleik asit (%59,41- 72,63), Linoleik asit (%7,71– 17,55), Palmitik asit (%13,87- 15,48), stearik asit (%1,82- 3,23), linolenik (%0,74– 0,92) arasında bulunmuştur. Örneklerin LLL düzeyi %0,07- 1,10 arasında bir değişim göstermiştir. Birinci ve ikinci hasat yılına ait Memecik çeşidi örneklerde duyusal test sonuçları olarak, olumlu özellikler (acılık: 2,5- 5; meyvemsilik: 1,9 – 5,1; yakıcılık: 4,3 – 5,4) tespit edilmiş olup, sadece birinci hasat yılına ait Fethiye örneğinde negatif özelliklerinin de olduğunu kaydedilmiştir. Araştırmacı (Sarı 2021), İkinci hasat yılı örneklerinin hiçbirinde negatif özelliklerinin de olmadığını ifade

etmiştir. Çalışma bulguları genel olarak değerlendirildiğinde, Memecik çeşidi zeytinyağlarında toplam polifenol madde miktarının Fethiye ilçesinde (571 mg/kg) en yüksek olduğu gözlenmiştir. E vitamini açısından Memecik zeytin çeşidinden elde edilen yağlar incelendiğinde ise en yüksek değerin Koçarlı ilçesi (480 mg/kg) zeytinyağlarında olduğu belirlenmiştir. Oleik asit değerinde Selçuk ilçesi (72,63), palmitik asit değerinde Milas ilçesi (15,48), linoleik asit değeri Fethiye ilçesi (17,55), stearik asit değeri için ise Koçarlı ilçesi (3,23) zeytinyağlarının yağ asidi bakımından en yüksek olacak şekilde sıralandıkları bilinmektedir. Selçuk ilçesi zeytinyağı örneğinin pozitif özellikler (meyvemsilik ve yakıcılık) bakımından en yoğun olarak bulunduğu, acılık değerlerinin ise Söke ilçesi zeytinyağı örneğinde bulunduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, Memecik zeytin çeşidinin yetiştirildiği farklı ekolojik bölgelere göre meyvesinin kalitesinde ve yağ özelliklerinde farklılıklar olabileceğini görülmüştür. Genel olarak Ege bölgesi ve Türkiye'nin en çok ağaç varlığına sahip olan, ekonomik açıdan ve üretim miktarı bakımından da önem taşıyan Memecik zeytin çeşidinin, yoğun olarak üretimin yapıldığı Güney Ege Bölgesi'ndeki zeytin ve zeytinyağlarında incelenen saflık ve kalite özelliklerinin ilgili standartlarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir (Sarı 2021).

Muğla yöresinde (Köyceğiz) farklı yüksekliklerden (40 m, 220 m ve 520 m) ve üç olgunluk indekslerinde (0,3,7) hasat edilen Memecik çeşidi zeytinlerden mekanik yolla elde edilen zeytinyağlarının üç farklı kalite parametresi (SYA, PS ve Toplam Fenolik Madde Miktarı) yönünden incelenmesi Ala (2022) tarafından yapılmıştır. Memecik çeşidinde üç farklı olgunluk indisinde üretilen yağlarda belirlene kalite değişimleri: SYA (%oleik asit) değişimi %1,12 – 4,75 (ortalama %2,92 – 2,67), PS değişimi meqO₂/kg) 9,0 – 26,62 (ortalama 8,45 – 34,31), toplam fenolik madde miktarı (HPLC yöntemi ile şiringik asit E mg/kg) 148 – 555 (ortalama 283,6- 339,3) olmuştur. Olgunluk indeksinin yağların fenolik bileşenleri üzerine dikkate değer bir etkisinin olduğu görülmüştür (Ala 2022).

2.8 Memecik Çeşidi Zeytinyağlarında Yapılan Kemometrik Çalışmalar

Natürel zeytinyağının kalitesini etkileyen faktörlerin başında zeytin çeşidi gelmektedir. Her zeytin çeşidinin kendine özgü fiziko- kimyasal ve duyuşsal karakterde zeytinyağı verebileceği çeşitli çalışmalarla ortaya konulmaktadır. Ülkemizde yıllardan beri zeytinyağı sektöründe hakim olan sadece “tek” çeşidin (özellikle de *Ayvalık* çeşidinin) yağı yemeklik olur şeklindeki bir anlayış bilimsel olarak doğru değildir. Genetik açıdan kötü nitelikte yağ veren

bir zeytin çeşidi olmadığından, bütün çeşitlerin yağları yemeklik olabilir. Ancak her zeytin çeşidinin özellikle de duyuusal yağ nitelikleri, çeşit özelliği yanında hasat zamanı, yöre, toprak özellikleri ve yağ işlemede kullanılan teknoloji gibi değişik faktörlerin etkisi ile değişik olabilir. Bu bakımdan natürel zeytinyağının kalitesinin iyileştirilmesi ve yükseltilmesinde en önemli unsurlardan birinin zeytin çeşitlerinin analitik olarak yağ karakterizasyonu olduğu kuşkusuzdur (Dıraman ve Saygı 2006). Bu nedenlerden dolayı, son yıllarda natürel zeytinyağlarının karakterizasyonu konusunda yapılan çeşitli uluslararası çalışmalarda, farklı coğrafi kaynaklardan gelen ticari örneklerden ziyade saf zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların analitik niteliklerine dayalı olarak incelenmesi ve zeytinyağlarının tanımlaması güncel hale gelmiştir. Tek zeytin çeşidine dayalı olarak natürel zeytinyağlarındaki bazı kimyasal parametre (kalite veya saflık kriterleri gibi) oranlarının sabit olduğu varsayılarak, bu bileşiklerin yağlar arasındaki oranlarının belirlenmesi ile zeytin çeşitlerinin ve hatta coğrafi orijinlerinin tanımlanması konusunda son yıllarda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Enstrümental yöntemlerin analitik kimyada kullanımının hızla artması bu aletlerden elde edilen çok değişkenli verilerin analizinin de önemini artırmıştır. İstatistiksel, matematiksel ve bilgisayar yöntemlerin kimyasal verilere uygulanması olarak tanımlanan Kemometrik analiz yöntemleri, çok değişkenli verilerin sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesinde ve gıda maddelerinin bazı özelliklerin karakterizasyonunda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çünkü analizlerden elde edilen çok sayıda verinin değerlendirilmesi işlemleri zaman alıcı ve karmaşık olduğundan, Kemometrinin kullanımı bir çözüm yolu olarak bu durumu kolaylaştırır (Van Hoed vd. 2006).

Kemometrik yaklaşımlar, genel olarak pek çok analiz sonucunda elde edilecek çok sayıda veriye dayalı olup, çeşitli fiziko – kimyasal parametrelerden elde edilen verilerin analizleri ilgili teknikler yardımıyla yapılarak natürel zeytinyağların karakterizasyonuna ilişkin sonuçlar ortaya konulmaktadır. Bu teknikler arasında en çok kullanılanlar şöyle sıralanabilir: Ana Bileşenler Analizi (Principal Component Analysis-PCA), Ana Bileşenler Regresyonu (Principal Component Regression-PCR), Kısmi En Küçük Kareler Analizi (Partial Least Squares Analysis-PLS), Ayırma Analizleri (Discriminant Analysis- DA) ve Küme Analizi (Cluster Analysis-CA) ve Faktör Analizi (Factor Analysis-FA). Yapılan çalışmalarda, örneklerin bileşen analizleri ve sınıflandırmaları için yaygın olarak kullanılan kemometrik yöntemler; parametre algılama tekniği [Pattern Recognition (PARC)]; Temel bileşenler analizi [Principal Component Analysis (PCA)] ve Kümeleme analizi [Cluster Analysis (CA)] 'leridir. PCA tekniği örnekler arasında nasıl bir ilişki olduğu ve değişkenler arasındaki

etkileşim konularına cevap aramaktadır. CA tekniği ise örnekler arasındaki sınıflandırma (karakterizasyon) konusunda bilgi vermektedir. Natürel zeytinyağlarının karakterizasyonu konusunda özellikle onların hangi coğrafi orijinden geldiği (PDO) (Protected Designation of Origin) hususunda resmi düzenlemelerin olması, buna bağlı olarak Yunanistan, İtalya ve İspanya 'da bu ürünlerin orijin garantisini içeren sertifikaların hızla artması bu ürünlerin kontrolünü gerekli kılmaktadır. Natürel zeytinyağlarının coğrafik bölgeler itibarıyla tanımlanmasında, çevre şartlarından en az etkilendiği kabul edilen ve kalite parametresi olarak da önem taşıyan bazı kimyasal bileşenler (yağ asitleri, trigliserit, sterol kompozisyonu, tokoferol, klorofil ve fenolik bileşenler gibi) ve aromatik bileşenler kullanılmaktadır. Analizlerden elde edilen bu veriler, çeşitli kemometrik tekniklerle (genellikle PCA, CA gibi) değerlendirilerek coğrafi işaret veya çeşit karakterizasyonu olarak yağların tanımlanmasını sağlamaktadır (Dıraman ve Saygı 2006, Van Hoed vd. 2006). Natürel zeytinyağının kalitesini etkileyen unsurların başında elde edildiği zeytin çeşidi gelmektedir. Dünya üzerinde bulunan her zeytin çeşidinin kendine özgü fiziko-kimyasal ve duyusal karakterde bir zeytinyağı verebileceği ve ilgili verilere göre bunların çeşit ve coğrafi temelde sınıflandırılabilceği çeşitli çalışmalarla (özellikle de farklı kemometrik analiz tekniklerinin kullanımı ile) ortaya konmuştur (Dıraman 2008).

Dıraman ve Dibeklioglu (2009), çalışmasında Türkiye'nin farklı yörelerinden (Kuzey-Güney Ege alt bölgesi, Bursa-Akhisar ve Güneydoğu Anadolu) yedi hasat mevsimi (2001- 2007) süresince toplanan tek çeşit (monokültivar) Ayvalık, Memecik, Gemlik, Erkence, Nizip Yağlık ve Uslu yerli zeytin çeşitlerinin erken hasat yağları fizikokimyasal profilleri incelenmiş ve yağ asidi bileşenlerine göre kemometrik yöntemler ile (Temel Bileşen Analizi PCA ve Aşamalı Kümeleme Analizi-HCA, Euclidian Metodu) karakterize edilip coğrafi temelde sınıflandırılmıştır. Memecik çeşidi erken hasat yağları içeren Güney Ege Bölgesi örnekleri (n=6) kalite analizleri değişimleri SYA (%0,25- 2,50 oleik asit), PS (4,21– 22,60 meqO₂/kg), UV₂₃₂ nm (1,32 – 2,30), UV₂₇₀ nm (0,09– 0,27) arasında belirlenmiştir. Yağ örneklerinin toplam klorofil (2,88– 8,78 mg/kg), oksidatif stabilitesi PS değişimi olarak (%32,26– 578,19) tespit edilmiş olup örnekler arasında en yüksek stabilite gösteren ikinci çeşit (Güney Ege yağları = Memecik) olmuştur. Yağ asidi bileşenleri ise palmitik (%11,63- 13,47), stearik (%1,84– 3,15), oleik (%73,18– 76,36), linoleik (%7,45– 9,19), linolenik (%0,55 – 0,71), palmitoleik (%0,73– 0,96) İyot Sayısı (%84,26- 86,70), oleik/linoleik (7,87– 10,25), Linoleik/Linolenik (12,10– 16,25) arasında bir değişim göstermiştir. Örneklerin cis –

trans yağ asitleri izomerleri ulusal ve uluslararası normlara uygun iken, yağ örnekleri arasındaki oksidatif stabilite farklı bulunmuştur. Erken hasat natürel zeytinyağları yağ asitleri profili açısından coğrafi lokasyonlarına göre iki çoklu veri istatistiksel yöntemi (Temel Bileşen Analizi –PCA ve Aşamalı Kümeleme Analizi-HCA, Euclidian Metodu) ile başarı ile sınıflandırılmıştır. Memecik örneklerinin karakterizasyonunda doymuş yağ asitleri etkili olur iken, HCA sonuçlarına göre Güney Ege yağları 3. Grupta yer almıştır. Bu çalışma ile, Türkiye'nin zeytin yetiştirme bölgelerindeki değişik tarımsal şartlardan gelen örneklerle ait yağ asitleri cis – *trans* izomerlerinin tespiti ve özellikle de erken hasat, natürel zeytinyağı kalitesindeki farklılıklara ilişkin temel kalite ile diğer fizikokimyasal bulguların sağlanması amaçlanmıştır (Dıraman ve Dibeklioglu 2009).

İlyasoğlu vd. (2010) Memecik çeşidinin de içinde yer aldığı iki önemli Ege Bölgesi çeşidinin minor bileşenlerinin karakterizasyonunu ele almıştır. Memecik çeşidi yağlarda alfa tokoferol değişimi 198,74 – 326,77 mg/kg, toplam fenolik madde değişimi 121,6 – 230,86 GAE mg/kg veya 107 – 226,3 CAE mg/kg olarak hesaplanmıştır. Memecik çeşidi yağların sterol bileşenleri: b-sitosterol (%80,8- 83), stigma sterol (%0,83- 1,22), D5-avenasterol (%11,3- 12,8), campesterol (%4 -5), toplam b-sitosterol (%94,01 – 95,08), toplam sterol (1157– 1676 mg/kg) olarak tespit edilmiştir. Yapılan kemometrik analizlerde (PCA ve LDA) stigma sterol, toplam b-sitosterol ve toplam sterol değerlerinin güçlü değişkenler olarak çeşit ayırımında biyomarker bir parametre olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (İlyasoğlu vd. 2010).

Türkiye'nin en büyük zeytin üretim bölgesi olan Ege bölgesinde yetiştirilen üç zeytin (Ayvalık, Memecik ve Erkence) çeşidinin yağ asidi bileşenleri kemometrik yöntemler ile (Temel bileşen [PCA] ve Doğrusal Ayırma [LDA] analizleri) Dıraman vd. (2011) tarafından sınıflandırılmıştır. İki hasat yılı (2001–2002 ve 2002–2003) süresince toplam 187 yağ örneği incelenmiştir. Örnekler üç alt gruba ayrılmıştır: Kuzey Ege (Ayvalık çeşidi), Güney Ege (İzmir'in güney ilçeleri, Aydın ve Muğla [Milas orijin merkezi], Memecik) ve İzmir Yarımadası (Erkence çeşidi). Her iki hasat yılı için Memecik çeşidi örnekleri (n1=29) ve (n2=49) adettir. Yağ asidi profilinin iki hasat yılı için sırasıyla değişimi: palmitik (%13,69- 12,35), stearik (%2,89– 2,30), oleik (%68,95– 72,82), linoleik (%10,57– 9,81), linolenik (%0,76– 0,67), palmitoleik (%1,02– 0,85) skualen (%0,58– 0,64), oleik/linoleik (%6,80– 8,19), Linoleik/Linolenik (%14,30– 14,59), palmitik/linoleik (%1,31 – 1,34). Linoleik/Linolenik kriteri yağdaki acılık ve yakıcılık için bir indikatör olup oranın düşüklüğü yağdaki acılığın yüksekliğine işaret etmektedir. Ayırma (LDA) analizleri sonuçlarına göre, iki hasat yılı süresince Memecik için tahmin edilen oran sırasıyla %95 ve %95,90 olmuştur.

Ayrıca, özellikle oleik, linoleik, margarik, palmitik/linoleik parametreleri her iki yıl için ortak tanımlayıcı bileşenler iken palmitik, palmitoleik, linolenik asitler ile linoleik/linolenik parametreleri de öncekiler ile birlikte yağ örneklerini en iyi tanımlayan bileşenler olmuştur.

İki hasat yılı (2001–2002) boyunca Ege Bölgesinin farklı yerlerinden alınmış toplam 22 adet yerli tek çeşit (Ayvalık ve Memecik) natürel zeytinyağı örneği çok iyi bilinen kemometrik yöntemler (Temel Bileşen [PCA] ve Aşamalı Kümeleme [HCA]) ile Triaçil gliserol bileşenlerine göre Gökçebağ vd. (2014) tarafından sınıflandırılmış ve karakterize edilmişlerdir. Memecik çeşidine ait yağ örneklerinin TAG bileşenlerinin analizleri (LLL ve en büyük fraksiyonlar LOO, OOO, POO, PLO, SOO ve ECN 42–ECN 50) Avrupa Birliği Komisyonunun (EUC) ilgili yönetmeliğinde bildirilen HPLC yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Analiz edilen tüm örneklerin Trilinolein (LLL %0,06 – 0,19) düzeyi ile en düşük miktar olan TAG – EUC yönetmeliklerinde farklı zeytinyağı sınıfları için izin verilen maksimum %0,5 sınırı aşmamıştır. Memecik çeşidi için hakim TAG düzeylerinin (LOO, OOO, POO, POP ve SOO değişimleri sırasıyla %13,30–%15,88, %38,73–46,36, %21,45–23,24, %2,29– 3,44 ve %4,72–5,41 olmuşlardır. Ayrıca diğer TAG parametre değişimleri de ECN 42 (%0,29–0,48), ECN 4+ (%3,50 – 5,33), ECN 46 (%18,98– 22,99), ECN 48 (%65,16 – 71,21), ECN 50 (%5,72 – 6,59), LOO/POL (2,33 – 2,94), ECN 48/ECN 46 (2,83 – 3,75), LLL/ECN 42 (0,21 – 0,45) arasında bulunmuştur. Ege bölgesi natürel zeytinyağlarının TAG verileri Akdeniz Bölgesinin önemli zeytinyağı üreten ülkeler ile benzer bulunmuştur. Temel Bileşen (PC) analizi sonuçları, 22 adet tek çeşit yağ örneğinin karakterizasyon ve coğrafi sınıflandırılmasında bazı TAG bileşenlerinin önemli bir role sahip olduğunu göstermiştir. Deneysel TAG verileri ve hesaplanan yağ asidi profiline dayalı olarak yapılan Aşamalı Kümeleme (HCA) analizlerine göre, Ege bölgesi natürel zeytinyağları yetiştirme bölgeleri itibarıyla Kuzey ve Güney alt grubu veya çeşit bakımından Ayvalık ve Memecik olarak iki ana grupta başarılı bir şekilde ayrılmış ve sınıflanmıştır. Memecik çeşidinin karakterizasyonunda LLL, PPP, OOO, POLn bileşenleri ile LOO/POL, OOO/POO, ECN 48/ECN 46 parametreleri rol oynamıştır (Gökçebağ vd. 2013).

Dıraman ve Dibeklioglu (2014), iki yetiştirme sezonu (2001–2002) boyunca Türkiye'nin Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin değişik yörelerinde üretilmiş natürel zeytinyağlarının (n=13) biyokimyasal profili temelinde kemometrik bir karakterizasyonu ve sınıflandırması yapılmıştır. Zeytinyağı örnekleri (n=13) Ayvalık, Memecik, Nizip Yağlık, Gemlik, Domat, ve Uslu gibi oluşan tek çeşitlerden klasik hidrolik pres, üç fazlı sürekli sistem, laboratuvar ölçekli

Abencor yöntemi ve ayak yağı yöntemleri ile üretilmişlerdir. Memecik çeşidine ait (n=5) örneklerin biyokimyasal profil değişimi: SYA (%0,23- 2,30 oleik asit), PS (4,18 – 16 meqO₂/kg), UV270 (1,31-2,30), UV 270 (0,12– 0,41), Klorofil (1,21- 8,78 mg/kg), Toplam Fenolik Madde Miktarı (16,50 –143 mg/kg), Oksidatif stabilite [% PS değişim olarak] (%30,94– 251,20) arasında bulunmuştur. Farklı sistemler üretilmiş Memecik yağlarında yağ asidi major profilinin değişimleri palmitik (%11,63 – 15,97), oleik (%71,92 – 76,36), linoleik (%7,45- 10,09), linolenik (%0,62 -0,70), MUFA/PUFA (7,67– 9,58), LO/ LNO (12,02 – 14,78), Ox Succ (475 – 599), İyot sayısı (84,49 – 86,63) arasındadır. Önemli major TAG bileşenleri ise OOO (%25,15 – 46,84), POO (%20,10 – 25,68), LOO (%11,73 -15,08), PLO (%5,04 – 9,51), SOO (%2,85 – 6,23) ve LLL(%0,09- 0,31), ECN 48 (%58,43– 70,85), LLL/ECN 42 (0,10 – 0,52), ECN48/ECN46 (2,46– 3,69) arasında bir değişim göstermiştir. Üç fazlı kontinü sistemden elde edilen yağ örnekleri, hidrolik pres sisteminden elde edilen yağlardan daha yüksek düzeyde toplam fenoliklere sahip olduğunu ifad eden araştırmacılar (Dıraman ve Dibeklioglu 2014), Türk tek çeşit zeytinlerinden üretilen yağlar, biyokimyasal özelliklerine göre çoklu veri analiz (Temel Bileşen (PCA) ve Aşamalı Kümeleme (HCA) yöntemleri ile sınıflandırılmışlardır. Memecik çeşidinin karakterizasyonu için yağ asidi profilinden Palmitik/LO, MUFA/PUFA, TAG bileşenlerinden PLO/OOO, PLO ve ECN48/ECN46 parametreleri etkili olmuştur. Aşamalı kümeleme (HCA) analizleri yetiştirme bölgelerine göre 3 gruba (3 adet memecik yağı 3. Grupta yer almıştır) ayırmıştır. Triaçilgliserol ve yağ asidi profilinin tek çeşit yağlarının otantiklik ve sınıflandırılmasında için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Dıraman ve Dibeklioglu 2014).

Yorulmaz vd. (2014), Türkiye'nin farklı lokasyonlarında yetiştirilen 18 farklı zeytin çeşidinin yağ asidi, triaçil gliserol (TAG) ve sterol profillerini incelemişlerdir. Memecik çeşidi için (n=15) major yağ asidi ortalama profilini palmitik (%12,90), stearik (%2,08), oleik (%73,31), linoleik (%9,08), linolenik (%0,75) ve palmitoleik (%1,02) olarak belirlemiştir. TAG bileşenleri ortalama olarak LLL (%0,11), OLL (%14,35), PLO+SLL (%8,24), OOO (%39,18), POO (%24,13), POP (%3,90) ve SOO (%4,00) olmuştur. Sterol kompozisyonu değişimi toplam B-Sitosterol (%89,25 [1301mg/kg]), Delta-5-avenasterol (%3,53 [56,67 mg/kg]), campesterol (%3,06 [46,42 mg/kg]), stigmasterol (%1,04 [15,49 mg/kg]), toplam sterol miktarı (1523,03 mg/kg), eritrodiol+uvaol (%1,43) olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar, zeytinyağlarında stigmasterol seviyesinin yükselmesinin, yağın duyuşal özelliklerinin düşük (kusurlu) ve serbest yağ asitliğin yüksek oluşu ile ilişkili olduğunu rapor etmektedir. Bu sterolün düşük miktarda bulunması, yağın sağlam meyvelerden elde edildiğini göstermektedir.

Yapılan kemometrik analizler ile (PCA ve DA) çeşit olarak stearik asidin Memecik çeşidinde ayırıcı bir rolü olduğu görülmüş, ayrıca PCA ile Memecik ve Ayvalık yağlarının tablonun her iki ayrı kısmına ayrıldığı Memecik yağlarının negatif kesimde kümелendiği görülmüş özellikle Delta-5-24-stigmastadienol, toplam B-Sitosterol ve campesterol yüksek korelasyon gösterdiği kaydedilmiştir (Yorulmaz vd. 2014).

Memecik zeytinin meyve kabuk rengine göre (yeşil, mor ve siyah) farklı olgunlaşma aşamalarında yağ nitelikleri üzerine etkileri Köseoğlu vd. (2016) incelenmiştir. Zeytinyağlarının kalite özellikleri değişimleri; serbest yağ asitliği (%0,34; 0,46; 0,45), peroksit değeri (4,30; 3,74; 4,44 meqO₂/kg), K₂₃₂ (1,66; 1,165; 1,54) ve K₂₇₀ (0,13; 0,13; 0,11) arasında değişim göstermiştir. Örneklere ait antioksidan bileşikler ve antioksidan aktivite: toplam fenolik madde (372; 407; 296 CAEmg/kg), toplam klorofil (8,83; 3,12; 1,18 mg/kg), total karotenoid (4,03; 1,90; 1,46 mg/kg), Oksidatif stabilite ransimat değeri (16,82; 13,86; 11,14 saat), alfa tokoferol (296; 305; 313 mg/kg) olarak tespit edilmiştir. Memecik çeşidi yağına ait saflık özellikleri: yağ asidi ve triaçilgliserol (TAG) bileşimi olarak gerçekleştirilmiştir. Yağ asidi profili oleik (%72,37; 71,23; 68,92), Linoleik (%8,01; 9,42; 11,81), linolenik (%0,69; 0,70; 0,74), palmitik (%14,93; 14,69; 14,56), stearik (%2,12; 2,00; 1,95), palmitoleik (%0,85; 0,95; 1,07) olarak tespit edilmiştir. Triaçilgliserol (TAG) bileşimi: LLL (%0,05; 0,09; 0,18), LOO (%12,38; 14,88; 16,70), PLO+ SLL (%6,58; 7,67; 8,89), OOO (%36,75; 36,58; 31,45), SLO+POO (%27,46; 24,41; 24,47), SOO (%3,63; 3,46; 3,11) ve TAG ilişkin bazı parametrelerin değişimi de ECN 42 (0,35 -0,67), ECN 46 (20,93- 27,86), ECN 48 (69,24- 60,42), ECN42/ECN48 (3,31- 2,17), LLL/ECN 42 (0,14- 0,27), LOO/PLO (31,03- 18,67), OOO/POO (1,34 -1,29) arasında belirlenmiştir. Memecik zeytinyağları, yağ asidi ve TAG bileşimine dayalı temel bileşen analizi ile açıkça sınıflandırılmıştır. Zeytinyağlarının oleik asit miktarı olgunlaşma ile azalmış, linoleik asit ise artmıştır. Memecik zeytinyağlarının kemometrik karakterizasyonunda (PCA analizleri) linoleik ve gadoleik asitler rol alır iken; TAG profilinden OOO/POO (yeşil ve siyah olum dönemini) karakterize etmiştir. Bunun yanında LOO; LLL/ECN 42, OLL, PLO/OOO, ECN 46, SLO + POO Memecik yağlarının ayırımından sorumlu bulunmuştur (Köseoğlu vd. 2016).

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Bu çalışmada, Milas ve Bodrum ilçelerinde (Muğla) bulunan 12 farklı lokasyonda ($n = 12$) yetiştirilen Memecik çeşidi zeytinlerden üç fazlı kontinü sistem ile üretilmiş natürel zeytin yağı örnekleri analiz edilmiştir. Yağ örnekleri yerel ve ticari nitelikte olup, yörede üretim yapan üç fazlı kontinü üretim sistemine sahip yağhanelerden yağ ekstraksiyonu sonrası bekletilmeden alınmıştır. Analiz edilen yağ örnekleri 2020 – 21 hasat yılı içinde Ekim – Kasım ayları arasında üretilmiştir.

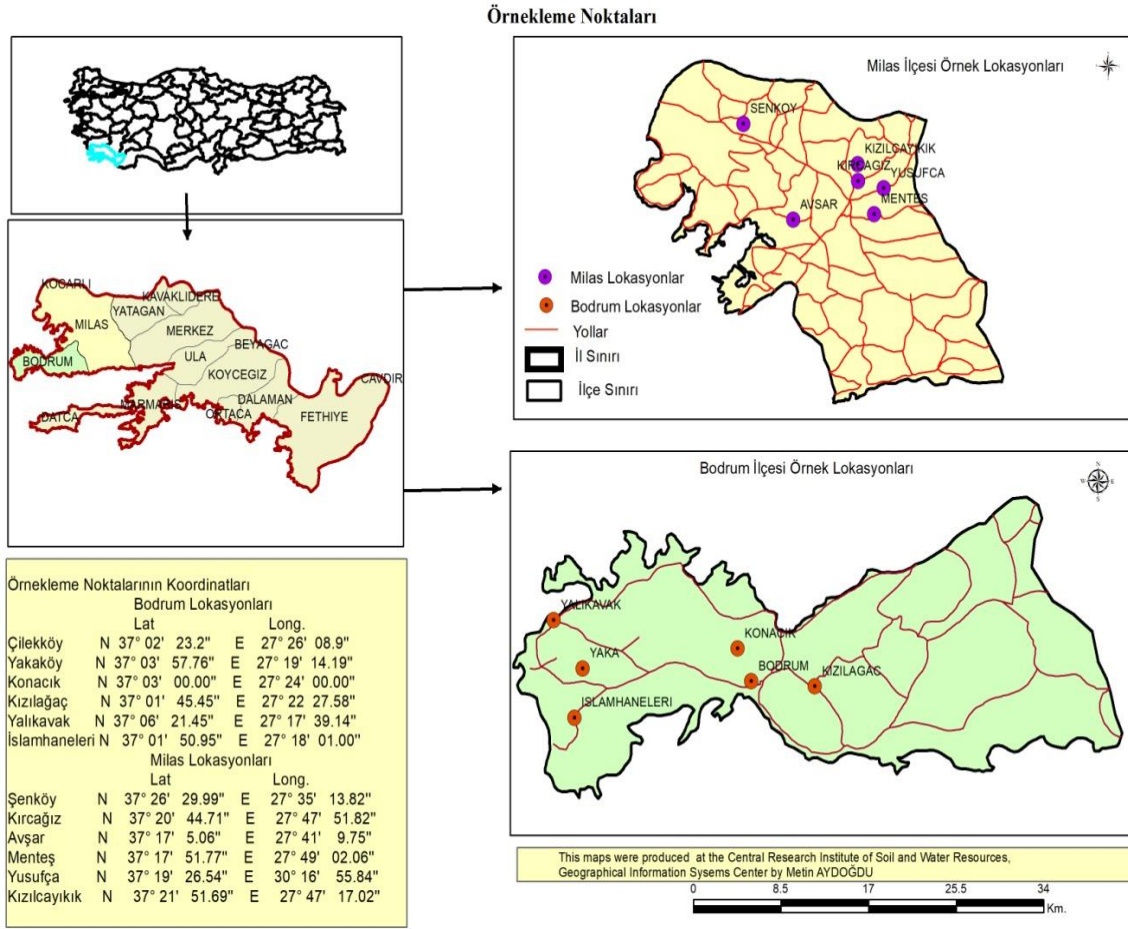
Ticari nitelikteki natürel zeytinyağı örneklerinin alındığı lokasyonlar ve onlara ait kodlar: Milas ilçesinden alınan yağ örnekleri: Şenköy Köyü (M1), Menteş Köyü (M2), Kırcağz Köyü (M3), Avşar Köyü (M4), Kızılcaçık Köyü (M5), Yusufca Köyü (M6).

Bodrum ilçesinden alınan örnekler: Konacık Köyü (B1), Yakaköy Köyü (B2), İslamhaneleri Köyü (B3), Yalıkavak Köyü (B4), Çilekköy Köyü (B5), Kızılağaç Köyü (B6) olarak ve olarak şeklinde belirtilmiştir. Alınan örneklerin lokasyonları ile coğrafi konumları Resim 3.2’de gösterilmiştir.

Analiz edilen ticari nitelikteki zeytinyağı örneklerinin lokasyonları ile coğrafi konumları Resim 3.2’de gösterilmiştir. Resim 3.1’de Muğla yöresinde (Bodrum) yetiştirilen Memecik zeytin çeşidine ait meyve resmi verilmiştir.

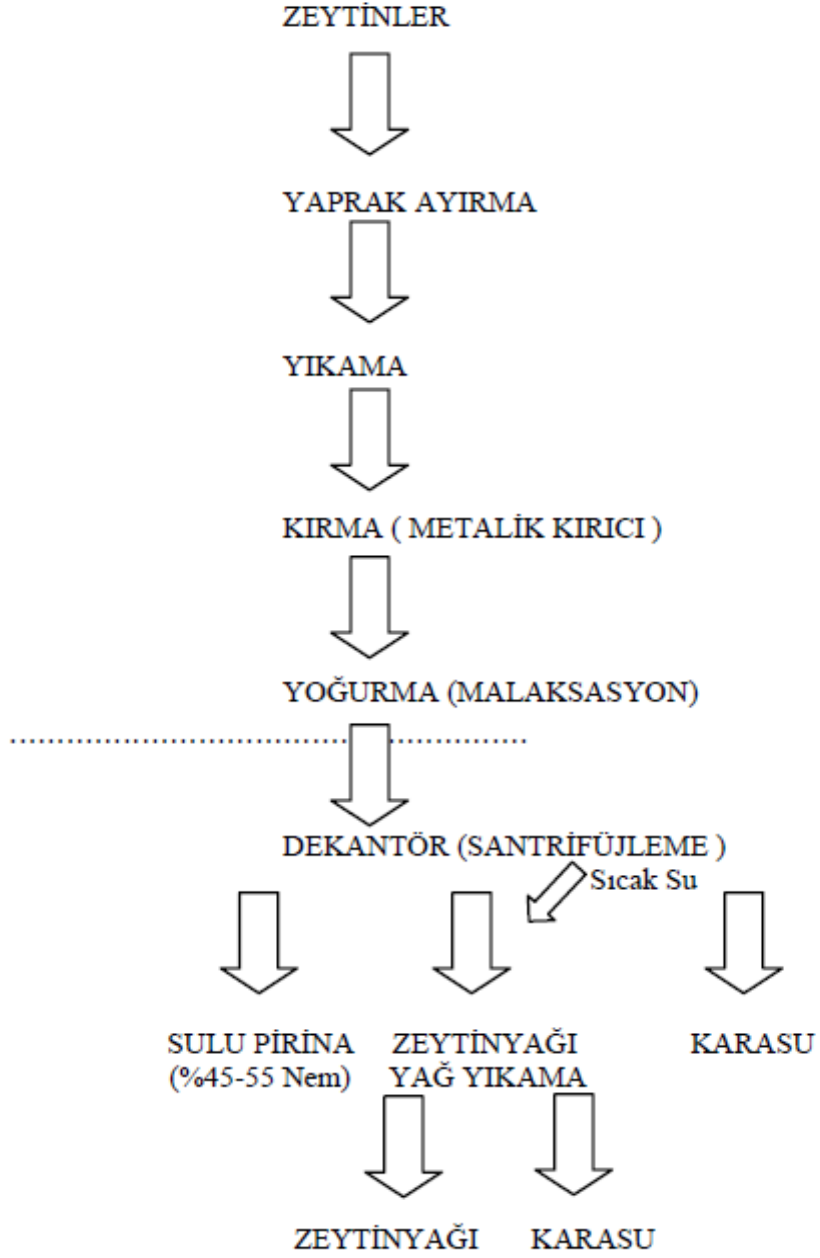


Resim 3.1 Memecik zeytin çeşidi örneği.



Resim 3.2 Natürel Zeytinyağı Örneklerinin Alındığı Milas ve Bodrum Lokasyonları ve Coğrafi Konumları.

Yağ örneklerinin üretildiği Üç Fazlı Kontinü Sistem Zeytinyağı Akım Şeması Şekil 3.1’de verilmiştir (Köseoğlu 2006 ve 2017, Dıraman ve Dibeklioglu 2009 ve 2014).



Şekil 3.1 Üç Fazlı Kontinü Sistem Zeytin Yağı Üretimi Akım Şeması (Köseoğlu 2006, Dıraman ve Dibeklioglu 2009 ve 2014, Köseoğlu 2017).

3.2 Metot

3.2.1 Natürel Zeytinyağı Örneklerinde Yapılan Kalite Analizleri

3.2.1.1 Serbest Yağ Asitliği Miktarı Tayini

Diğer yemeklik bitkisel yağlara göre natürel zeytinyağı beslenme fizyolojisi açısından üstün ve eşsiz özellikler taşımaktadır. Bu özellikleri onun ekonomik anlamda da değer kazanmasını sağlamakta olup serbest yağ asidi (SYA) miktarı natürel zeytinyağının ticari olarak karakterize/ sınıflandırılmasında en çok kullanılan temel parametrelerden biridir (Dıraman ve Dibeklioğlu 2009 ve 2104, Dıraman ve Köseoğlu 2017). Serbest yağ asitliği (SYA) miktarı katı-sıvı yağlarda ekonomik açıdan önemli bir kalite indeksidir. SYA yağların tazeliğini ve raf ömrünü belirlemek amacıyla da pratikte kullanılmaktadır. SYA miktarının yüksek bulunması ilgili katı-sıvı yağın oksidasyona maruz kaldığını ve muhtemel acılaşmaya başladığını işaret etmektedir. Milas ve Bodrum İlçelerinin farklı lokasyonlarından alınan natürel zeytinyağı örneklerinin SYA belirlenmesinde sayılı titrimetrik esaslı metot (IUPAC 2.201) uygulanmış olup analiz sonuçlar % oleik asit olarak belirtilmiştir.



Resim 3.3 Serbest yağ asitliği miktarı tayini için tartımı gerçekleşen natürel zeytinyağı örnekleri.

Natürel zeytinyağı örneği 5 gr 0,01 duyarlılıkta 250 ml'lik bir erlene tartılmış olup, 50 ml 1/1 (hacim/hacim) oranındaki etanol-dietil eter karışımı ile çözülmesi sağlanmıştır. Birkaç damla %1 lik fenolftalein çözeltisi damlatılıp çalkalanmıştır.

İndikatör olarak fenolftalein eşliğinde en az 15 saniye kalıcı pembe renk oluncaya kadar yağ örneği 0,1 N etanollü potasyum hidroksit (KOH) çözeltisiyle titre edilmiş olup, KOH sarfiyatı kaydedilmiştir. Kullanılan çözelti, indikatör ve titrasyon çözeltisinin kimyasal özelliklerinden

yola çıkılarak matematiksel işlemler sonucu serbest yağ asitliği hesaplanmıştır (Anonim 2014 a).

3.2.1.2 Peroksit Sayısı Tayini

Yağlarda bulunan aktif oksijen miktarı Peroksit sayısı (PS) tayini ile belirlenmektedir. Bu analiz, yağın depolanması esnasında oksidasyon derecesini ve rafinasyonda uygulana deodorizasyon işleminin etkin şekilde olup olmadığını gösteren teknolojik bir parametredir. Yağ tespit edilen PS ilgili yağın bozulma derecesi ve onun daha ne kadar saklanabileceği hakkında bilgi sağlamaktadır. Teknik tanım olarak PS, katı-sıvı tüm yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup 1 kg yağda mevcut olan peroksit oksijeninin mili eşdeğer gram olarak miktarıdır. PS tayini ile katı- sıvı yağlarda özellikle otoksidasyonun birincil ürünü olan hidroperoksit ve epiperoksitler belirlenmektedir (Dıraman ve Köseoğlu 2017). Bu çalışmada Milas ve bodrum yöresinden sağlanan natürel zeytinyağı örneklerinin PS belirlenmesinde titrimetrik esaslı bir metot (IUPAC 2.501) uygulanmıştır.



Resim 3.4 Peroksit sayısı tayini için tartımı gerçekleştirilen natürel zeytinyağı örnekleri.

Natürel zeytinyağı örneği 5 gr cam şilifli balon içerisine 0,001gr duyarlıkta tartılmış ve numune üzerine 10 ml kloroform ilave edilmiştir. Kloroform hızlı bir şekilde karıştırılarak yağın çözünmesi sağlanmıştır. Bunun da üzerine 15 ml asetik asit sonra 1 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edilmiştir. Yağ numunesini içeren şilifli balonun kapağı hemen kapatılmış olup, bir dakika çalkalanıp, ağzı kapalı bu şilifli balon 15-25°C aralığında ışık almayan bir yerde tam beş dakika bekletilmiştir. Bu bekletme işlemi ile, karanlıkta ve oda sıcaklığındaki solventlerde çözünmüş natürel zeytinyağı örneği doymuş potasyum iyodür ile reaksiyona bırakılıp ilave edilen peroksit oksijenine eşdeğer miktarda iyotun serbest hale geçmesi sağlanmaktadır.

Beş dakika sonunda çözelti üzerine bekletmeden yaklaşık 75 ml saf su ilave edilip, üzerine indikatör olarak 1 ml nişasta çözeltisi (%10'luk) eklenir. Serbest hale geçen iyot, indikatörün

etkisi ile ortamda patlıcan moru bir renk oluştur. şilifli balondaki yağ örneği 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile hızlı bir şekilde titre edilmiştir. Natürel zeytinyağı numunelerine ait PS sonuçları meq O₂/ kg yağ olarak verilmiştir (Anonim 2014b).

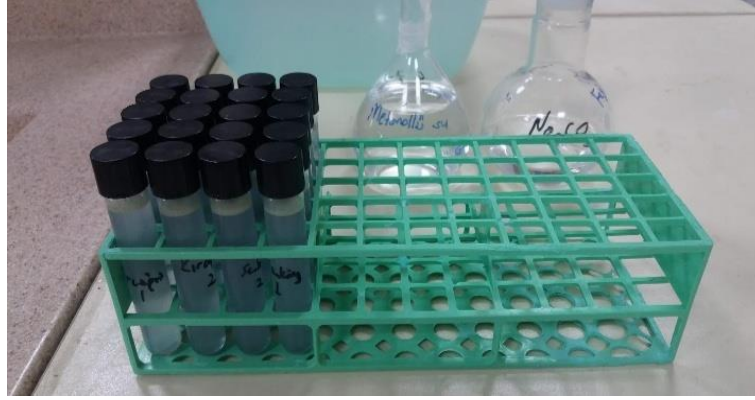
3.2.1.3 UV’de Özgöl Absorbans Değerleri Tayini

Zeytinyağlarının UV görünür bölgede 232 nm ve 270 nm dalga boyunda ölçölen özgöl absorbans değerleri oksidasyona dayanıklılıklarının bir ölçütü olarak değerlendirilen önemli bir kalite kriteridir. K270 değeri zeytinyağında hile yapılıp yapılmadığı hakkında bilgi verir. Rafine yağ hilesi yapılan yağların K270 değerleri yüksektir. Delta K değeri zeytinyağların içeriğinde rafine veya pirina yağı olduğunun tespit edildiği önemli bir kalite kriteridir (Dıraman ve Köseoğlu 2017). Naturel zeytinyağlarının UV’de özgöl absorbans değerleri tayini Avrupa Birliği EC Regulation no: 2568 ve TKG Tebliğ No. 2014/53’ te verilen spektrofotometrik yöntemle göre geręekleřtirilmiřtir. Zeytinyağı örneğinden 0,5 gr 50 ml’lik ölçölü balon içerişine 0,0001 gr duyarlılıkta tartılıp, sikloheksanla 50 ml’ye tamamlanıp çalkalanmıştır. 1 cm’lik kuvarz küvet bu çözelti ile doldurulup, spektrofotometrede siklohegzana karşı özgöl absorbans 232 nm ve 270 nm de ölçölmüştür olup formüller yardımı ile hesaplamalar yapılmıştır (Anonim 2014 c).

3.2.1.4 Natürel Zeytinyağlarında Toplam Fenolik Madde Miktarı (TFM) ‘nın Tespit Edilmesi

Bitkilerin ve onların ürünlerinin kendine özgö koku, tat- lezzet ve özelliklerinin belirlenmesinde sekonder metabloit olarak adlandırılan fenolik bileşenlerin önemli rol oynadığı bilinmektedir. Buna örnek olarak; limondaki ekşilik, greyfurttaki keskin kokunun, fenolik maddeler etkisiyle geręekleřmekte olduğu gösterilmektedir. Fenolik bileşenlerin asıl fonksiyonları bitkiyi korumak olup fenolik maddelerin en önemli etkisi antioksidan aktiviteye sahip olmaları olarak bilinmektedir. Natürel zeytinyağındaki keskin acılık ve yakıcılıktan fenolik bileşikler sorumludur. Toplam fenolik miktarı (TFM) analizi natürel zeytin yağlarında yapılması zorunlu bir kalite analizi değildir (Dıraman ve Köseoğlu 2017). Natürel zeytinyağı örneklerinde TFM Gutfinger (1981) tarafından verilen spektrofotometrik yöntemle göre geręekleřtirilmiřtir. 2,5 gr natürel zeytinyağı örneği 5 ml heksanda çözölmüş ve yağ örneğindeki fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için 5 ml metanol/su (60:40- hacim/hacim) ilavesi ile iki dakika ağzı kapalı olarak vortekte çalkalanarak yapılmıştır.

Yağ örneğindeki hekzan ve metanol/su fazları birbirlerinden ayırımı için; dakikada 3500 devirde 10 dakikada santrifüjleme işlemi uygulanmıştır. Örneğe ait Metanollü fazdan 0,2 ml ayrı bir tüpün içine alınarak saf su ile 5 ml ye tamamlanmış ve daha sonra bunun üzerine 0,5 ml Folin-Ciocalteu çözeltisi ilave edilmiş olup, bu örneğe üç dakika sonra 1 ml sodyum karbonat (%35-ağırlık/hacim) çözeltisi ilave edilmek suretiyle, bu karışım saf su ile 10 ml'ye seyreltilmiştir. Çözeltinin absorbansı iki saat sonra kör çözeltiye karşı 725 nm dalga boyunda spektrofotometreyle ölçülmüştür. Yağ örneklerini TFM miktarını tespit etmek için standart Kafeik Asit çözeltisi için 0,05- 0,5 mg/ml arasında hazırlanmıştır. Hesaplamalarda Kafeik aside ait standart grafiği ve denklemi kullanılarak örneklerin TFM miktarı mg/kg olarak tespit edilmiştir (Gutfinger 1981).



Resim 3.5 Toplam fenolik madde tayini gerçekleştirilen natürel zeytinyağı örnekleri.

3.2.1.5 Natürel Zeytinyağlarında Antioksidan Aktivitenin Belirlenmesi (DPPH Yöntemi)

Oksijenin neden olduğu bozulmaları önleyen maddeler antioksidan aktivite anlamına gelmektedir. Antioksidan aktiviteyi belirlemek için DPPH (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazil Radikal Söndürücü Kapasite Yöntemi) kullanılmaktadır. Yağ örneklerinin antioksidan kapasitesinin ölçümü güçlü bir serbest radikal olan DPPH 'ın (2,2- diphenyl-1-picrylhydrazil Aldrich Chemical Co Milwaukee, WI) nötrleştirilmesi uygulamasının spektrofotometrik olarak ölçülmesi ile gerçekleştirilmektedir. Natürel zeytinyağı örneklerinde DPPH* radikal süpürücü aktivitesi analizi için 1 g yağ örneği tartılmış, üzerine 5 ml metanol ilavesi ile 1 saat elektronik çalkalayıcıda karıştırılmıştır. Karıştırılan bu yağ örneği 3500 devirde 10 dk santrifüj edilmiş olup, Analizler santrifüj edilen örneğin metanollü kısımda gerçekleştirilmiştir. Bu işlem için;100 μ M DPPH* radikali solüsyonu metanol ile hazırlanmıştır 5 ml yağ örneği üzerine 1,9 ml DPPH* solüsyonu eklenmiş ve 15 dk karanlıkta bekletilip, spektrofotometrede 517 nm dalga boyunda absorbans değerleri ölçülmüştür.

Örneklerin antioksidan kapasitesi hesaplanması, troloks standardından elde edilen kalibrasyon grafikleri yardımıyla troloks eşdeğeri yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Lavelli 2002).

3.2.1.6 Natürel Zeytinyağlarında Toplam Klorofil ve Karotenoid Miktarının Belirlenmesi

Yağların renkli olmasına sebep olan bileşikler tam olarak bilinmemekle birlikte en iyi bilinenlerden biri de pigmentler klorofil ve karotenoidlerdir. Klorofil ve karotenoid analizleri natürel zeytinyağlarında zorunlu bir kalite analizi değildir. Klorofiller karotenoid sınıfı bileşikler değildirler. Bitkilerde yeşil renkli maddeler olarak bilinirler. Fotosentezin esas oluşum basamaklarında rol oynarlar. Sıvı yağlarda doğal olarak bulunan klorofilin verdiği yeşil renk yeterli ölçüdedir. Zeytinyağında hem mavimsi-yeşil klorofil-a hem de sarı-yeşil klorofil-b renk maddesi bulunabilir. Karotenoid bileşikler, 5 karbonlu sekiz izoprenoid ünitesinin yan yana dizilmesiyle ve 40 karbonlu merkezi bir iskeletten (izoprenoid birimi) oluşur. Karotenoidler bitkiler tarafından sentezlenen bileşikler olup hayvansal dokulara ancak yemler aracılığıyla taşınıp orada modifiye edilerek depolanır. Karotenler A vitaminin provitaminidirler. Karotenoidler lutein, beta karoten, violaksantin ve neoksantin fraksiyonlarından oluşmuştur. Yeşil renge sahip klorofilin aksine, karotenoidler zeytinyağına sarı ve kahverengiye çalan bir renk verirler. Karotenoidlerin en önemlilerinden birisi β -Karotendir (Dıraman ve Köseoğlu 2017).

Natürel zeytinyağı örneklerinde pigment miktarı (klorofil ve karotenoid olarak) Minguez-Mosquera vd. (1991) tarafından verilen spektrofotometrik yöntemle göre yapılmıştır. Natürel zeytinyağı örneği (7,5g) 25 ml sikloheksan ile 25 ml'ye ölçülü balonda tamamlanır. Solvent ile hazırlanan yağ örnekleri kuvars küvetlere doldurulmuş olup, spektrofotometrede kör olarak Cyclohexana karşı absorbans 670 nm (1) ve 470 nm (2) de ölçümleri yapılmıştır. Klorofil ve karotenoid miktarının belirlenmesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır:

Klorofil (mg/kg), $(A_{670} \times 106) / (613 \times 100 \times L)$ (1)

Karotenoid (mg/kg), $(A_{470} \times 106) / (2000 \times 100 \times L)$ (2)

A: Yağ örneğinin soğurma dalga boyu.

L: küvetin uzunluğu (10 mm)



Resim 3.6 Natürel zeytinyağı örneklerine çeker ocak altında siklohegzan ilavesi.

3.2.1.7 Natürel Zeytinyağlarında Oksidatif Stabilite (Ransimat Yöntemi)

Natürel zeytinyağlarının oksidatif stabilitesi, Laubli ve Bruttel (1986) tarafından açıklanan ve AOCS (Cd -12-57) 'de detayları verilen yöntem ile Methorm 743 Ransimat cihazı (Metrhom Ltd, Herisau, İsviçre) ile gerçekleştirilmiştir. Yağ örneklerine analiz süresince 110 °C sıcaklıkta ve 20L/ h sürekli hava verilip indüksiyon periyodu izlenmiştir. İki paralel olarak elde edilen sonuçlar, kürvenin kırılma noktasını indüksiyon zamanı şeklinde gösteren grafiklerle saat (hours) olarak kaydedilmiştir.

3.2.1.8 Natürel Zeytinyağlarında Yağ Asidi Profilinin Belirlenmesi

Natürel Zeytinyağı Örneklerinin Metilasyonu

Natürel zeytinyağı örneklerinin esterleşmesinde soğuk metilasyon yöntemi (IUPAC Metod 2.301) uygulanmıştır. 0,2 gr natürel zeytinyağı örneği vial içinde tartılıp üzerine 10 ml kromatografik saflıkta hekzan eklenerek çalkalanmıştır. Daha sonra üzerine 2N metanollü KOH çözeltisinden 0,5 ml ilave edilerek çözelti karıştırılmış olup, üstteki berrak fazdan gaz kromatografisi cihazına enjekte edilmek üzere 1,0 µl alınmıştır (Anonim 2014 d).

Gaz Kromatografisinde Natürel Zeytinyağı Örneklerinin Analizi

Milas ve Bodrum yöresindeki farklı lokasyonlardan alınan Memecik çeşidine ait natürel zeytinyağı örneklerine ait yağ asitleri (FA) soğuk metilasyon (IUPAC Metod 2.301) yöntemi ile metil esterlerine (FAME) dönüştürülmüştür. Bu örnekler FAME analizleri için kapiler

kolonlu bir GC- FID yöntemi (IUPAC 2.302) ile yağ asidi cis izomerleri olarak incelenmiştir (Anonim 2014 d).

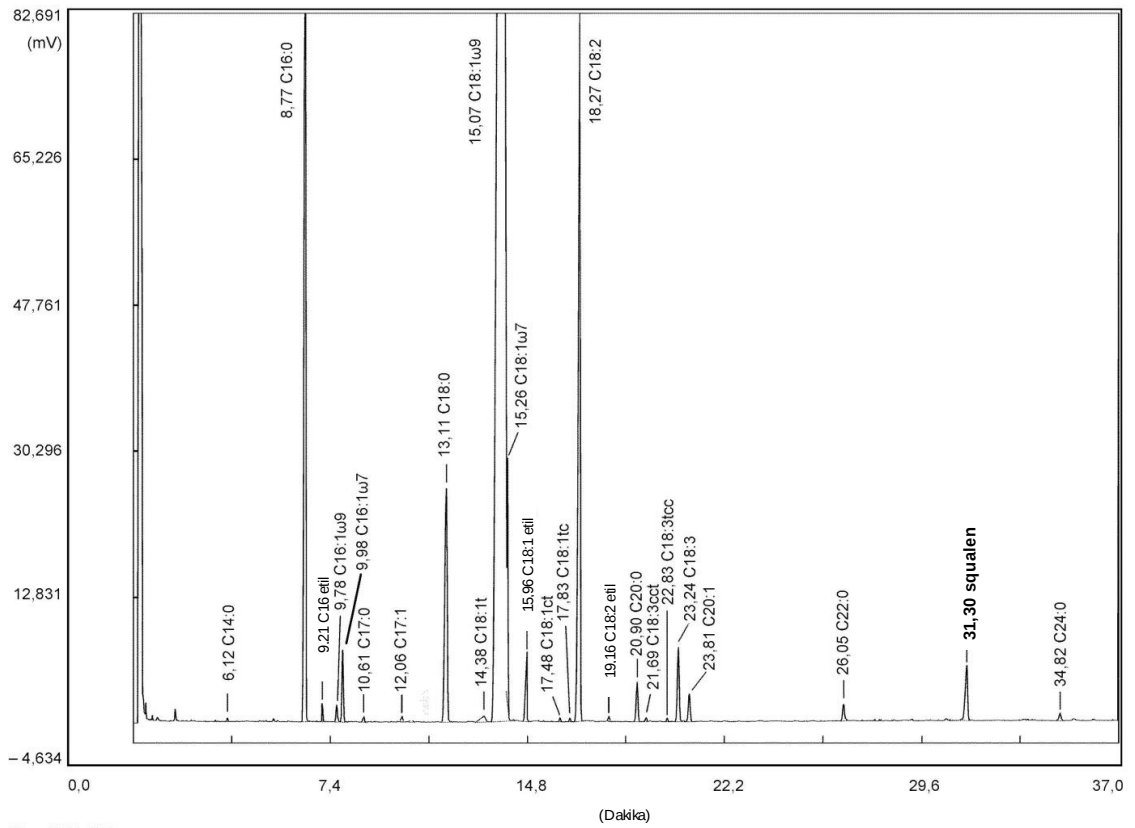
Yağ numunelerinin yağ asidi (FAME) analizleri HP 6890 (Hewlet Packard Inc., USA) model Gaz Kromatografisi (GC) cihazında alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve kapiler kolon (DB -- 23, Bonded %50 cyanopropyl, 60 m x 0,25 mm i.d x 0,250 µm; Agilent Santa Clara, CA, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analzilerde uygulanan GC şartları; FID sıcaklığı: 250 °C, enjeksiyon blok sıcaklığı: 250°C, Helyum akış hızı: 1.0 ml/dk, Hidrojen 30 ml/dk ve Kuru hava 300 ml/dk, enjeksiyon 1,0 µl, split 1:100 'dür., Tüm FAME analizleri için kontrollü fırın programı 170–210°C arası bir programlı yöntem (2°C/dk artış) uygulanmıştır. Metillendirilmiş natürel zeytinyağı örneklerinin yağ asidi bileşenlerinin kalitatif tespitinde bütirik asit (C4:0) den başlayıp, nervonik asit (C 24:1)' e kadar 37 adet yağ asiti metil esterleri karışımını içeren standart (Sigma Aldrich Chemicals 189-19) kullanılmıştır. Natürel zeytinyağı örneklerinden elde edilen pikler ile standart karışımdaki yağ asiti metil esterleri piklerinin alıkonma zamanları karşılaştırılarak örneklerin yağ asit profili % olarak teşhis edilmiştir.

Elde edilen kromatogramlardan bazı major/minor (Oleik [OLA], Linoleik [LO], Palmitik [PAM], Linolenik [LN]) yağ asitleri ve skualen; bunlara ilişkin hesaplanan önemli değerler (SFA [Doymuş Yağ asitleri], MUFA [Tekli Doymamış Yağ asitleri], PUFA [Çoklu Doymamış Yağ asitleri], oleik/linoleik), formül ile belirlenen bazı parametreler İyot sayısı (Maestri vd. 1998), Teorik Oksidatif stabilite [TOSİ] (Chu ve Kung, 1998) ve Oksidatif Duyarlılık [Ox Succ] (Cert vd. 1996) incelenmiştir. Yağ asidi profiline dayalı olarak hesaplanan bazı parametrelere ilişkin formüller sırasıyla verilmiştir:

İyot sayısı (İS)= (% Palmitoleik x 1,001) + (% Oleik x 0,899) + (% Linoleik x1,814) + (% Linolenik x 2,737)

TOSİ (saat) =7,5125 + % Palmitik x (0,2733) + % Stearik x (0,0797) + % Oleik x (0,0159) + % Linoleik x (-0,1141)+ % Linolenik x (-0,3962).

Oksidatif Duyarlılık (Ox Suc)= MUFA + (45 × Linoleik) + (100 × Linolenik).



Şekil 3.2 Soğuk metilasyon metodu uygulanan natürel zeytinyağı ve pirina yağı cis trans izomerleri kromatogramı. (Başka şekilde belirtilmediği takdirde pikler metil ve etil esterlere karşılık gelir).

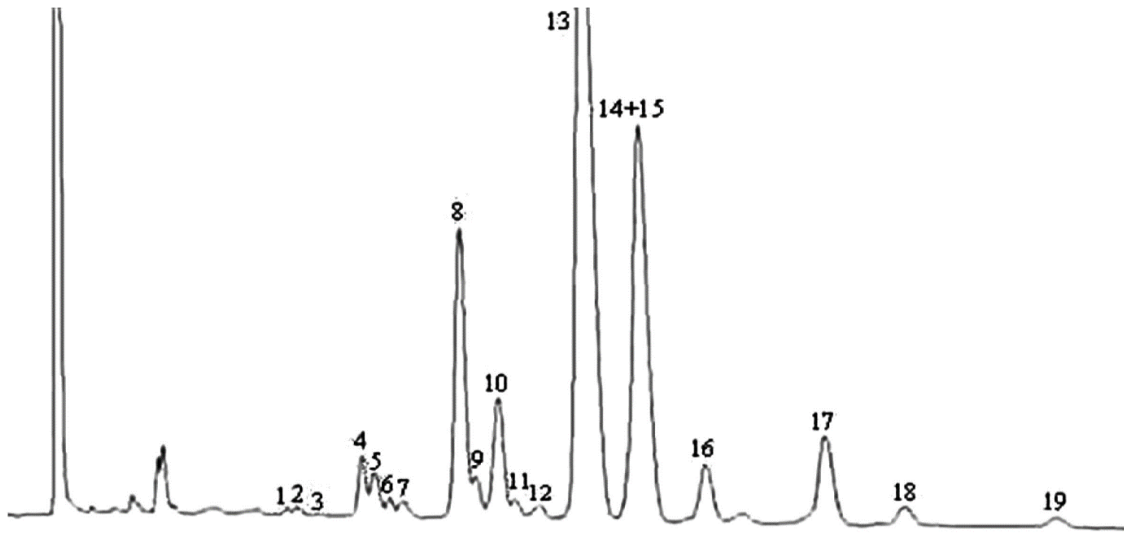
3.2.1.9 Triglicerit (Triaçilgliserol) Profili Analizi

Milas ve Bodrum yöresindeki farklı lokasyonlardan alınan Memecik çeşidine ait natürel zeytinyağı örneklerinin Triaçil gliserol veya Triglicerit (TAG/TG) profilinin belirlenmesi ilgili uluslararası referans yöntemine (IUPAC 2.324 ve 2.325) göre bir HPLC cihazı (Agilent 1100 model USA) ile yapılmıştır (Anonim 2014 e). Çalışmada Refraktif İndeks Detektörü (RID) ile Superspher 100 RP-18 kolon (Almanya) (244 mm x 4 mm i.d. x 4 µm) kullanılmıştır. TAG analizleri 35⁰C sıcaklıkta, maksimum 200 bara sahip bir nebulizatör basıncı altında ve 1.200 dk/ml mobil faz akışı hızında yapılmıştır. Mobil faz olarak %63,6 Aseton + %36,4 Asetonitril kullanılmış olup, enjeksiyon hacmi: 0,5 µL dir. Sonuçlar toplam TAG/TG yüzdesi (%) olarak ifade edilmiştir (Anonim 2014 e).

Ayrıca bu analiz sonucunda natürel zeytinyağlarında ki bazı parametreler (ECN değerleri, LLL/ECN42, ECN48/ECN46, LOO/PLO, PLO/OOO ve OOO/POO) de hesaplanmıştır.

Bu çalışmada analiz edilen örneklerde (ECN 42 –ECN 50 arasındaki) diğer triglicerit fraksiyonları ise içerdikleri eşdeğer karbon sayılarına (ECN) göre Şekil 5.1’de sırasıyla

verilmiştir.



Şekil 3.3 Düşük linoleik asit içeren zeytinyağı (Hareketli Faz: Aseton/Asetonitril)’de örnek TAG kromatogramı.

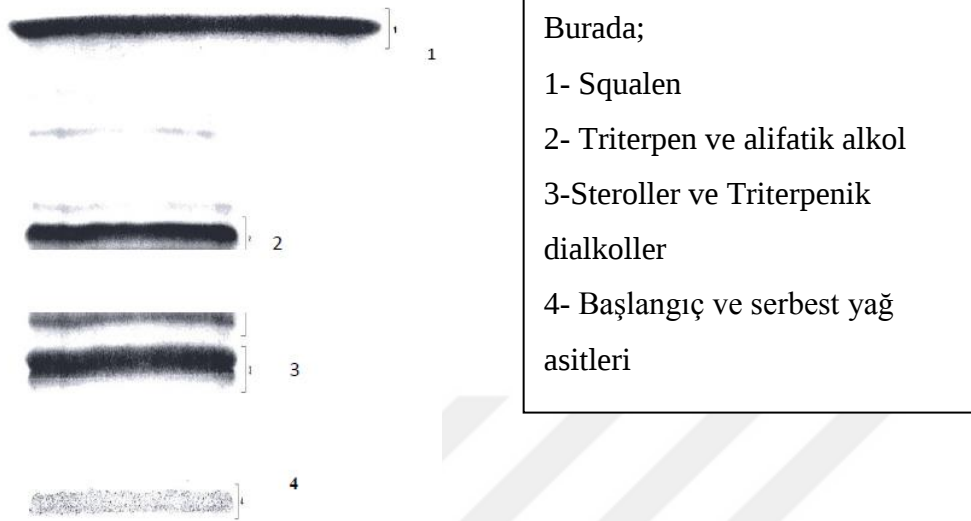
Kromatogram açıklaması: **ECN42**: (1) LLL [Trilinolein] + PoLL; (2) OLLn + PoOLn; (3) PLLn; **ECN44**: (4) OLL + PoOL; (5) OOLn + PLL; (6) POLn + PPoPo; (7) OOL + PoOO; **ECN46**: (8) OOL + LnPP; (9) PoOO; (10) SLL + PLO; (11) PoOP + SPoL + SOLn + SPoPo; (12) PLP; **ECN48**: (13) OOO [Triolein] + PoPP; (14 + 15) SOL + POO; (16) POP; **ECN50**: (17) SOO; (18) POS + SLS.

3.2.1.10 Sterol Analizi

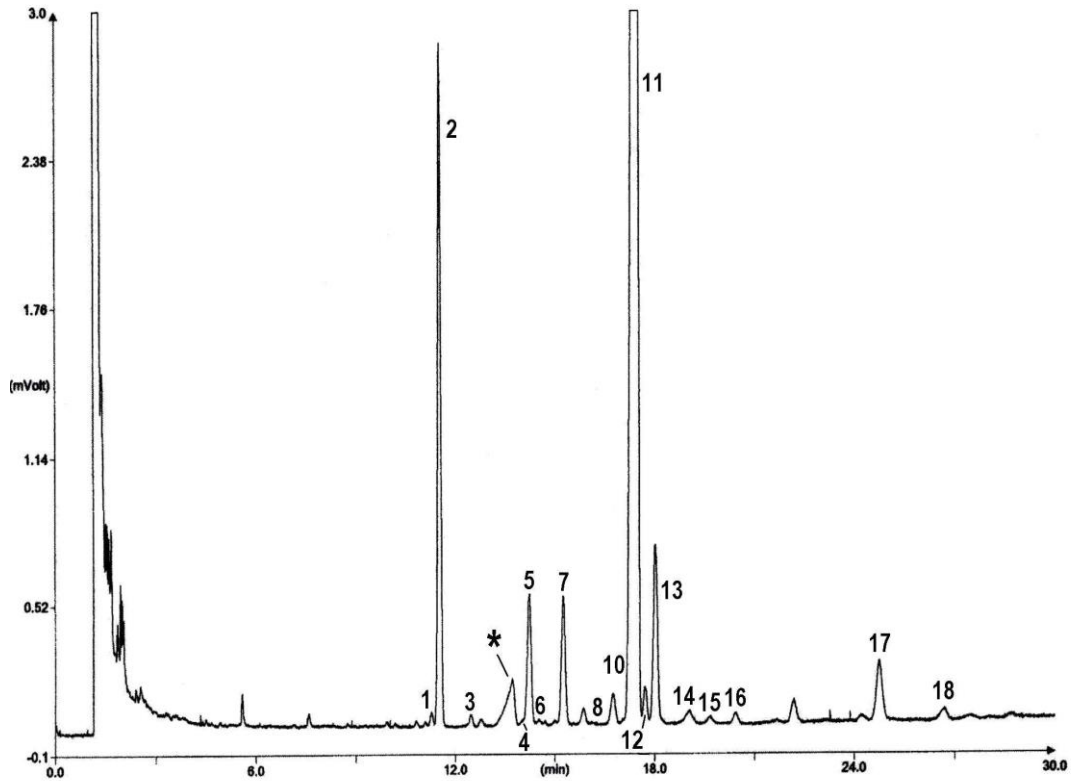
Zeytinyağında sterol kompozisyonu; yağın saflığı hakkında bilgi verir. Zeytinyağındaki sterollerin varlığı ve miktarı sayesinde çok düşük miktarlardaki taşıyıcılar kolayca anlaşılmasını sağlamaktadır. Zeytinyağı temel olarak B-sitosterol, A-5-avenasterol ve campesterol içermektedir (Dıraman ve Köseoğlu 2017).

Natürel zeytinyağı örneklerinde gerçekleştirilen sterol tayini Türk Gıda Kodeksi zeytinyağı ve pirina yağı numune alma ve analiz metodları tebliği 2014-53’e göre gerçekleştirilmiştir (Anonim 2014 f). Sterol analizinde öncelikle yağ içeriğinde bulunan sabunlaşmamış maddelerin ayrılması sağlanmış, 20*20 cm silika jel kaplanmasıyla birlikte aktifleştirilmiş cam plakaya ince bir bant şeklinde uygulanması sağlanmıştır. Daha sonra uygun bir develop çözeltisi ilave edilerek sıvı-buhar dengesinin olduğu bir develop tankına bu plakanın yerleştirilmesi sağlanıp sabunlaşmayan maddelerin bileşenlerine ayrılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu taşınma işlemi bittiğinde cam plakanın kurutulması sağlanıp, indikatörle renklendirilme işlemi gerçekleştirilmiştir. Silillendirilen örnekler gaz kromatografisinde enjekte edilmiştir. Natürel zeytinyağı örneklerinde GC- FID analizleri

sonucunda sterol fraksiyonları sırasıyla Şekil 5.3’de gösterildiği sıra ile tespit edilmiştir (Şekil 5.3).



Şekil 3.4 Sterol ve Triterpenik dialkollerin tespiti için kazınması gereken bölgeleri gösteren pirina yağına ait ince tabaka plakası.



Şekil 3.5 Ham zeytinyağının sterol ve triterpenik dialkollerin fraksiyonunun gaz kromatogramı (iç standart içeren) (Anonim 2010a).

1.Kolesterol 2.α-kolestanol 3.Brassikasterol 4.24-metilen kolesterol 5.Kampesterol 6.Kampestanol 7.Stigmasterol 8.Δ-7kampesterol 9.Δ-5,23stigmastadienol 10.Klerosterol 11.β-sitosterol 12.Sitostanol 13.Δ-5 avenasterol 14.Δ-5,24 stigmastadienol 15. Δ-7-stigmastenol 16.Δ-7 avenasterol 17.Eritrodiol 18.Uvaol

3.2.1.11 Alfa Tokoferol Analizi

Zeytinyağı, E vitamini açısından da oldukça zengin bir besindir ve en yüksek E vitamini aktivitesi gösteren ve antioksidan özelliğe sahip alfa-tokoferol içerir (Dıraman ve Köseoğlu 2017). Milas ve Bodrum Yöresine ait Memecik çeşidi natürel zeytinyağı örneklerinin alfa-tokoferol içeriği Carpenter (1979) ve IUPAC (1987, Standart yöntem 2432) tarafından verilen HPLC yöntemleri ile tespit edilmiştir. 1 g Natürel zeytinyağı örneği, 10 mL'lik bir balon joje içerisinde tartılmış olup, üzerine hekzan ilavesiyle hacme tamamlanmıştır.

Tokoferol analizleri HPLC (HPLC-Agilent 1100, Almanya) cihazında gerçekleştirilmiştir. Uygulana HPLC kromatografik şartları; Mobil faz: hekzan: 2-propanol (99: 1), akış hızı: 1ml/dk, kolon: μ-porasil column (250 mm × 4,6mm × 5 μm) (Waters, İrlanda) kolon sıcaklığı 25 °C, enjeksiyon hacmi 20 μL.'dir. Yağ örneklerinin alfa tokoferol miktar için, standardın hesaplama kalibrasyon eğrisi ($R^2 = 0,99$) kullanılmış olup, sonuçlar mg/ kg yağ olarak ifade edilmiştir.

3.2.1.12 Duyusal Analiz

Natürel zeytinyağında, yağın uygunluğu ve tüketimi için duyusal analiz en önemli analiz olup bize yağ hakkında önemli bilgiler vermektedir. Natürel sızma zeytinyağı sınıfına giren yağların duyusal olarak kusursuz olması beklenir.

Duyusal analizler Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Numune Alma Ve Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ no:2014/53 Sayı:2181) Ek-11: Natürel Zeytinyağlarına Ait Duyusal Özelliklerin Tespiti yöntemi (Anonim 2014 g), baz alınarak UZK (Uluslararası Zeytin Konseyi) (Madrid – İspanya) tarafından tanınan duyusal laboratuvar listesinde de yer alan (İnt.Kyn.12) ve ayrıca Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından aktedite olan Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü' ndeki (İzmir) 8- 10 kişilik bir Duyusal Panel Grubu ile gerçekleştirilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Tebliğ No. 2010 /36 ‘da verilen natürel zeytinyağında olabilecek olumlu duyuşal özellikler meyvensilik, acılık, yakıcılık şeklide sıralanırken; Türk Gıda Kodeksi Tebliğ No. 2010 /36 ‘da belirtilen natürel zeytinyağında bulunabilecek duyuşal test sonucu kusurların ise kızışma- çamurlu tortu, küflü- rutubetli, şarabımsı-sirkemsi/asidik-ekşimsi, metalik tat, ransid tat, ısıtılmış veya yanmış tat ve koku, Samansı-odunsu tat, kaba-macunsu his, makine yağı tadı, karasu tadı, salamura tadı, hasırımsı tad, topraksı tad, kurtlu tad, salatalık tadı, ıslak odun tadı şeklinde sıralanabilir.

Tadım işlemi, panel, panel başkanı ve 8 ile 12 kişi arasında tadımcı ile gerçekleştirilmektedir. Panel başkanı tadım konusunda eğitimlerini almış uzman kişi olmalıdır. Panel başkanı, numunelerin hazırlanıp tadımcılara sunulması gibi birçok işten sorumludur. Yine tadımcılarında panel başkanı gibi birbirine benzeyen numuneler arasındaki farkları ayırt edebilecek seviyede ve eğitimde olmaları ayrıca uluslararası kabul edilmiş metotlar ile eğitilmiş olmaları önemlidir. Tadımcılar yağ örneklerini ilk olarak koklayıp sonrasında tadarak profil kağıdında yer alan negatif ve pozitif özellikleri algıladıkları yoğunluk ile 10 cm’lik skalaya işaretlerler. Profil kağıdının toplanıp incelenmesi panel başkanı tarafından gerçekleştirilmekte olup hesaplamalar için Uluslararası Zeytinyağı Konseyi (UZK) tarafından geliştirilmiş bir bilgisayar programına kaydeder ve hesaplaması gerçekleştirilip değerlendirilmesi sağlanır (Anonim 2014 g, İnt. Kyn. 13).



Resim 3.9 Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsündeki Duyusal Analizin Gerçekleştiği Tadım Odası.



Resim 3.10 Duyusal değerlendirme formu.

Natürel Zeytinyağında Duyusal Değerlendirme Formu

KUSURLARIN ALGILANMA YOĞUNLUĞU:

Kızıışma/Çamurumsu tortu * _____

Küflü/rutubetli /Topraksı * _____

Şarabımsı/sirkemsi/asidik-ekşimsi * _____

Islak odun (Don vuruğı) _____

Ransid _____

Diğer Negatif Özellikler _____

Tanımlar

Metalik ☐ Samansı/odunsu ☐ Kurtlu ☐ Kaba ☐

Salamura ☐ Isıtılmış/yanmış ☐ Kara su ☐ Hasırımı ☐

Salatalık ☐ Makine yağı ☐

(*) seçilmeyen kusurun üzerini çiziniz

POZİTİF ÖZELLİKLERİN ALGILANMA YOĞUNLUĞU:

Meyvemsi _____
yeşil ☐ olgun ☐

Acılık _____

Yakıcılık _____

Tadımcının adı:

tadımcının kodu:

Numune kodu:

Tarih/İmza:

Yorumlar:

Şekil 3.6 Natürel zeytinyağlarında Duyusal Değerlendirme Resmi Formu (Anonim 2014 g).

3.2.1.13 İstatiksel ve Kemometrik Analizler

Milas ve Bodrum yörelerine ait natürel zeytinyağı örneklerindeki tüm analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi Tukey's Studentized range test yöntemine göre HSD programı ile yapılmıştır. Analizlerden elde edilen tüm sonuçlar paralel olarak yapılan analizlerin bir ortalama ($\pm$ standart sapması) değeri olarak gösterilmiştir. Analizlere ait ortalamalar arasındaki önemli farklılıklar Tukey's Studentized range test yöntemi ile belirlenmiş ve farklılıkların ($p < 0,05$) değerinde önemli olduğu gözlenmiştir.

Memecik çeşidinden Milas ve Bodrum'daki farklı loksasyonlarda elde edilen yağların karakterizasyonu ve sınıflandırılması kemometrik yöntemler kullanılarak, PCA [Temel Bileşen] analizi olarak (Ward Method) ile JMP11 (2014) programında Student testi (SAS Institute, ISBN:978-1-62959-560-3) kullanılarak anlamlılık ($p < 0.05$) düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Karakterizasyonda kullanılan analiz bulgularına ilişkin olarak Pearson korelasyon katsayıları (r) belirlenmiştir. Tüm yağ örnekleri arasında var olan ilişkiler; Yağ Asitleri Profili, TAG bileşenleri ve Sterol komponentlerine dayalı olarak PCA ve biplot analizlerine göre karakterize edilip, sınıflandırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Natürel Zeytinyağı Örneklerinde Serbest Yağ Asidi Miktarı (SYA), Peroksit Sayısı (PS), UV’de Özgül Absorbans Tayini ve ΔE Değeri Bulguları

Muğla İline bağlı Milas ve Bodrum İlçelerinin farklı lokasyonlarında yetiştirilen Memecik zeytin çeşidinden üç fazlı kontinü sistem tekniği ile üretilmiş natürel zeytinyağı örneklerinde serbest yağ asitliği (SYA) miktarı, peroksit sayısı (PS) tayini, UV’ de Özgül Absorbans tayinine ilişkin analiz sonuçları ve örneklerin ΔE değer bulguları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1’de Milas ve Bodrum lokasyonlarına ait natürel zeytinyağlarında SYA, PS değeri, UV 232 ve 270 nm’ deki Özgül Absorbans analiz sonuçları ve ΔE değerlerine ilişkin değişimler verilmiştir.

Milas zeytinyağı örnekleri için kalite analizlerine ait değişimler serbest yağ asitliği 0,5 (M6) ile 1,065 (M5) % oleik asit aralığında, peroksit değeri ise 0,8 (M5) ve 1,7 (M1) (meq O₂/kg) aralığında, UV’ de Özgül Absorbans değerleri UV-232’ de 0,85 (M3) ile 2,31 (M1); UV-270’ de ise 0,04 (M3) ve 0,47 (M4) aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Bodrum lokasyonlarına ait natürel zeytinyağlarında ise serbest yağ asitliği 1,235 (B6) ile 4,65 (B1) % oleik asit aralığında, peroksit değeri ise 1,5 (B2-B4) (meq O₂/kg) ile 2,7 (B6) (meq O₂/kg) aralığında, UV’ de Özgül Absorbans değerleri UV-232’ de 0,98 (B4) ile 1,98 (B5); UV-270’ de ise 0,05 (B4) ve 0,12 (B5) aralığında değişimler tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1 Milas ve Bodrum lokasyonlarına ait natürel zeytinyağlarında SYA, PS değeri, UV’ de özgül absorbans sonuçları ve ΔE değeri bulguları.

	SYA	PS	UV-232	UV-270	ΔE
M1	1,04 ^{DE}	1,7 ^B	2,31 ^A	0,32 ^B	-0,01
M2	0,64 ^{FG}	1,0 ^{CDE}	1,12 ^G	0,09 ^F	0,00
M3	0,87 ^{EF}	0,9 ^{DE}	0,85 ^H	0,04 ^G	0,00
M4	1,01 ^{DE}	1,2 ^{BCDE}	2,11 ^B	0,47 ^A	-0,01
M5	1,07 ^{DE}	0,8 ^E	0,89 ^H	0,08 ^G	0,00
M6	0,5 ^G	1,0 ^{CDE}	1,51 ^E	0,10 ^D	-0,01
B1	4,65 ^A	1,8 ^B	1,43 ^F	0,10 ^F	0,01
B2	2,99 ^C	1,5 ^{BCD}	1,59 ^E	0,10 ^F	0,01
B3	4,42 ^{AB}	1,8 ^B	1,80 ^D	0,10 ^E	0,00
B4	4,22 ^B	1,5 ^{BCD}	0,98 ^{GH}	0,05 ^G	0,01
B5	2,73 ^C	1,6 ^{BC}	1,98 ^{BC}	0,12 ^C	0,00
B6	1,24 ^D	2,7 ^A	1,52 ^E	0,08 ^G	0,00

SYA (% oleik asit), PS (meq O₂/kg),

*Değerler iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05).

4.2 Natürel Zeytinyağlarında Yapılan Toplam Fenolik Madde, DPPH, Toplam Klorofil, Toplam Karotenoid, Tokoferol ve Ransimat Analizlerine İlişkin Sonuçlar

Çizelge 4.2 Milas ve Bodrum lokasyonlarına ait natürel zeytinyağlarında toplam fenolik madde (Kafeik asit [CAE] mg/kg), DPPH (%), klorofil (mg/kg), karotenoid (mg/kg), tokoferol (mg/kg), ransimat IP (110 °C sıcaklıkta ve 20L/h , saat hava) değerleri.

Lokasyonlar	TFM	DPPH	Klorofil	Karotenoid	Tokoferol	Ransimat
M1	230,35 ^{AB}	32,34 ^B	3,46	1,52	203,26 ^C	5,85 ^C
M2	239,65 ^{AB}	35,86 ^{AB}	1,70	1,13	156,81 ^I	7,59 ^A
M3	244,30 ^{AB}	30,94 ^B	2,15	1,23	218,45 ^B	5,04 ^E
M4	194,42 ^{AB}	7,97 ^D	2,69	1,67	189,05 ^F	4,05 ^G
M5	152,16 ^{AB}	32,34 ^B	1,76	1,22	167,935 ^G	4,53 ^F
M6	494,08 ^A	20,86 ^C	5,74	3,80	224,815 ^A	7,28 ^B
B1	198,65 ^{AB}	32,89 ^B	3,18	1,41	163,295 ^H	3,83 ^G
B2	185,12 ^{AB}	41,72 ^A	3,18	1,95	192,89 ^E	5,44 ^D
B3	79,04 ^C	7,97 ^D	4,23	1,17	92,535 ^L	1,5 ^I
B4	216,82 ^{AB}	32,27 ^B	2,48	1,18	149,24 ^J	4,06 ^G
B5	206,26 ^{AB}	34,84 ^{AB}	2,06	1,26	198,165 ^D	4,57 ^F
B6	269,23 ^B	6,64 ^D	1,96	1,16	138,705 ^K	3,14 ^H

*Değerler iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı sütunda aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

Milas ve Bodrum (Muğla) İlçelerinin farklı lokasyonlarında Memecik zeytin çeşidinden üç fazlı kontinü sistem ile elde edilmiş natürel zeytinyağlarında gerçekleştirilen toplam fenolik madde miktarı (TFM) ve antioksidan aktivitesi (AA, DPPH) sonuçları Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2’ de yer alan analiz sonuçlarına göre Milas İlçesi natürel zeytinyağlarında TFM 152,16 (M5) ile 494,1 mg CAE / 100 g (M6) aralığında iken, antioksidan aktivite (AA, DPPH %) ise %7,97 (M4 ve B3) ve %35,86 (M2) olarak tespit edilmiştir. Bodrum lokasyonlarına ait natürel zeytinyağlarında ise TFM değişimi 79,04 (B3) ile 269,23 mg CAE / 100 g (B6) aralığında bulunmuş iken, antioksidan aktivite değişimi (AA, DPPH %) ise %6,64 (B6) ile %41,72 (B2) arasında olarak tespit edilmiştir.

Muğla İline bağlı Milas ve Bodrum İlçelerinin farklı lokasyonlarında yetiştirilen Memecik zeytin çeşidi kullanılmak suretiyle üç fazlı kontinü sistem tekniği ile üretilmiş natürel zeytinyağlarında bulunan toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarı değişimleri Çizelge 4.2’ de verilmiştir. Çizelge 4.2’ de Milas örneklerine ait toplam klorofil sonuçlarının değişimi 1,70 mg/kg (M2) ve 5,74 mg/kg (M1) aralığında bulunmuş iken, toplam karotenoid miktarı sonuçları 1,13 mg/kg (M2) ve 3,80mg/kg (M6) arasında bir değişim göstermiştir. Bodrum yağlarında toplam klorofil sonuçları 1,96 mg/kg (B6) ile 4.23 mg/kg (B4) aralığında

bulunmuş olup, toplam karotenoid miktarı değişim sonuçları ise 1,16 mg/kg (B6) ile 1,95 mg/kg (B2) arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Milas ve Bodrum İlçelerinin (Muğla) farklı lokasyonlarından sağlanan Memecik çeşidi natürel zeytinyağı örneklerinin alfa-tokoferol analizine ait sonuçların değişimi Çizelge 4.2’ de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Milas ilçesi örneklerine ait alfatokoferol sonuçları 156,81 (M2) ile 224,815 (M6) aralığında bulunurken Bodrum ilçesi örneklerine ait alfa-tokoferol sonuçları 92,535 (B3) ile 198,165 (B5) aralığında bir değişim göstermiştir.

Zeytin yağlarında oksidatif stabilitenin pratikteki önemli bir ölçüsü olan Ransimat değerlerinin değişimi Milas ilçesi lokasyonlarına ait sonuçlar 4,05 saat (M4) ile 7,59 saat (M2) aralığında değişim göstermiş iken; Bodrum ilçesi örnekleri için ransimat değer sonuçları ise 1,5 saat (B3) ile 5,44 saat (B2) aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

4.3 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Yağ Asidi Profili Bulguları

Muğla İline bağlı Milas ve Bodrum İlçelerinde monokültür Memecik zeytin çeşidinden elde edilmiş natürel zeytinyağlarının major ve minor yağ asidi profiline ait konsantrasyon (%) sonuçları Çizelge 4.3’ de verilmiştir. Burada önem taşıyan major yağ asidi bileşenleri, Tekli Doymamış yağ asidi (MUFA) oleik asit (OLA, C18:1) ile Çoklu Doymamış yağ asidi (PUFA) olan linoleik asit (LO, C18:2) ve linolenik asit (LNO, C18:3); ayrıca Doymuş yağ asidi (SFA) olan palmitik asit (PAM, C16:1) ve stearik asit (SA, C18:0)’tir. Diğer parametreler ise yağ asidi kompozisyonunda %2’in altında kalan parametrelerdir. Bunlar, miristik asit (C14:0), palmitoleik asit (C16:1), heptadekonik asit (C17:0), cis-10-heptadekanoik asit (C17:0), linoleik asit (C18:3), araşidik asit (C20:0), gadaloik asit (C20:1), behenik asit (C22:0), lignoserik (C24:0) asittir.

Beslenme fizyolojisi açısından önem taşıyan, tekli doymamış (MUFA) lardan ω -9 (omega 9) yağ asidi olarak da adlandırılan oleik asit (OLA) en yüksek oranda olup Çizelge 4.3’te görüleceği üzere, Milas lokasyonlarına ait yağlardaki değişim %62,54 (M5) ile %72,17 (M2) aralığındadır. Aynı lokasyona ait yağ örneklerinde PUFA’lardan LO değişimi %10,10 (M2) – 19,30 (M5) aralığında iken, LNO düzeyleri değişimi ise %0,70 (M2) –%1.05 (M5) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). SFA grubuna ait PAM’in değişimi %12,45 (M6)–%14,32 aralığında iken, SA ise %2,71 (M2) ile %2,82 (M6) arasında bulunmuştur. En az MUFA

grubundan olan POLA değişimi Milas rnekleri için %0,83 (M5) ile %1,2 (M4) arasında tespit edilmiştir (izelge 4.3).

Çizelge 4.3'te görüleceği üzere, Bodrum lokasyonlarına ait Memecik eşidi zeytinyağlarının major MUFA'sı OLA'in değişimi %61,61 (B1) ile %66,53 (B6) aralığındadır. Aynı lokasyona ait yağ örneklerinde PUFA'lardan LO değişimi %13,06 (B5) –19,73 (B2) aralığında iken, LNO düzeyleri değişimi ise %0,90 (B4) –%1,05 (B2 ve B5) olarak bulunmuştur (izelge 4.3). Bodrum lokasyonu örneklerindeki SFA grubuna ait PAM'in değişimi %13,06 (B5) –%19,73 (B2) aralığında iken SA ise %2,54 (B2) ile %3,36 (B3) arasında bulunmuştur. En az MUFA grubundan olan POLA değişiminin Bodrum rnekleri için %0,80 (B3) ile %1,06 (B1) arasında olduğu tespit edilmiştir (izelge 4.3).

Çizelge 4.3 Milas ve Bodrum yörelerinde üretilmiş natürel zeytinyağlarına ait major ve minor yağ asidi profilinin dağılımı*

Bileşenler	Kısaltmalar	M1	M2	M3	M4	M5	M6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Miristik	MA	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02
Palmitik	PAM	13,21 ^D	12,7 ^F	14,32 ^A	13,9 ^C	12,57 ^G	12,45 ^H	14,18 ^B	12,53 ^G	13,00 ^E	13,00 ^E	12,57 ^G	14,27 ^A
Palmitoleik	POLA	1,05 ^{BC}	0,92 ^{DE}	1,26 ^A	1,20 ^A	0,83 ^F	0,96 ^{DE}	1,06 ^B	0,92 ^E	0,80 ^F	0,94 ^{DE}	0,97 ^{CDE}	1,00 ^{BCD}
Margarik	MG	0,03	0,03	0,04	0,07	0,11	0,04	0,06	0,11	0,10	0,10	0,04	0,06
Margoleik	MGO	0,05	0,05	0,06	0,12	0,17	0,05	0,10	0,18	0,12	0,16	0,05	0,07
Stearik	SA	2,80 ^{BC}	2,71 ^{CD}	2,74 ^{BCD}	2,72 ^{CD}	2,79 ^D	2,82 ^B	2,56 ^F	2,54 ^E	3,36 ^A	2,80 ^{BC}	2,68 ^E	3,34 ^A
Oleik	OLA	67,86 ^D	72,17 ^A	67,66 ^E	68,6 ^C	62,54 ^B	72,12 ^A	61,61 ^K	62,32 ^J	64,78 ^G	64,24 ^H	71,43 ^A	66,53 ^F
Linoleik	LO	13,51 ^F	10,10 ^L	12,34 ^H	11,97 ^I	19,30 ^J	10,23 ^K	18,79 ^C	19,73 ^A	16,31 ^E	17,24 ^D	10,74 ^I	13,06 ^G
Linolenik	LNO	0,84 ^D	0,70 ^G	0,91 ^C	0,81 ^E	1,05 ^A	0,74 ^F	0,98 ^B	1,05 ^A	0,91 ^C	0,90 ^C	1,05 ^A	0,91 ^C
Araşidik	A	0,38	0,35	0,39	0,36	0,35	0,33	0,38	0,35	0,35	0,35	0,35	0,49
Gadoleik	G	0,24	0,25	0,23	0,23	0,26	0,23	0,24	0,25	0,24	0,24	0,26	0,22
Behenik	B	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Lignoserik	LG	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

*Değerler iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı sırada aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

SFA (Doymuş Yağ Asitleri): Miristik (MA) [C14:0], Palmitik (PAM) [C16:0], Margarik (MG) [C17:0], Stearik (SA) [C18:0], Araşidik (A) [C20:0], Behenik (B) [C20:0], Lignoserik (LG) [C24:0].

MUFA (Tekli Doymamış Yağ Asitleri): Palmitoleik (POLA) [C16:1], Margarik (MGO) [C17:1], Oleik (OLA) [C18:1], Gadoleik (G) [C20:1].

PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri): Linoleik (LO) [C18:2], Linolenik (LNO) [C18:3]

4.4 Natürel Zeytinyağlarına Ait Yağ Asidi Profiline Göre Hesaplanan Değerler

Muğla İli Milas ve Bodrum İlçelerinin farklı lokasyonlarından alınan Memecik çeşidine ait natürel zeytinyağı örneklerinin yağ asidi analiz bulgularına dayalı olarak hesaplanan parametrelerine ilişkin bulgular Çizelge 4.4' de toplu şekilde verilmiştir. Araştırmada kullanılan yağ örneklerinde beslenme fizyolojisi açısından önem taşıyan parametreler olarak; toplam değerler itibarıyla Doymuş Yağ Asitleri (%SFA), Tekli Doymamış Yağ Asitleri (%MUFA) ve Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (%PUFA), Toplam Doymamış Yağ asitleri (%UFA) ve Trans Yağ Asitleri (TFA) ilk önem arz eden değerlerdir. Bunun yanında PUFA/SFA, OLA/LO, PAM/LO, LO/LNO, UFA/SFA, UFA/PUFA oranları ile formüle dayalı olarak hesaplanan IV (İyot Sayısı), Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık) ve TOSİ (Teorik Oksidatif Stabilite) değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 4.4'te görüleceği üzere, Milas lokasyonlarına ait Memecik çeşidi zeytinyağlarının SFA değerlerinin % 15,66 (M6)-17,53 (M3), MUFA %69,19 (M1) –73,36 (M6), PUFA 10,80 (M2)–14,35 (M1) arasında bir değişim göstermiştir. Oksidatif stabilite açısından bir indikatör olarak önem taşıyan OLA/LO değerlerinin değişimi %5,03 (M1) –%7,14 (M2), arasında tespit edilmiştir. Zeytinyağında aromatik profilin tahmin edilmesinde bir ön indikatör olarak kabul edilen LO/LNO oranının %13,42 (M5)– %16,08 (M1), arasında Milas yağ lokasyonu örnekleri için bir değişime sahip olduğu belirlenmiştir. Yağ asidi profiline göre hesaplanan İyot sayısı değerleri Milas lokasyonu yağları için %86,03 (M2) ile %88,84 (M1) arasında bir değişim göstermiş iken TOSİ değerlerinin değişimi %10,55 (M1)-%10,95 (M3) arasında bulunmuştur. Milas lokasyonu yağ örneklerinde Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık) değerleri değişimi %597,88 (M2) –760,91 (M1) arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4'te görüleceği üzere, Bodrum lokasyonlarına ait Memecik çeşidi zeytinyağlarının SFA değerlerinin %15,56 (B2) – %18,20 (B6), MUFA %63,01 (B1) – %67,82 (B6), PUFA %13,97 (B6) – %20,77 (B2), arasında bir değişim gösterdiği Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Bodrum lokasyonu örneklerinde oksidatif stabilite açısından bir indikatör olarak önem taşıyan OLA/LO değerlerinin değişimi %3,16 (B2) – 5,09 (B6), arasında tespit edilmiştir. Bodrum yağ lokasyonu örnekleri için zeytinyağında aromatik profilin tahmin edilmesinde bir ön indikatör olarak kabul edilen LO/LNO oranının %14,43 (B6) – 19,27 (B1), arasında bir değişime göstermiştir. Yağ asidi profiline göre hesaplanan İyot sayısı değerleri Bodrum lokasyonu yağları için %86,98 (B6) ile %95,58 (B2) arasında bir değişime sahip olmuş iken

TOSİ değerlerinin değişimi %9,46 (B2)–10,89 (B6) arasında bulunmuştur. Bodrum lokasyonuna ait yağ örneklerinde Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık) değerleri değişimi %746,02 (B6) – 1037,07 (B5) arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).

Milas ve Bodrum Lokasyonuna ait tüm yağ örnekleri için TFA (Trans Yağ Asitleri) değerleri %0,02 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Milas ve Bodrum lokasyonuna ait tüm yağların diğer parametrelerin değişimleri PUFA/SFA %0,68 (M2)–1,34 (B2) ; PAM /LO %0,64 (B2)–1,26 (M2) ; UFA/SFA %4,50 (B6) –5,43 (B2) ; UFA/PUFA %4,07 (B2) – %7,79 (M2) arasında tespit edilmiştir. Özellikle UFA/ LO değerlerindeki değişimin OLA/ LO oranı dağılımına benzemekte olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).



Çizelge 4.4 Milas ve Bodrum yörelerinde üretilmiş natürel zeytinyağlarına ait yağ asitleri profiline göre hesaplanan parametrelere ilişkin sonuçlar*

Bileşenler	Kısaltmalar	M1	M2	M3	M4	M5	M6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
SFA	SF	16,46 ^F	15,82 ^{III}	17,53 ^B	17,07 ^D	18,2 ^A	15,66 ^J	17,22 ^C	15,56 ^K	16,84 ^E	16,27 ^G	15,85 ^H	15,74 ^{IJ}
MUFA	MF	69,19 ^D	73,38 ^A	69,21 ^D	70,14 ^C	67,82 ^E	73,36 ^A	63,01 ^J	63,66 ^I	65,94 ^F	65,58 ^G	63,79 ^H	72,71 ^B
PUFA	PF	14,35 ^F	10,80 ^L	13,25 ^H	12,78 ^I	13,97 ^G	10,97 ^K	19,76 ^C	20,77 ^A	17,21 ^E	18,14 ^D	20,35 ^B	11,54 ^J
TFA	TF	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
PUFA/SFA	P - S	0,88 ^F	0,68 ^K	0,76 ^H	0,75 ^H	0,77 ^G	0,7 ^J	1,15 ^C	1,34 ^A	1,02 ^E	1,12 ^D	1,28 ^B	0,73 ^I
OLA/LO	O-L	5,03 ^G	7,145 ^A	5,49 ^E	5,73 ^D	5,09 ^F	7,05 ^B	3,28 ^J	3,16 ^L	3,98 ^H	3,73 ^I	3,24 ^K	6,66 ^C
PAM/LO	P-L	0,98 ^F	1,26 ^A	1,16 ^D	1,16 ^D	1,09 ^E	1,22 ^B	0,76 ^H	0,64 ^J	0,8 ^G	0,75 ^H	0,65 ^I	1,17 ^C
LO/LNO	L-LN	16,08 ^D	14,43 ^E	13,56 ^F	14,87 ^E	14,43 ^E	13,83 ^F	19,27 ^A	18,88 ^{AB}	18,02 ^C	19,16 ^A	18,38 ^{BC}	13,42 ^F
IV	IV	88,84 ^F	86,035 ^J	86,95 ^G	86,79 ^H	86,98 ^G	86,38 ^I	93,19 ^C	95,58 ^A	91,09 ^E	92,42 ^D	94,93 ^B	86,85 ^{GH}
Ox Sus	OS	760,91 ^F	597,88 ^L	715,28 ^H	689,29 ^I	746,02 ^G	607,71 ^K	1005,83 ^C	1055,78 ^A	890,16 ^E	931,15 ^D	1037,07 ^B	635,78 ^J
UFA/SFA	U-S	5,08 ^E	5,32 ^C	4,71 ^I	4,86 ^G	4,5 ^J	5,39 ^B	4,81 ^H	5,43 ^A	4,94 ^F	5,15 ^D	5,31 ^C	5,36 ^B
UFA PUFA	/ U - P	5,83 ^G	7,795 ^A	6,23 ^E	6,49 ^D	5,86 ^F	7,69 ^B	4,19 ^J	4,07 ^L	4,83 ^H	4,62 ^I	4,14 ^K	7,31 ^C
TOSI	TS	10,55 ^F	10,915 ^B	10,95 ^A	10,93 ^{AB}	10,89 ^C	10,82 ^D	10,04 ^H	9,46 ^K	10,14 ^G	9,98 ^I	9,55 ^J	10,75 ^E

*Değerler iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı sırada aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

SFA % (Doymuş Yağ Asitleri): Miristik (MA) [C14:0], Palmitik (PA) [C16:0], Margarik (MG) [C17:0], Stearik (SA) [C18:0], Araşidik (A) [C20:0], Behenik (B) [C22:0], Lignoserik (LG) [C24:0].

MUFA % (Tekli Doymamış Yağ Asitleri): Palmitoleik (PO) [C16:1], Margarik (MGO) [C17:1], Oleik (OA) [C18:1], Gadoleik (G) [C20:1].

PUFA % (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri): Linoleik (LO) [C18:2], Linolenik (LN) [C18:3]

UFA % (Toplam Doymamış Yağ asitleri): MUFA + PUFA

IV İyot Sayısı, Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık), TOSİ (Teorik Oksidatif Stabilite, saat)

4.5 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Triaçilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Bulgular

Muğla İlinin Milas ve Bodrum İlçelerinin farklı lokasyonlarında yetiştirilen Memecik zeytin çeşidinden üretilmiş natürel zeytinyağı örneklerinde Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yapılan tüm major ve minör triaçilgliserol (TAG) profili analizi sonuçları Çizelge 4.5 de toplu şekilde verilmiştir.

HPLC ile analiz edilen Milas ve Bodrum yörelerindeki farklı lokasyonlara ait yağ örneklerinde karakterizasyon açısından önem taşıyan major TAG bileşenleri kromatogramdaki sırasıyla OLL (1,2-dilinoleyl-3-oleylglycerol), LOO (1,2-dioleil-3-linoleylglycerol) + PLnP, PLO (palmitoyl-2-oleyl-3-linoleylglycerol) + SLL, OOO (1,2,3-trioleilglycerol veya triolein) ve SLO + POO (2,3-dioleil-1-palmitoylglycerol), POP (1,2-dipalmitoyl-3-oleylglycerol) ve SOO 2,3-dioleil-1-stearoylglycerol olmuştur. Zeytinyağında muhtemel bitkisel tohum yağlarının taşıyıcılarının tesbitinin bir ölçüsü olarak yer alan LLL (1,2,3- trilinoleilglycerol veya trilinolein) en önemli minor TAG bileşenidir (Çizelge 4.5).

Nötral lipidlerin bünyesindeki gliserole bağlı yağ asitlerinin dizilişi hakkında bilgi veren TAG analizleri yağların gliseridik yapısı hakkında en güvenilir bilgiyi vermektedir. Çizelge 4.5'te görüleceği gibi, TAG profilindeki major bileşenlere göre Milas lokasyonu örneklerinde en yüksek TAG komponenti ve natürel zeytinyağlarında otantiklik için en önde gelen bir indikatör olan OOO (triolein) değişimi %30,96 (M3) ile %36,81 (M2) arasında iken SLO + POO değeri %21,32 (M1) –23,36 (M6) arasında olmuştur. Milas yağlarında diğer major TAG'ların değişimleri LOO + PLnP için %14,33 (M3) –16,66 (M1), PLO + SLL için %6,48 (M2) –8,30 (M4), OLL için %597,88 (M2) –760,91 (M1) arasında bulunmuştur. POP değerleri %2,75 (M5) – 4,04 (M3) arasında bir değişim gösterir iken, SOO'un değişimi ise %4,36 (M4) – 4, 72 (M2) arasında olmuştur (Çizelge 4.5). TAG profilindeki major bileşenlere göre Bodrum lokasyonu örneklerinde en yüksek TAG komponenti ve natürel zeytinyağlarında otantiklik için en önde gelen bir indikatör OOO (triolein) değişimi %24,15 (B1) ile 29,26 (B6) arasında iken SLO + POO değeri ise %17,99 (B2)– 23,06 (B6) arasında olmuştur. Bodrum yöresine ait Memecik çeşidi zeytin yağlarında diğer major TAG'ların değişimleri LOO + PLnP için %14,79 (B6) – 19,43 (B5), PLO + SLL için %8,53 (B6) – 11,06 (B5), OLL için %3,99 (B6) – 7,52 (B2) arasında bulunmuştur. Bodrum lokasyonu örneklerine ait POP değerleri %2,30 (B2) –3,81 (B6) arasında bir değişim gösterir iken, SOO'un değişimi ise %3,57 (B1) – 5,19 (B6) arasında olmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Milas ve Bodrum yörelerinde üretilmiş natürel zeytinyağlarına ait major ve minor TAG bileşenleri.

Lokasyonlar	Kısaltmalar	M1	M2	M3	M4	M5	M6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
LLL	L1	0,32 ^F	0,10 ^{II}	0,36 ^E	0,27 ^G	0,13 ^{II}	0,09 ^{II}	1,09 ^A	0,93 ^B	0,67 ^D	0,73 ^C	0,95 ^B	0,34 ^{EF}
LOLn + POLL	L2	0,38	0,25	0,51	0,40	0,29	0,26	0,68	0,61	0,49	0,49	0,60	0,38
PLLn	P1	0,09	0,05	0,22	0,12	0,05	0,05	0,22	0,13	0,15	0,11	0,15	0,09
OLL	O1	4,08 ^F	2,39 ^I	3,38 ^G	3,26 ^G	2,83 ^{II}	2,48 ^I	7,05 ^C	7,52 ^A	5,66 ^E	6,18 ^D	7,32 ^B	3,99 ^F
OLnO	O2	1,33	1,30	1,44	1,46	1,52	1,35	1,15	1,08	1,33	1,22	1,18	1,30
PLL	P2	1,49	0,72	1,51	1,27	0,98	0,75	2,92	2,88	2,11	2,36	2,96	1,80
POLn	P3	0,63	0,57	0,80	0,70	0,63	0,57	0,75	0,63	0,60	0,65	0,56	0,64
LOO + PLnP	L3	16,66 ^C	14,52 ^{DE}	14,33 ^E	15,00 ^D	15,07 ^D	14,57 ^{DE}	18,19 ^B	19,07 ^A	17,99 ^B	18,45 ^B	19,43 ^A	14,79 ^{DE}
PoOO	P4	1,98 ^{ABC}	1,68 ^{BC}	1,98 ^{ABC}	1,64 ^{BC}	1,72 ^{ABC}	1,47 ^{BC}	2,56 ^A	2,27 ^{AB}	1,24 ^C	1,77 ^{ABC}	1,40 ^C	1,53 ^{BC}
PLO + SLL	P5	8,29 ^D	6,48 ^F	7,64 ^E	8,30 ^D	6,83 ^F	6,58 ^F	10,74 ^{AB}	10,58 ^{AB}	9,16 ^C	10,35 ^B	11,06 ^A	8,53 ^D
PoOP	P6	0,72	0,54	1,43	0,83	0,65	0,56	0,92	0,57	0,69	0,60	0,54	0,74
PLP	P7	1,02	0,70	1,08	1,21	0,84	0,72	1,56	1,55	1,20	1,38	1,45	1,17
OOO	O4	31,19 ^D	36,81 ^A	30,96 ^D	32,24 ^C	36,24 ^B	36,33 ^B	24,15 ^I	25,84 ^H	27,97 ^F	27,12 ^G	25,72 ^H	29,26 ^E
SLO + POO	S1	21,32 ^C	23,02 ^A	23,19 ^A	22,85 ^A	22,07 ^B	23,36 ^A	19,26 ^D	17,99 ^E	19,44 ^D	19,38 ^D	18,05 ^E	23,06 ^A
POP	P8	3,26 ^C	3,19 ^{CD}	4,04 ^A	3,44 ^{BC}	2,75 ^{DEF}	3,27 ^C	3,05 ^{CDE}	2,30 ^F	3,12 ^{CD}	2,60 ^{EF}	2,31 ^F	3,81 ^{AB}
PPP	P9	0,33	0,42	0,30	0,26	0,44	0,39	0,20	0,19	0,27	0,23	0,23	0,29
SOO	S2	4,49 ^E	4,72 ^{CD}	4,44 ^{EF}	4,36 ^F	4,66 ^D	4,81 ^{BC}	3,57 ^I	3,94 ^H	4,91 ^B	4,20 ^G	4,01 ^H	5,19 ^A
POS	P10	1,30	1,34	1,38	1,36	1,30	1,29	1,16	1,07	1,82	1,22	1,13	1,78

*Değerler iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı sırada aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

TAG Bileşenlerinin Açılımları

LLL (1,2,3-trilinoileylglycerol), LOLn (1-linoileyl-2-oleyl-3-linolenoyl), POLL (1-dipalmitoyl-2-oleyl-3-dilinoileyl); PLLn (1-palmitoyl-2 linoileyl-3-linolenoyl); OLL (1,2-dilinoileyl-3-oleylglycerol), , OLnO (1,2-dioileyl-3-linolenoylglycerol), PLL (2,3-dilinoileyl-1palmitoylglycerol); POLn (1-palmitoylglycerol-2-oleyl-3-linolenoyl); LOO (1,2-dioileyl-3-linoileylglycerol), PLnP (1,3-dipalmitoyl, 2-linolenoyl), PoOO (1-palmitioleoyl-2,3-dioileyl); PLO (palmitoyl-2-oleyl-3-linoileylglycerol), SLL (2,3-dilinoileyl-1palmitoylglycerol), PoOP (1-palmitioleoyl-2 oleoyl-3-palmitoyl); PLP 1,3-dipalmitoyl-2-linoileyl; OOO (1,2,3-trioileylglycerol), SLO (1-stearoyl-2-linoileyl-3-oleoyl), POO (2,3-dioileyl-1-palmitoylglycerol), POP (1,2-dipalmitoyl-3-oleylglycerol) ;PPP (1,2,3-tripalmitoylglycerol); SOO 2,3-(dioileyl-1-stearoylglycerol) ; POS (1-stearoyl-2-palmitoyl-3-oleylglycerol).

Çizelge 4.6 Milas ve Bodrum yörelerinde üretilmiş natürel zeytinyağlarına ait TAG bileşenlerine göre hesaplanmış parametreleri.

Örnek		M1	M2	M3	M4	M5	M6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
ECN42	E1	0,78 ^E	0,40 ^F	1,09 ^D	0,78 ^E	0,47 ^F	0,40 ^F	1,99 ^A	1,67 ^B	1,31 ^C	1,32 ^C	1,70 ^B	0,81 ^E
ECN44	E2	7,53 ^D	4,97 ^H	7,13 ^E	6,68 ^F	5,96 ^G	5,15 ^H	11,86 ^A	12,10 ^A	9,69 ^C	10,40 ^B	12,01 ^A	7,72 ^D
ECN46	E3	28,66 ^D	23,92 ^G	26,45 ^E	26,98 ^E	25,09 ^F	23,88 ^G	33,96 ^A	34,03 ^A	30,27 ^C	32,55 ^B	33,86 ^A	26,76 ^E
ECN 48	E4	57,33 ^D	64,96 ^A	58,88 ^C	59,70 ^C	63,40 ^B	64,88 ^A	47,17 ^G	47,95 ^G	52,59 ^E	50,93 ^F	48,00 ^G	57,80 ^D
ECN 50	E5	5,79 ^E	6,05 ^{CD}	5,82 ^E	5,71 ^E	5,96 ^D	6,10 ^C	4,73 ^H	5,01 ^G	6,73 ^B	5,42 ^F	5,13 ^G	6,97 ^A
PLO/OOO	P11	0,27 ^F	0,18 ^H	0,25 ^G	0,26 ^{FG}	0,19 ^H	0,19 ^H	0,45 ^A	0,41 ^B	0,33 ^D	0,38 ^C	0,43 ^A	0,29 ^E
LLL/ECN42	L4	0,41 ^C	0,25 ^F	0,33 ^D	0,35 ^D	0,28 ^E	0,23 ^F	0,55 ^A	0,56 ^A	0,51 ^B	0,55 ^A	0,56 ^A	0,43 ^C
PLL/OLL	P12	0,37 ^{DE}	0,30 ^F	0,45 ^{AB}	0,39 ^{CD}	0,35 ^E	0,30 ^F	0,41 ^{BC}	0,38 ^{CDE}	0,38 ^{CDE}	0,39 ^{CD}	0,41 ^C	0,45 ^A
ECN48/ECN46	E6	2,00 ^E	2,72 ^A	2,23 ^C	2,22 ^{CD}	2,53 ^B	2,72 ^A	1,39 ^H	1,41 ^H	1,74 ^F	1,57 ^G	1,42 ^H	2,17 ^D
LOO/PLO	L5	11,18 ^C	20,30 ^A	9,52 ^D	11,86 ^C	15,41 ^B	19,43 ^A	6,24 ^F	6,62 ^F	8,55 ^{DE}	7,83 ^E	6,58 ^F	8,25 ^E
OOO/POO	O5	1,47 ^D	1,60 ^B	1,34 ^F	1,41 ^E	1,65 ^A	1,56 ^C	1,25 ^G	1,44 ^{DE}	1,44 ^{DE}	1,40 ^E	1,43 ^{DE}	1,27 ^G

*Değerler iki tekerrürün ortalamasıdır. Aynı sırada aynı harfleri taşıyan değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir. (p>0,05)

Eşdeğer Karbon sayısı (ECN) Değerlerini Oluşturan TAG Bileşenlerinin Dağılımı

1. LLL; 2. LOLn + POLL; 3. PLLn (ECN 42); 4. OLL; 5. OLnO; 6. PLL; 7. POLn (ECN 44); 8. LOO + PLnP; 9. PoOO; 10. PLO + SLL;
11. PoOO; 12. PLP (ECN 46); 13. OOO; 14.–15. SLO + POO; 16. POP (ECN 48); 17. PPP; 18. SOO; 19. POS (ECN 50).

4.6 Natürel Zeytinyağlarında Triasilgiserol Profiline Göre Hesaplanan Parametreler

Milas ve Bodrum lokasyonlarında yetiştirilen Memecik çeşidine ait yağların TAG bileşenlerine dayalı olarak hesaplanan parametre değerleri Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Çizelge 4.6'da verildiği gibi, Milas lokasyonlarına ait natürel zeytinyağı örneklerinde Eşdeğer karbon sayısı (ECN) değerlerinin değişimi sırasıyla ECN 42 %0,40 (M2- M6) – 1,09 (M3), ECN 44 %4,97 (M2) – 7,53 (M1), ECN 46 %23,88 (M6) – 28,66 (M1), ECN 48 %57,33 (M1) – 64,96 (M2) ve ECN 50 %5,71 (M4) – 6,10 (M6) arasında tespit edilmiştir. Tohum yağlarının tespiti, yani ECN42 farkı yöntemi, zeytinyağı ve pirina yağlarında bulunan az miktarda tohum yağı varlığını varlığını tespit etmek için uygulanmaktadır (Anonymous,2017).TAG bileşenlerine göre hesaplanan (yapılabilecek muhtemel bitkisel tohum yağı tağışını tespit ve zeytin çeşit karakterizasyonu için faydalı olabilecek) diğer parametrelerin değişimi Milas lokasyonlarına ait yağ örnekleri için PLO/OOO oranı %0,18 (M2) – 0,27 (M1); LLL/ECN42 oranı %0,23 (M6) – 0,41 (M1); PLL/OLL oranı %0,30 (M2- M6) – 0,45 (M3) ve ECN48/ECN46 %2,00 (M1) – 2,72 (M2- M6) LOO/PLO oranı %9,52 (M3) – 20,30 (M2) ve OOO/POO oranı %1,34 (M3) – 1,65 (M5) arasında olmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi, Bodrum lokasyonlarına ait Memecik çeşidi natürel zeytinyağı örneklerinde Eşdeğer karbon sayısı (ECN) değerlerinin değişimi sırasıyla ECN 42 %1,31 (B3) –1,99 (B1), ECN 44 %7,72 (B6) –12,10 (B2), ECN 46 %26,76 (B6) – 34,03 (B2), ECN 48 %47,17 (B1) –57,80 (B6) ve ECN 50 %5,01 (B2) –6,97 (B6) arasında tespit edilmiştir. TAG bileşenlerine göre hesaplanan (yapılabilecek muhtemel bitkisel tohum yağı tağışını tespit ve zeytin çeşit karakterizasyonu için faydalı olabilecek) diğer parametrelerin değişimi Bodrum lokasyonlarına ait zeytinyağı örnekleri için PLO/OOO oranı %0,29 (B6) – 0,45 (B1); LLL/ECN42 oranı %0,43 (B6) – 0,56 (B2- B5); PLL/OLL oranı %0,38 (B2- B3) – 0,45 (B6) ve ECN48/ECN46 %1,39 (B1) –2,17 (B6); LOO/PLO oranı %6,24 (B1) –8,55 (B3) ve OOO/POO oranı ise %1,25 (B1) –1,44 (B2- B3) arasında olmuştur (Çizelge 4.6).

4.7 Natürel Zeytinyağlarında Sterol Analizine Ait Sonuçlar

Fitosteroller, lipidlerin sabunlaşmayan fraksiyonun ana bileşenleri olup, sterol bileşimi her yağa özgü olduğu için, yağların orijinalliğini değerlendirme, taşıdığı tespit etme ve karakterizasyonu amacıyla önemlidir Zeytinyağının başlıca steroller β -sitosterol, Δ -5-avenasterol ve kampesterol olarak bilinmektedir (Dıraman ve Köseoğlu 2017).

Milas ve Bodrum İlçelerinin (Muğla) farklı lokasyonlarından sağlanan Memecik zeytin çeşidinden üç fazlı kontinü sistemle elde edilmiş natürel zeytinyağı örneklerinde Gaz Kromatografisi kapiler kolon yöntemi ile yapılan sterol analizi sonuçları Çizelge 4.7’de topluca verilmiştir.

Milas lokasyonlarında Memecik çeşidi zeytinyağı örneklerinde major sterol bileşenlerinin değişimi beta- sitosterol için %86,8 (M4) –90,7 (M3); arasında tespit edildiğinde, delta-5-avenasterol’ün %2,00 (M3) –3,90 (M1); arasında bir değişime sahip olduğu görülmüştür. Major sterol profilinden kampesterol değerlerinde %3,00 (M4) –3,39 (M6); arasında bir değişim belirlenmiş iken stigmasterol değerleri %1,1 (M1) –1,6 (M2); olmuştur (Çizelge 4.7). Milas yağ lokasyonları için Delta-7-stigmastenol değerleri %0,3 (M3) – 0,51 (M6); arasında bir değişim göstermiş olup, Eritrodiol+uval için ise değişim değerleri %1,1 (M1) – 1,9 (M3); arasında olmuştur. Çizelge 4.7’den görüleceği üzere, Milas yağları için toplam B-sterol değerleri %93,68 (M6) – 94,50 (M3); arasında iken; toplam sterol miktarı değişimi 1099,3 (M2) – %1654,6 (M1); arasında tespit edilmiştir. Minor bileşenlerden sitostanol değişimi Milas yağ örneklerinde %0,29 (M2) – 0,4 (M4- M5); arasında iken delta-7 avenasterol %0,3 (M3-M5) – 0,7 (M4); olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Bodrum lokasyonlarında Memecik çeşidi zeytinyağı örneklerinde major sterol bileşenlerinin değişimi beta- sitosterol için %86,9 (B4) – 88,7 (B1); arasında tespit edildiğinde, delta-5-avenasterol’ün %2,7 (B1) – 4,7 (B6); arasında bir değişime sahip olduğu görülmüştür. Bodrum yağ örneklerinde major sterol profilinden kampesterol değerlerinde %2,7 (B4) – 3,4 (B6); arasında bir değişim belirlenmiş iken stigmasterol değerleri %0,6 (B6) –1,6 (B3); olmuştur (Çizelge 4.7). Aynı lokasyonlar için Delta-7-stigmastenol değerleri %0,5 (B6) – 0,9 (B2 -B4); arasında bir değişim göstermiş olup, Eritrodiol+uval için ise değişim değerleri %1,1 (B4- B5) – 1,7 (B1); arasında olmuştur. Çizelge 4.7’den görüleceği üzere, Bodrum lokasyonuna ait yağlarda toplam B-sterol değerleri %93,03 (B3) – 94,6 (B6); arasında iken; toplam sterol miktarı değişimi %2075, 6 (B1) – 2429,37 (B5); arasında tespit edilmiştir. Minor bileşenlerden sitostanol değişimi Bodrum yağ örneklerinde %0,4 (B1) – 0,7 (B6); arasında iken delta-7 avenasterol %0,7 (B1- B6) – 1,4 (B4) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Her iki lokasyon için minor sterol bileşenlerinden brassicasterol ve delta-5- 23 stigmastadienol hiç tespit edilemediği gibi; 5 adet Milas örneğinde (M1-M5) delta-7-kampesterol ve 4 adet Milas ve Bodrum örneğinde de Kampestenol belirlenememiştir. Her iki lokasyon için cleresterol %1,1 (B4)- %1,41 arasında iken kolesterol %0,1 (M1, M3, M5, B1, B2) – %0,33 (B5) arasında bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.7).



Çizelge 4.7 Bodrum ve Milas natürel zeytinyağı örneklerine ait sterol bulguları.

Sterol Bileşenleri		M1	M2	M3	M4	M5	M6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Cholesterol		0,1	0,29	0,1	0,2	0,1	0,23	0,1	0,1	0,14	0,2	0,33	0,2
Brassicasterol		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24-Metilen Cholesterol		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,13	0,1	0,05	0
Campesterol	CMPS	3,3 ^B	3,35 ^B	3,3 ^B	3 ^{DE}	3,5 ^A	3,39 ^{AB}	3,1 ^C	3 ^{CD}	2,96 ^{DE}	2,7 ^F	2,87 ^E	3,4 ^{AB}
Campestanol		0	0,03	0	0	0	0,03	0	0	0,03	0	0,03	0
Stigmasterol	STGMS	1,1	1,6	1,5	1,5	1,4	1,21	2	1	1,6	1,1	0,98	0,6
D7-Campesterol		0	0	0	0	0	0,63	0,1	0,2	0,14	0,2	0,09	0
D5-23 Stigmastadienol		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Clerosterol		1,3	1,36	1,2	1,3	1,2	1,38	1	1,1	1,15	1,1	1,41	1,2
b-stosterol	BSTS	88,4 ^{BCD}	88,95 ^B	90,7 ^A	86,8 ^F	90,1 ^A	88,69 ^B	88,7 ^B	88,6 ^{BC}	87,04 ^{EF}	86,9 ^F	87,75 ^{CDE}	87,6 ^{DEF}
Sitostanol		0,3	0,29	0,3	0,4	0,4	0,37	0,4	0,5	0,61	0,5	0,6	0,7
D5-Avenasterol	D5-AVS	3,9 ^D	3,12 ^{EF}	2 ^I	5,3 ^A	2,2 ^H	2,93 ^{FG}	2,7 ^G	3 ^F	3,9 ^D	4,4 ^C	3,25 ^E	4,7 ^B
D5-24 Stigmastadienol		0,3	0,32	0,2	0,5	0,2	0,3	0,3	0,3	0,33	0,5	0,51	0,4
D7 Stigmastenol	D7-STG	0,4	0,35	0,3	0,4	0,5	0,51	0,7	0,9	0,75	0,9	0,88	0,5
D7-Avenasterol		0,5	0,37	0,3	0,7	0,3	0,33	0,7	1,1	1,2	1,4	1,25	0,7
Erythrodiol+Uvaol	ED+UV	1,1 ^D	1,83 ^A	1,9 ^A	1,3 ^{CD}	1,7 ^{AB}	1,41 ^{BCD}	1,7 ^{AB}	1,6 ^{ABC}	1,17 ^D	1,1 ^D	1,1 ^D	1,5 ^{ABCD}
TOPLAM b-STEROL	T-BSTS	94,2 ^{AB}	94,04 ^{ABC}	94,5 ^A	94,3 ^{AB}	94,2 ^{ABC}	93,68 ^{BCD}	93,2 ^D	93,6 ^{CD}	93,03 ^D	93,3 ^D	93,52 ^{CD}	94,6 ^A
STEROLLER min.:1000	ppm T-STs	1654,6 ^D	1099,3 ^G	1515,6 ^{DE}	1355,5 ^F	1492,4 ^{EF}	1576,32 ^{DE}	2075,6 ^C	2410,4 ^A	2224,88 ^{BC}	2239,5 ^B	2429,37 ^A	2109,6 ^{BC}

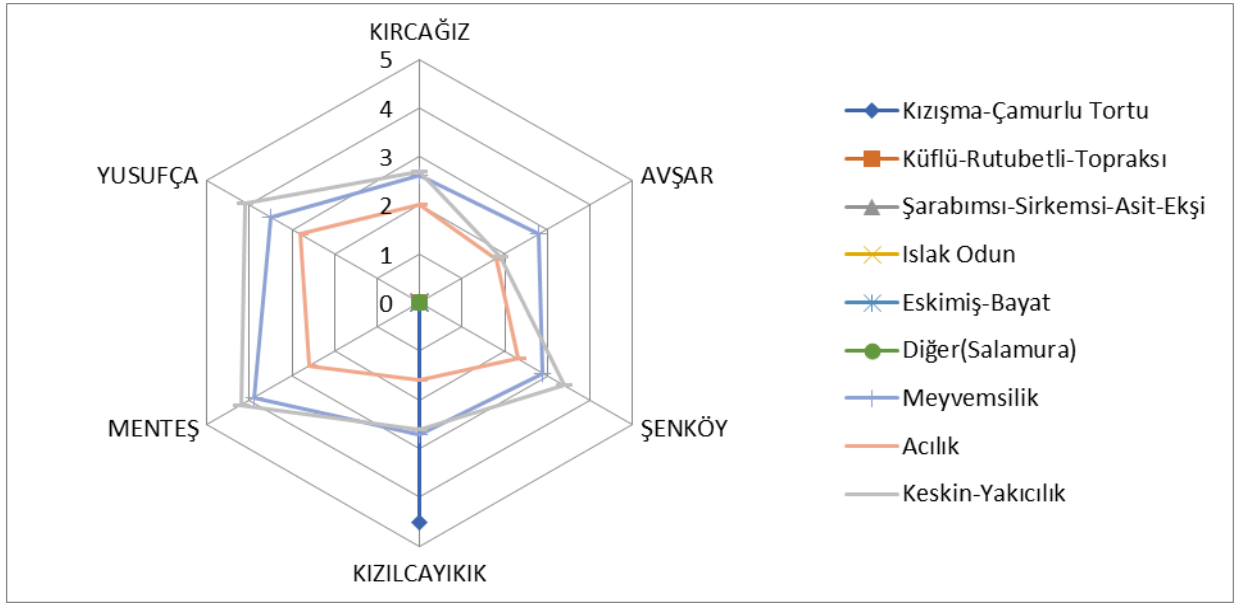
4.8 Natürel Zeytinyağlarında Duyusal Analize İlişkin Sonuçlar

Çalışmada incelenen Milas ve Bodrum yöresine ait Memecik çeşidi natürel zeytinyağı örneklerinin duyusal analiz testleri; Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK- Ankara) ile Uluslararası Zeytin Konseyi (Madrid – İspanya) tarafından aktedite edilmiş olan Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü’nde (İzmir) 8- 10 kişilik bir Duyusal Panel Grubu ile gerçekleştirilmiştir. Milas ve Bodrum İlçelerinden aldığımız natürel zeytinyağı örneklerine ait ortalama duyusal panel test sonuçları Çizelge 4.10 Milas lokasyonlarına ait örneklerde, Çizelge 4.11 ise Bodrum lokasyonlarına ait örneklerde belirtilmiştir.

Duyusal test sonuçlarına göre Milas ilçesine ait natürel zeytinyağı örnekleri incelendiğinde duyusal test sonuçları Grafik 4.10’da belirtilmiş olup; sadece M5 (Kızılcaıyıkık) örneğinde olumsuz özelliklerden kızışma- çamurlu tortu algılanmıştır. Duyusal test sonucunda olumlu özelliklerinin değişim puanları meyvemsilik 2,6/Olgun (M3-Kırcağız) – 3,9/Yeşil (M2-Menteş), acılık 1,6 (M5-Kızılcaıyıkık) – 2,8 (M6-Yusufça) ve keskin-yakıcılık 1,9 (M4-Avşar) – 4,2 (M2-Menteş) olarak gözlenmiştir. Meyvemsilik özelliği açısından Milas yağlarının iki tanesi (M1-Şenköy ve M2-Menteş) yeşil, diğerleri olgun kategoridedir. Resim 4.1’ de Milas İlçesi natürel zeytinyağlarına ait duyusal test bulgularının örümcek tip grafiğinde bir gösterimi verilmiştir.

Çizelge 4.8 Milas İlçesi (Muğla) lokasyonlarında kontinü sistem ile üretilmiş Memecik çeşidi natürel zeytinyağlarına ait duyusal test bulguları (ortanca değer olarak).

Lokasyon	NATÜREL ZEYTİNYAĞI								
	Kızışma- Çamurlu Tortu	Küflü- Rutubetli- Topraksı	Şarabımsı- Sirkemsi- Asit-Ekşi	Islak Odun	Eskimiş- Bayat	Diğer- Salamura	Meyvemsilik	Acılık	Keskin- Yakıcı
M1	0	0	0	0	0	0	2,9/Yeşil	2,3 ^D	3,4 ^A
M2	0	0	0	0	0	0	3,9/Yeşil	2,6 ^B	4,2 ^A
M3	0	0	0	0	0	0	2,6/Olgun	2,0 ^E	2,7 ^A
M4	0	0	0	0	0	0	2,8/Olgun	1,8 ^G	1,9 ^A
M5	4,5	0	0	0	0	0	2,7/Olgun	1,6 ^I	2,6 ^A
M6	0	0	0	0	0	0	3,5/Olgun	2,8 ^A	4,1 ^A



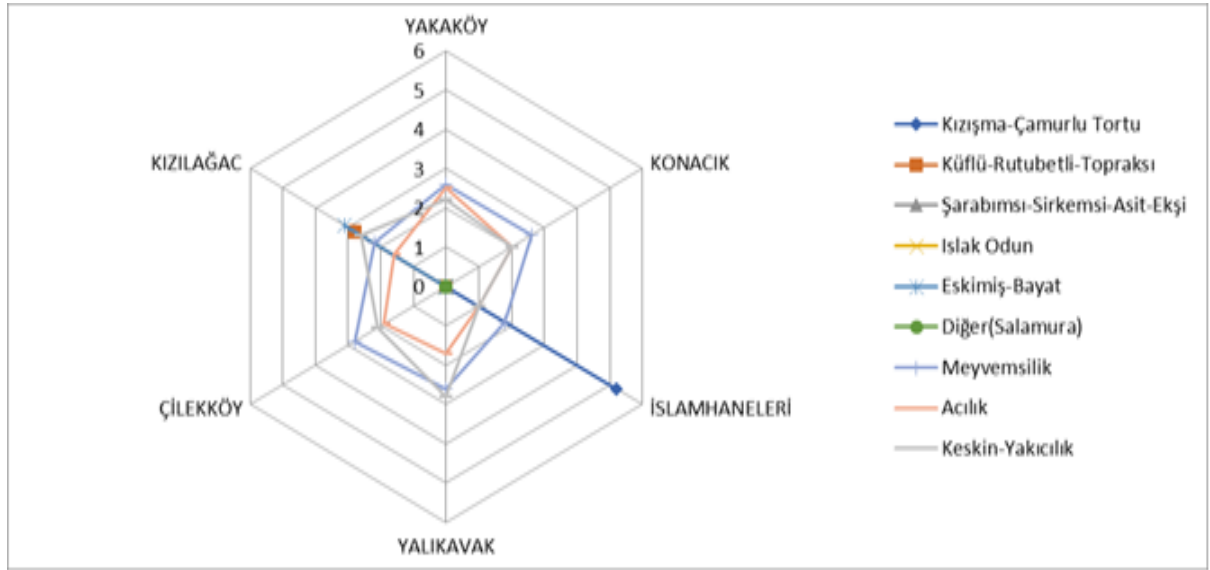
Resim 4.1 Milas (Muğla) lokasyonlarında üretilmiş Memecik çeşidi natürel zeytinyağlarına ait duysal test grafiğı.

Şenköy Köyü (M1), Menteş Köyü (M2), Kırcağız Köyü (M3), Avşar Köyü (M4), Kızılcaıykık Köyü (M5), Yusufca Köyü (M6)

Duyusal test sonuçlarına göre Bodrum ilçesine ait örneklerde olumsuz duysal özellikler olarak; B3 (İslamhaneleri) örneğinde kızışma- çamurlu tortu, B6 (Kızılağaç) örneğinde küflü-rutubetli-topraksı ve eskimiş bayat kusurları belirlenmiştir. Bodrum örneklerine ait olumlu özelliklerden meyvemsilik 1,8/Olgun (B3-İslamhaneleri) – 2,8/Olgun (B5-Çilekköy) arasında, acılık 1,00 (B3 İslamhaneleri) – 2,5 (B2- Yakaköy), keskin -yakıcılık 1,00 (B3-İslamhaneleri)- 2,8 (B4-Yalıkavak) olarak bulunmuştur. Meyvemsilik özelliğı açısından Bodrum yağlarının tamamının olgun kategoride olduğı görölmüştür. Resim 4.2’ de Bodrum İlçesi natürel zeytinyağlarına ait duysal test bulgularının örümcek grafiğinde gösterimi verilmiştir.

Çizelge 4.9 Bodrum İlçesi (Muğla) lokasyonlarında kontinü sistem ile üretilmiş memecik çeşidi natürel zeytinyağlarına ait duyuşal test bulguları (ortanca değer olarak).

Lokasyon	NATÜREL ZEYTİNYAĞI								
	Kızışma-Çamurlu Tortu	Küflü-Rutubetli-Topraksı	Şarabımsı-Sirkemsi-Asit-Ekşi	Islak Odun	Eskimiş-Bayat	Diğer-Salamura	Meyvemsilik	Acılık	Keskin-Yakıcı
B1	0	0	0	0	0	0	2,6/Olgun	2,0 ^E	2,0 ^A
B2	0	0	0	0	0	0	2,6/Olgun	2,5 ^C	2,2 ^A
B3	5,2	0	0	0	0	0	1,8/Olgun	1,0 ^J	1,0 ^A
B4	0	0	0	0	0	0	2,6/Olgun	1,7 ^H	2,8 ^A
B5	0	0	0	0	0	0	2,8/Olgun	1,9 ^F	2,1 ^A
B6	0	2,8	0	0	3,1	0	2,2/Olgun	1,6 ^I	2,6 ^A



Resim 4.2 Bodrum (Muğla) lokasyonlarında üretilmiş Memecik çeşidi natürel zeytinyağlarına ait duyuşal test grafiği.

Konacık Köyü (B1), Yakaköy Köyü (B2), İslamhaneleri Köyü (B3), Yalıkavak Köyü (B4), Çilekköy Köyü (B5), Kızılağaç Köyü (B6).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1 Natürel Zeytinyağı Örneklerinde Serbest Yağ Asidi Miktarı (SYA), Peroksit Sayısı (PS), UV’de Özgül Absorbans Tayini ve ΔE Değeri Bulgularının Değerlendirilmesi

Muğla İline bağlı Milas ve Bodrum İlçelerinin farklı lokasyonlarında yetiştirilen Memecik zeytin çeşidinden üç fazlı kontinü sistem tekniği ile üretilmiş natürel zeytinyağı örneklerinde serbest yağ asitliği (SYA) miktarı, peroksit sayısı (PS) tayini, UV’ de Özgül Absorbans tayinine ilişkin analiz sonuçları ve örneklerin ΔE değer bulguları Çizelge 4.1’de topluca verilmiştir.

Milas zeytinyağı örnekleri için kalite analizlerine ait değişimler SYA 0,5 (M6) ile 1,07 (M5) % oleik asit aralığında, PS ise 0,8 (M5) ve 1,7 (M1) (meq O₂/kg) aralığında, UV’ de Özgül Absorbans değerleri UV₋₂₃₂’ de 0,85 (M3) ile 2,31 (M1); UV₋₂₇₀’ de ise 0,04 (M3) ve 0,47 (M4) aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Bodrum lokasyonlarına ait natürel zeytinyağlarındaki değişim aralıkları SYA 1,24 (B6) ile 4,65 (B1) % oleik asit, PS 1,50 (B2-B4) (meq O₂/kg) ile 2,7 (B6) (meq O₂/kg), UV’ de Özgül Absorbans değerleri UV₋₂₃₂’ de 0,98 (B4) ile 1,98 (B5); UV₋₂₇₀’ de ise 0,05 (B4) ve 0,12 (B5) olarak tespit edilmiştir.

Milas lokasyonlarına ait Memecik çeşidi yağ örneklerinin SYA değişimi Bodrum lokasyonlarındaki örneklerle göre daha düşük bulunmuştur. Milas örneklerinin TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Kodeksi (Anonim 2017) 3 adedi (M1, M2 ve M6) SYA değerleri bakımından Natürel Sızma kategorisine dahil olmuş olup, diğer üç adedi (M3, M4 ve M5) SYA sonuçlarına göre Natürel Birinci kategorisinde yer almıştır. Bodrum lokasyonları örneklerinin 1’i hariç (B6- SYA %1- 2 oleik asit değerine göre Natürel Birinci), diğer beş yağ örneği (B1, B2, B3, B4 ve B5) SYA değeri maksimum %2 oleik asit sınırını aştığı için Ham Zeytinyağı/Rafinajlık zeytinyağı kategorisinde değerlendirilmesi gerekir (Çizelge 4.1). SYA ve PS değerleri natürel zeytinyağlarının ticari sınıflandırılmasında ve fiyatlandırılmasına en temel kriterlerdir (Dıraman ve Dibeklioglu 2009). Milas örneklerinin yarısında ve Bodrum örneklerinde hemen hemen tamamında SYA miktarının yüksek olması bunların ticari değerini oldukça düşürmektedir. Bu değerlerin yüksek çıkması hasat yılının yok yılına ve Covid-19 pandemi dönemine denk gelmesi ile zeytinlerin toplamasındaki olumsuz durumlar (dip-dal zeytin ayırımının tam yapılamaması), yöredeki yağ ekstraksiyon aşamalarında özellikle fabrikaların işletmeyi tam kapasite çalıştırmak için (dip-dal ayırımı yapılamayan) zeytinlerin

sıkım öncesi uygun olmayan şartlarda (sıcaklık, jüt/plastik çuval vs.) uzun süre bekletilmeleri SYA'nın yüksek değerlere ulaşmasına sebep olması kuvvetle muhtemeldir. Milas yağlarının SYA değerlerini Bodrum'unakilere göre düşük düzeyde tespit edilmesi, söz konusu yöreye mahsus ulusal ve uluslararası bir coğrafi işaret belgesine bağlı olarak yöre üreticilerindeki kısmi duyarlılığın bir göstergesi olarak kabul etmek mümkündür. Zeytinyağlarında belirlenen yüksek SYA miktarı, zeytin meyvelerinde istenenden daha yüksek su içeriğinin varlığına, ortamdaki lipolitik aktivitesi yüksek (patolojik) mikro organizmalar ile mekanik problemler (hasarlanma/ yere düşme) sonucu artan lipolitik enzim aktiviteye bağlıdır. Bu faktörlerin varlığı, trigliseritlerin hidrolizinin nedeni olarak gösterilmektedir. Özellikle de olgunlaşma ile birlikte bu faktörler SYA'nın artışı olarak bariz bir şekilde etkisini açıkça göstermektedir (Salvador vd. 2001). Genel olarak zeytinlerin daha çok zedelenmesine neden olmadığından ve elde edilecek yağın kalitesi daha iyi olacağından üreticiler tarafından daha çok ağaç üzerinde elle hasadı tercih edilmektedir. Kendiliğinden dökülen ve "dip zeytinler" olarak adlandırılan zeytinler, toprak üzerinde bekleme süresine bağlı olarak, istenmeyen çeşitli aromaya neden olan alkoller ve karbonilli bileşenlerin miktarında artışa neden olmakta, aynı zamanda bu zeytinler, küflü ve toprak tadı gibi kusurlarla algılanabilmektedir. Bu tip zeytinlerden üretilen zeytinyağının kalitesi düşük olduğundan, ağaç üzerinden hasat edilen meyvelere karıştırılmaksızın ayrı bir grup olarak yağa işlenmeleri gerekmektedir. Dökülen zeytinlerin toprak üzerinde uzun süre beklemesi nedeniyle, meyve eti dokusunda ve içerdiği yağda oluşan bozulmalar (SYA ve bazen de PS artışı olarak), elde edilen yağda kalite kaybına neden olmaktadır (Angerosa vd. 2004, Kayahan ve Tekin 2006).

Zeytinyağında kalite sınıflandırmasında serbest yağ asidi miktarı ile birlikte değerlendirilen diğer bir parametre peroksit sayısıdır. PS, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının bir ölçüsü olup, 1 kg yağdaki aktif oksijenin mili eşdeğer gram olarak miktarıdır. Yüksek peroksit sayısı otooksidasyonun ileri bir düzeyde olduğunu gösterir. Peroksitler genellikle presleme işleminden sonra süre ilerledikçe artış gösterir (Boskou 1994).

Lipit oksidasyonunun primer metabolitleri olan hidroperoksitlerin önemli bir göstergesi olan peroksit sayısının (PS) Milas lokasyonlarına ait Memecik çeşidi yağ örneklerindeki değişimi; Bodrum lokasyonlarındaki örneklere göre daha düşük bulunmuştur. Örneklerin tamamı Zeytinyağı ve Pirina Yağı Kodeksi (Anonim 2017) PS (maksimum 20 meq O₂/kg) değerinin oldukça altında bulunmuştur. PS değerleri resmi normlar ile uyum içindedir.

UV’ de Özgöl Absorbans analizleri yağların bünyelerinde bulunan iki ve üç çift bağlı doymamış yağ asitlerinin konjuge dien (232 nm) ve trien (270 nm) niceliklerine bağlı olarak oksidasyon dereceleri hakkında fikir vermektedir. Dien ve trien değerleri için maksimum absorbansa 232 ve 270 nm’deki dalga boylarında ulaşıldığından yağ örneklerinin oksidasyon seviyesini hesaplamak için K232 ve K270 nm’deki özgöl absorbans değerleri kullanılmaktadır. Zeytinyağlarında herhangi bir taşıyıcı yapıp yapılmadığının belirlenmesinde kullanılan ilk ve ön parametrelerden biridir (Dıraman ve Köseoğlu 2017). Milas ve Bodrum lokasyonlarının UV’ de Özgöl Absorbans değerleri UV_{-232nm} dikkate değer bir değişim görülmemiştir. TKG (2017) ‘de natürel sızma için özgöl soğurma değerleri 232 nm’de (≤ 2.50) ve natürel birinci için 232 nm’de (≤ 2.60) verilmektedir. Bu bakımdan araştırma örneklerimiz resmi normlar ile uyumludur. UV’ de Özgöl Absorbans değerleri UV_{-270nm} Milas yağlarının iki adedinde (M1 ve M4) TKG (Anonim 2017) verilen natürel sızma için 270 nm (≤ 0.22) ve natürel birinci için 270 nm (≤ 0.25) değerlerini oldukça aşmış olduğu ham zeytinyağı kategorisine dahil olduğu görülmüştür. Diğer tüm yağ örnekleri ilgili kodeks normları ile uyumlu bulunmuştur (Çizelge 4.1). TKG (Anonim 2017) ‘de ΔE değerleri de ≤ 0.01 olarak gösterilmiş olup, Milas ve Bodrum yağ örneklerinin bu norm ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki SYA ve PS ile UV özgöl absorbans bulguları Gökkaya ve Mutlu Keçeli’nin (2018) Adana yağları değerlerin düşük, Türkoğlu vd. (2012) Nizip yağları ve Türk vd. (2016) farklı lokasyonlara ait yerli yağ örneklerine ait SYA ve PS sonuçları bu çalışma bulgularından oldukça yüksek bulunmuştur. Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki kalite analizleri (SYA, PS ve UV özgöl absorbans) bulguları Memecik çeşidinden üretilen zeytinyağlarına ilişkin literatür sonuçları ile karşılaştırıldığında; SYA açısından Köseoğlu (2006), İlyasoğlu ve Özçelik (2010), Uğurlu (2011), Köseoğlu (2013) ve Köseoğlu vd. (2016) bulgularının bu çalışma sonuçlarından oldukça düşük olduğu görülmüştür. Dıraman ve Dibeklioglu (2009), Uğurlu Aşık ve Özkan (2011), Dıraman ve Dibeklioglu (2014), Sönmez (2015), Ulubeli (2019), Tibet (2019), Sarı (2021) ve Ala (2022) Memecik çeşidi yağlardaki SYA sonuçlarının bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Tibet (2019) tarafından verilen Güney Ege alt bölgesine ait ham zeytinyağı SYA verileri değişimi çalışma bulgularımıza genelde benzer bulunmuş olup, bu hususta – ülke genelinde

ayrıca yöreler özelinde – natürel sızma yağ miktarının oldukça sınırlı düzeyde olduğuna işaret eden araştırmacı bu durumun yağların ticari değerini oldukça düşürdüğünü ifade etmiştir. Aynı araştırmacı tarafından, ülkemizde ham zeytinyağlarının serbest yağ asitliği ortalama olarak %5 veya daha fazla olabileceği ve elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliğinin yüksek olmasında; hasat zamanı, hasat şekli, zirai mücadele yapılıp yapılmaması, hasat edildikten sonra bekletilme süresi ve şekli etkili olduğu da bildirilmiştir (Tibet 2019).

Memecik çeşidi yağları kapsayan TPE nezdinde PGI sahip olan belgeler (İnt.Kyn.6, İnt.Kyn.7, İnt.Kyn.9) incelendiğinde, Bodrum ve Milas lokasyonlarına ait Memecik yağlarının SYA sadece iki adedinin (M2 ve M6) uyumlu olduğu, tüm örnekler için düşük bir PS sebebi ile PGI normları açısından herhangi bir uyumsuzluğun olmadığı görülmüştür. Uğurlu Aşık ve Özkan (2011) PS sonucunun bulgularımız ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu görülmüş iken diğer söz konusu literatür bulgularının oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan yağ örneklerine ait UV' de Özgül Absorbans değerlerinin (UV-₂₃₂ / _{270nm}) tüm literatür bulguları ile genel olarak uyumlu ve benzer olduğu tespit edilmiştir. Milas ve Bodrum yağ örnekleri için kalite analizleri (SYA, PS ve UV özgül absorbans [K_{232} ve K_{270}]) değerlerinde geniş bir dağılımın ve önemli düzeyde bir varyasyonun olduğu istatistiksel olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Kalite parametrelerindeki farklılıklar, agronomik (Köseoğlu 2013, Büyükgök 2015, Sönmez 2015, Ala 2022) ve hasat sonrası şartlara bağlı olabilir (Köseoğlu 2006, Dıraman ve Dibeklioglu 2009 ve 2014). Natürel zeytinyağında sızma kalitesindeki düşük SYA, PS, K_{232} ve K_{270} değerlerinin olması, yüksek kaliteli erken meyve hasadı ve küçük ölçekli (özellikle butik üretim) ekstraksiyon sistemlerine bağlıdır (Dıraman ve Dibeklioglu 2009).

5.2 Natürel Zeytinyağlarında Yapılan Toplam Fenolik Madde, DPPH, Toplam Klorofil, Toplam Karotenoid, Tokoferol ve Ransimat Analizlerine İlişkin Sonuçlar

Milas ve Bodrum (Muğla) İlçelerinin farklı lokasyonlarında Memecik zeytin çeşidinden üç fazlı kontinü sistem ile elde edilmiş natürel zeytinyağlarında gerçekleştirilen toplam fenolik madde miktarı (TFM) ve antioksidan aktivitesi (AA, DPPH) sonuçları Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Zeytinyağının besleyicilik değeri, teknolojik ve organoleptik özelliklerine önemli katkıları olan diğer bir grup ise fenolik bileşiklerdir. Zeytinyağındaki en önemli fenolik bileşikler,

fenolik asitler, fenolik alkoller, sekoiridoitler, lignanlar ve flavonoidlerdir. Zeytinyağının fenolik bileşimi ve duyuşal özellikleri hammadde olarak kullanılan zeytin çeşidi ile olgunlaşma sırasındaki kimyasal reaksiyonlara ve enzimatik aktiviteye bağılı olarak değışiklik göstermektedir (Kiritsakis 1998, Boskou 2002, Dıraman ve Köseoğılu 2017). Çizelge 4.2' de yer alan analiz sonuçlarına göre Milas İlçesi natürel zeytinyağılarında TFM 152,16 (M5) ile 494,1 mg CAE / 100 g (M6) aralığında iken, antioksidan aktivite (AA, DPPH %) ise %7,97 (M4 ve B3) ve %35,86 (M2) olarak tespit edilmiştir. Bodrum lokasyonlarına natürel zeytinyağılarında ise TFM değışimi 79,04 (B3) ile 269,23 mg CAE / 100 g (B6) aralığında bulunmuş iken, antioksidan aktivite değışimi (AA, DPPH %) ise %6,64 (B6) ile %41,72 (B2) arasında olarak tespit edilmiştir.

Zeytinyağının polifenol içeriğı genellikle 100-300 mg/kg arasında değışmekte olduğı rapor edilmiştir (Boskou 2002). TFM ve DPPH testi için ulusal ve uluslararası standartlarda belirlenmiş bir limit yoktur. Montedoro vd. (1992) İtalyan natürel zeytinyağılarını TFM içeriğıne göre üç gruba ayırmıştır (50–200 mg kg⁻¹ [düşük], 200–500 mg kg⁻¹ [orta] ve 500–1000 mg kg⁻¹[yüksek]) . Bu sınıflandırmaya göre Milas ve Bodrum lokasyonlarından alınan yağlar TFM düzeyine göre 5 örnek düşük (79 – 198 mg/kg [B3, B2, B1, M5 ve M4]) ve 7 örnek orta (206– 494 mg/kg [B5, B6, B4, M3, M2, M1 ve M6]) olmak üzere iki ana grupta toplanmaktadır.

Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki toplam TFM bulguları Boskou (2002) tarafından verilen bildirim sınırları içinde bulunmuş olup; Ocakoğılu vd. (2009), Türkoğılu vd. (2012), İlyasoğılu ve Özçelik (2011), Sevim vd. (2013), Büyükgök (2015), Dıraman ve Dibeklioğılu (2014) verileri düşük ve Köseoğılu vd. (2016) ise bazı örnekler için düşük bazı örnekler ile benzer ve uyumlu olarak tespit edilmiştir. Ocakoğılu vd. (2009), Uğıurlu (2011), Köseoğılu (2013), Sarı (2021), İlyasoğılu vd. (2010) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğı belirlenmiştir. Sevim vd. (2016), Köseoğılu vd. (2016) toplam fenolik madde bulguları ise bu çalışmaya göre yüksek bulunmuştur. Natürel zeytinyağılarındaki TFM üzerine çeşit, yükselti, ekstraksiyon sistemi ve uygulanan işlemler, depolama şartları etkili olabilmektedir (Kıralan vd. 2009, Dıraman ve Dibeklioğılu 2014).

Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki DPPH bulguları bu çalışmaya göre; Uğıurlu (2011), Sevim vd. (2013), Köseoğılu (2013), Sevim vd. (2016)

yüksek bulunmuştur.

Muğla İline bağlı Milas ve Bodrum İlçelerinin farklı lokasyonlarında yetiştirilen Memecik zeytin çeşidi kullanılmak suretiyle üç fazlı kontinu sistem tekniği ile üretilmiş natürel zeytinyağlarında bulunan toplam klorofil ve toplam karotenoid miktarı değişimleri Çizelge 4.2' de verilmiştir. Çizelge 4.2' de Milas örneklerine ait toplam klorofil sonuçlarının değişimi 1,70 mg/kg (M2) ve 5,74mg/kg (M1) aralığında bulunmuş iken, toplam karotenoid miktarı sonuçları 1,13 mg/kg (M2) ve 3,80mg/kg (M6) arasında bir değişim göstermiştir. Bodrum yağlarında toplam klorofil sonuçları 1,96 mg/kg (B6) ile 4.23 mg/kg (B4) aralığında bulunmuş olup, toplam karotenoid miktarı değişim sonuçları ise 1,16 mg/kg (B6) ile 1,95 mg/kg (B2) arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Klorofil miktarı için ulusal ve uluslararası standartlarda belirlenmiş bir limit yoktur. Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki klorofil bulguları bu çalışmaya göre Gökkaya ve Mutlu Keçeli'nin (2018) oldukça yüksek; karotenoid bulguları da yüksek bulunmuştur. Köseoğlu (2006)'nın çalışması ile bazı örnekler uyumlu olarak gözlenirken bazıları ise yüksek bulunmuştur. Uğurlu (2011) çalışması ile klorofil değerleri yakın bulunurken, karotenoid değerleri düşük bulunmuştur. Sevim vd. (2013), Köseoğlu (2013), Köseoğlu vd. (2016) klorofil- karotenoid bulguları ve Dıraman ve Dibeklioglu (2009) klorofil bulguları bu çalışma ile genel olarak benzer ve uyumlu bulunmuştur. Sevim vd. (2016), Uğurlu Aşık ve Özkan (2011) klorofil- karotenoid bulgularının ise bu çalışmadaki bulgulardan düşük olduğu gözlenmiştir. Dıraman ve Dibeklioglu (2009) çalışmasındaki klorofil miktarının bu çalışmadan yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Zeytinyağında bulunan diğer önemli bir bir minör bileşen grubu ise tokoferollerdir. Yağın oksidatif stabilitesine katkıda bulunan bu bileşikler biyolojik aktivitelerinden dolayı da büyük bir önem arz etmektedir. Tokoferol miktarı, zeytin çeşidi ve uygulanan teknolojiye bağlı olarak geniş bir varyasyon (5-300 mg/kg) göstermektedir. İyi kalitede bir zeytinyağında genellikle tokoferol miktarı 100-300 mg/kg arasında değiştiği belirtilmektedir (Boskou 2002). Tokoferoller depolama sırasında yağı oksidatif bozunmadan koruyarak uzun raf ömrü sağlayan doğal antioksidanlar olup, miktarları depolama süresi boyunca azalmaktadır (Morello vd. 2004). Milas ve Bodrum İlçelerinin (Muğla) farklı lokasyonlarından sağlanan Memecik çeşidi natürel zeytinyağı örneklerinin alfa-tokoferol analizine ait sonuçların değişimi Çizelge 4.2' de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Milas ilçesi örneklerine ait alfa-tokoferol sonuçları 156,81 (M2) ile 224,815 (M6) aralığında bulunurken Bodrum ilçesi

örneklerine ait alfa-tokoferol sonuçları 92,535 (B3) ile 198,165 (B5) aralığında bir değişim göstermiştir. Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki tokoferol bulguları bu çalışmaya göre; Boskou (200) verilen değişim genişliğine ve İlyasoğlu ve Özçelik (2010) yakın bulunmuştur. Uğurlu (2011), Köseoğlu (2013), Köseoğlu vd. (2016), Sarı (2021) çalışmalarının yüksek olduğu gözlenmiştir.

Memecik çeşidi yağları kapsayan TPE nezdinde PGI sahip olan belgeler (İnt.Kyn.6, İnt.Kyn.7, İnt.Kyn.9) ele alındığında, Bodrum ve Milas lokasyonlarına ait Memecik yağlarının TFM (B3 hariç) ve alfa – tokoferol (B3 hariç) miktarlarının 100 mg/kg'dan yüksek olduğu için bu hususta herhangi bir uyumsuzluğun olmadığı tespit edilmiştir.

Zeytinyağlarında oksidatif stabilitenin pratikteki önemli bir ölçüsü olan ransimat değerlerinin değişimi Milas ilçesi lokasyonlarına ait sonuçlar 4,05 saat (M4) ile 7,59 saat (M2) aralığında değişim göstermiş iken; Bodrum ilçesi örnekleri için ransimat değer sonuçları ise 1,5 saat (B3) ile 5,44 saat (B2) aralığında tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). PUFA seviyesinin düşük, MUFA oranının yüksek olması nedeniyle zeytinyağı diğer pek çok bitkisel yağa göre oksidasyona daha dayanıklıdır. Zeytin çeşitlerinde oleik asit düzeyi coğrafik koşullara, çeşide, muhafaza ve işleme koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Kiritsakis, 1998, Dıraman ve Dibeklioglu, 2009 ve 2014). Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki oksidatif stabilite (ransimat) bulguları bu çalışmaya göre; Büyükgök (2015) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Köseoğlu (2013), Köseoğlu (2006), Dıraman ve Dibeklioglu (2014) yüksek olarak bulunmuştur.

Zeytinyağının doğal antioksidanları ve ayrıca lezzet bileşenleri olan fenolik bileşiklerin %30, temel gliseridik yapıyı oluşturan yağ asitlerinin %27, doğal antioksidan olan α -tokoferolün %11 ve karotenoidlerin ise %6 oranında yağların stabilitesine katkı sağladığı ve özellikle de yağların depolanması sırasında oksidasyonun önlenmesinde önemli rol oynadığı bazı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Aparicio vd. 1999, Morello vd. 2004). Natürel zeytinyağlarındaki oksidatif stabiliteyi de doğrudan etkilediği bilinen TFM ve α -tokoferol miktarlarındaki değişimlerin, zeytin çeşidi, olgunlaşma indeksi ve iklimsel (yağış) faktörlere bağlı olduğu söylenebilir. Çeşitli çalışmalarda toplam fenol ve α -tokoferol miktarının antioksidan aktivitesi ile korelasyon içinde olduğu, toplam fenol ve α -tokoferol miktarı arttıkça DPPH• radikal süpürücü aktivitesinin de arttığı belirtilmektedir (Gorinstein vd. 2003).

Kıralan vd. (2009) tarafından Türkiye’de bazı önemli zeytin çeşitlerinden elde edilen yağlarda toplam fenol, oksidatif stabilite ve (DPPH) antiradikal aktivite analizleri yapılmıştır. DPPH testinin oksidatif stabilite ve toplam fenol ile iyi bir korelasyon gösterdiği belirlenmiş olup fenolik bileşik içeriği yüksek olan yağların oksidatif stabilitesinin de yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Yüksek rakımlardan elde edilen yağların, düşük rakımlardan elde edilen yağlara göre daha yüksek oksidatif stabiliteye sahip olduğu, oksidatif stabilitenin de yöreye bağlı antioksidan içeriği ile yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Kıralan vd. 2009).

5.3 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Yağ Asidi Profili Bulguları

Zeytinyağına yapılan muhtemel taşışların tespitinde ulusal ve uluslararası mevzuatlarda, zeytinyağı ve bitkisel yağların yağ asitleri profilinde yer alan bileşenlerine ait limitlerin bulunması nedeniyle – özellikle gaz ile yapılan- kromatografik teknikler 1960’lı yıllardan beri kullanılmaktadır. 1980’li yıllardan sonra 1-2m uzunluktaki cam/çelik kolonların yerine 60-100 m uzunluğundaki kapiler kolonlu gaz kromatografi cihazlarının kullanılmaya başlaması sonucu, kromatogram kalitesi ve hassasiyeti gelişmiş ve çok küçük *trans* yağ asitleri de tespit edilmeye başlanılmıştır (Tibet 2019).

Muğla İline bağlı Milas ve Bodrum İlçelerinde monokültür Memecik zeytin çeşidinden elde edilmiş natürel zeytinyağlarının major ve minor yağ asidi profiline ait konsantrasyon (%) sonuçları Çizelge 4.3’ de verilmiştir. Burada önem taşıyan major yağ asidi bileşenleri, Tekli Doymamış yağ asidi (MUFA) oleik asit (OLA, C18:1) ile Çoklu Doymamış yağ asidi (PUFA) olan linoleik asit (LO, C18:2) ve linolenik asit (LNO, C18:3); ayrıca Doymuş yağ asidi (SFA) olan palmitik asit (PAM, C16:1) ve stearik asit (SA, C18:0)’tir. Diğer parametreler ise yağ asidi kompozisyonunda %2’in altında kalan parametrelerdir. Bunlar, miristik asit (C14:0), palmitoleik asit (C16:1), heptadekonik asit (C17:0), cis-10-heptadekanoik asit (C17:0), linoleik asit (C18:3), araşidik asit (C20:0), gadaloik asit (C20:1), behenik asit (C22:0), lignoserik (C24:0) asittir.

Beslenme fizyolojisi açısından önem taşıyan, tekli doymamış (MUFA) lardan ω -9 (omega 9) yağ asidi olarak da adlandırılan oleik asit (OLA) en yüksek oranda olup Çizelge 4.3’te görüleceği üzere, Milas lokasyonlarına ait yağlardaki değişim %62,54 (M5) ile %72,17 (M2) aralığındadır. Aynı lokasyona ait yağ örneklerinde PUFA’lardan LO değişimi %10,10 (M2) – 19,30 (M5) aralığında iken, LNO düzeyleri değişimi ise %0,70 (M2) – %1.05 (M5) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). SFA grubuna ait PAM’ın değişimi %12,45 (M6) – %14,32

aralığında iken, SA ise %2,71 (M2) ile %2,82 (M6) arasında bulunmuştur. En az MUFA grubundan olan POLA değişimi Milas örnekleri için %0,83 (M5) ile %1,2 (M4) arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3'te görüleceği üzere, Bodrum lokasyonlarına ait Memecik çeşidi zeytinyağlarının major MUFA'sı olan OLA'nın değişimi %61,61 (B1) ile %66,53 (B6) aralığındadır. Aynı lokasyona ait yağ örneklerinde PUFA'lardan LO değişimi %13,06 (B5) – 19,73 (B2) aralığında iken, LNO düzeyleri değişimi ise %0,90 (B4) – %1,05 (B2 ve B5) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.3). Bodrum lokasyonu örneklerindeki SFA grubuna ait PAM'ın değişimi %13,06 (B5) – %19,73 (B2) aralığında iken SA ise %2,54 (B2) ile %3,36 (B3) arasında bulunmuştur. En az MUFA grubundan olan POLA değişiminin Bodrum örnekleri için %0,80 (B3) ile %1,06 (B1) arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Natürel zeytinyağı, yağ asidi bileşimlerine göre iki tipe ayrılmaktadır. Birinci tip zeytinyağı, düşük linoleik ve palmitik ve yüksek oleik asit içeriği ile karakterize edilmekte olup (Kuzey Akdeniz), ikinci tip ise yüksek linoleik ve palmitik ve düşük oleik asit içeriğine sahiptir (Güney Akdeniz). Türk natürel zeytinyağları (İspanyolca, İtalyanca ve Yunan yağları ile birlikte) birinci tip iken, Tunus yağları ikinci tip grubuna girmektedir (Kiritsakis 1998; Dıraman ve Köseoğlu 2107). Milas ve Bodrum lokasyonlarına ait Memecik çeşidi yağ örnekleri Kuzey Akdeniz tipi yağ grubuna girmektedir.

Memecik çeşidi yağları kapsayan TPE nezdinde PGI sahip olan belgeler (İnt.Kyn.6, İnt.Kyn.7, İnt.Kyn.9) incelendiğinde, Bodrum ve Milas lokasyonlarına ait Memecik yağlarının yağ asidi profilinin (İnt.Kyn.6, İnt.Kyn.9) TGK normlarına göre değerlendirildiği için herhangi bir uyumsuzluk görülmemiştir. Milas Zeytinyağı PGI (İnt.Kyn.7) belgesinde yağ asitleri için bazı özel hükümler mevcuttur. Bunlar; palmitik asit %15,52- 15,97; stearik asit en çok %4,98; oleik asit en az %71,85; linoleik asit %9,5- 17,35; linolenik asit %0,26- 1,38 olmalıdır (İnt.Kyn.7). İlgili çizelge incelendiğinde major yağ asitleri değerlerinin LO hariç PGI normlarından oldukça düşük olduğu belirlenmiş olup ayrıca PGI belgesinde LNO için verilen son değer de TGK normlarının oldukça üzerindedir. Bu olumsuz ve ticari değerlendirmeyi zorlaştıran özel hususların tamamı Milas Ticaret Odası tarafından ivedilikle düzeltilmelidir.

Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki majör ve minör yağ asitleri dağılımı TGK (2017) normlarına uygun bulunmuştur. OLA değişimi Bodrum örneklerinde Muğla lokasyonu bulgularına göre daha düşük iken, LO değişimi ise Milas örneklerinde ise biraz daha yüksektir.

Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki majör ve minör yağ asitleri bulguları bu çalışmaya göre; Oleik asit miktarı bulguları; Türkoğlu vd. (2012), Köseoğlu (2013), Köseoğlu vd. (2016), Sönmez (2015), Tibet (2019), Ulubeli (2019), Sarı (2021) genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Uğurlu Aşık ve Özkan (2011), Dıraman ve Dibeklioglu (2014), Büyükgök (2015), Dıraman ve Dibeklioglu (2009) çalışmalarında ise oleik asit miktarı yüksek bulunmuştur. Linoleik asit miktarı bulguları; Sarı (2021) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Dıraman ve Dibeklioglu (2014), Köseoğlu vd. (2016), Uğurlu Aşık ve Özkan (2011), Köseoğlu (2013), Büyükgök (2015), Sönmez (2015) ve Tibet (2019) düşük bulunmuştur. Linolenik asit miktarı bulguları; Büyükgök (2015), Köseoğlu (2013), Sarı (2021), Tibet (2019), Ulubeli (2019) çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Dıraman ve Dibeklioglu (2009), Uğurlu (2011), Dıraman ve Dibeklioglu (2014), Köseoğlu vd. (2016) düşük olarak gözlenmiştir. Stearik asit miktarı bulguları; Dıraman ve Dibeklioglu (2009), Dıraman vd. (2011), Köseoğlu (2013), Sönmez (2015), Ulubeli (2019), Sarı (2021) çalışmaları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Uğurlu Aşık ve Özkan (2011), Köseoğlu vd. (2016), Büyükgök (2015) bulguları ise bu çalışma bulgularından düşük olarak gözlenmiştir. Palmitik asit miktarı bulguları; Büyükgök (2015), Sönmez (2015), Ulubeli (2019), Dıraman ve Dibeklioglu (2009), Dıraman vd. (2011), Dıraman ve Dibeklioglu (2014), Yorulmaz vd. (2014) çalışmaları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Köseoğlu (2013), Köseoğlu vd. (2016), Tibet (2015) ve Sarı (2021) yüksek olarak bulunmuştur. Palmitoleik asit miktarı bulguları; Dıraman ve Dibeklioglu (2009), Köseoğlu vd. (2016), Türk vd. (2016), Yorulmaz vd. (2014) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Büyükgök (2015), Sönmez (2015) değerleri yüksek, İlyasoğlu ve Özçelik (2011), Uğurlu (2011) değerleri düşük bulunmuştur. Zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu zeytin çeşidi, orijin, çevresel faktörler (toprak, iklim vd) ve agronomik faktörlere göre değişiklik göstermektedir (Kiritsakis 1998, İlyasoğlu ve Özçelik 2011, Morello vd. 2004, Aguilera vd. 2005, Dıraman ve Köseoğlu 2017).

5.4 Natürel Zeytinyağlarına Ait Yağ Asidi Profiline Göre Hesaplanan Değerler

Muğla İli Milas ve Bodrum İlçelerinin farklı lokasyonlarından alınan Memecik çeşidine ait natürel zeytinyağı örneklerinin yağ asidi analiz bulgularına dayalı olarak hesaplanan parametrelerine ilişkin bulgular Çizelge 4.4' de toplu şekilde verilmiştir. Araştırmada kullanılan yağ örneklerinde beslenme fizyolojisi açısından önem taşıyan parametreler olarak; toplam değerler itibarıyla Doymuş Yağ Asitleri (% SFA), Tekli Doymamış Yağ Asitleri (% MUFA) ve Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (% PUFA), Toplam Doymamış Yağ asitleri (% UFA) ve Trans Yağ Asitleri (TFA) ilk önem arz eden değerlerdir. Bunun yanında PUFA/SFA, OLA/LO, PAM/LO, LO/LNO, UFA/SFA, UFA/PUFA oranları ile formüle dayalı olarak hesaplanan İyot Sayısı, Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık) ve TOSİ (Teorik Oksidatif Stabilite) değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 4.4'te görüleceği üzere, Milas lokasyonlarına ait Memecik çeşidi zeytinyağlarının SFA değerlerinin %15,66 (M6)- %17,53 (M3), MUFA %69,19 (M1) – 73,36 (M6), PUFA 10,80 (M2) – 14,35 (M1) arasında bir değişim göstermiştir. Oksidatif stabilite açısından bir indikatör olarak önem taşıyan OLA/LO değerlerinin değişimi %5,03 (M1) – %7,14 (M2), arasında tespit edilmiştir. Zeytinyağında aromatik profilin tahmin edilmesinde bir ön indikatör olarak kabul edilen LO/LNO oranının %13,42 (M5) – %16,08 (M1), arasında Milas yağ lokasyonu örnekleri için bir değişime sahip olduğu belirlenmiştir. Yağ asidi profiline göre hesaplanan İyot sayısı değerleri Milas lokasyonu yağları için %86,03 (M2) ile %88,84 (M1) arasında bir değişim göstermiş iken TOSİ değerlerinin değişimi %10,55 (M1)- %10,95 (M3) arasında bulunmuştur. Milas lokasyonu yağ örneklerinde Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık) değerleri değişimi %597,88 (M2) – %760,91 (M1) arasında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4'te görüleceği üzere, Bodrum lokasyonlarına ait Memecik çeşidi zeytinyağlarının SFA değerlerinin %15,56 (B2) – %18,20 (B6), MUFA %63,01 (B1) – %67,82 (B6), PUFA %13,97 (B6) – %20,77 (B2), arasında bir değişim gösterdiği Çizelge 4.4'te gösterilmiştir. Bodrum lokasyonu örneklerinde oksidatif stabilite açısından bir indikatör olarak önem taşıyan OLA/LO değerlerinin değişimi %3,16 (B2) – 5,09 (B6), arasında tespit edilmiştir. Bodrum yağ lokasyonu örnekleri için zeytinyağında aromatik profilin tahmin edilmesinde bir ön indikatör olarak kabul edilen LO/LNO oranının %14,43 (B6) – 19,27 (B1), arasında bir

değişime göstermiştir. Yağ asidi profiline göre hesaplanan İyot sayısı değerleri Bodrum lokasyonu yağları için %86,98 (B6) ile %95,58 (B2) arasında bir değişime sahip olmuş iken TOSİ değerlerinin değişimi %9,46 (B2) – %10,89 (B6) arasında bulunmuştur. Bodrum lokasyonuna ait yağ örneklerinde Ox Succ (Oksidatif Duyarlılık) değerleri değişimi %746,02 (B6) – 1037,07 (B5) arasında olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).

Milas ve Bodrum Lokasyonuna ait tüm yağ örnekleri için TFA (Trans Yağ Asitleri) değerleri %0,02 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Milas ve Bodrum lokasyonuna ait tüm yağların diğer parametrelerin değişimleri PUFA/SFA %0,68 (M2) – %1,34 (B2); PAM /LO %0,64 (B2) – %1,26 (M2); UFA/SFA %4,50 (B6) – %5,43 (B2); UFA/PUFA %4,07 (B2) – %7,79 (M2) arasında tespit edilmiştir. Özellikle UFA/ LO değerlerindeki değişimin OLA/ LO oranı dağılımına benzemekte olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4).

Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki yağ asitleri bulguları bu çalışmaya göre; LO/ LNO değeri bulguları; Dıraman vd. (2011) ve Dıraman ve Dibeklioglu (2014) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Dıraman ve Dibeklioglu (2009), Milas örnekleri ile benzer ve uyumlu bulunurken, Bodrum örneklerinden düşük olduğu belirlenmiştir. OLA/LO değeri bulguları; Dıraman vd. (2011), Milas örnekleri ile benzer ve uyumlu bulunurken, Bodrum örneklerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Dıraman ve Dibeklioglu (2009) yüksek olduğu belirlenmiştir. İyot sayısı değeri bulguları; Ulubeli (2019), Dıraman ve Dibeklioglu (2009), Dıraman ve Dibeklioglu (2014) çalışmalarında, bu çalışmanın Milas örnekleri ile benzer ve uyumlu bulunurken, Bodrum örneklerinden düşük olduğu belirlenmiştir.

5.5 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Triasilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Sonuçlar

Gliserinin organik asitlerle oluşturduğu esterler gliseritleri meydana getirmektedir. Trigliseritler ise gliserinle üç farklı ya da aynı yağ asitlerinin birleşmesi sonucu oluşan bileşikler olup bitkisel ve hayvansal yağların ana bileşenidirler (Dıraman ve Köseoğlu 2017). Zeytinyağında PPP, SSS, PSP, SPS gibi doymuş trigliseritler ile linolenik asit (Ln) içeren trigliseritler bulunmamaktadır (PPLn, SSLn, PSLn gibi). Ayrıca dört çift bağ içeren trigliseritlerde stearik asit, 5 ve 6 çift bağ içeren trigliseritlerde de hem stearik hem de palmitik asit yer almamaktadır (Kayahan ve Tekin 2006). Buna göre zeytinyağında LnSO,

LnOS, LSL, LLS, PLnL, LnPL, LnLP, SLnL, LnLS, PLnLn, LnPLn, SLnLn, LnSLn, OSL, LPL, LnPO ve LSL trigliseritleri bulunmaz. Zeytinyağı tüm bitkisel yağlar arasında en düşük trilinolein [LLL] (%0,5) ve de en yüksek triolein [OOO] içeriğine sahiptir. Trigliserit analizleri zeytinyağına yapılan taşışların belirlenmesinde kullanılan önemli kriterlerden biridir. Bir trigliserit profili zeytinyağının güvenilirliğine ilişkin önemli bilgiler vermektedir (Boskou 1996). Farklı zeytinyağlarının birbirinden ayırt edilmesinde de trigliserit profilinden yararlanılmaktadır (Stefanoudaki vd. 1997, Ollivier vd. 2006, Yorulmaz 2009).

Muğla İlinin Milas ve Bodrum İlçelerinin farklı lokasyonlarında yetiştirilen Memecik zeytin çeşidinden üretilmiş natürel zeytinyağı örneklerinde Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile yapılan tüm major ve minör triaçilgliserol (TAG) profili analizi sonuçları Çizelge 4.5 de toplu şekilde verilmiştir.

HPLC ile analiz edilen Milas ve Bodrum yörelerindeki farklı lokasyonlara ait yağ örneklerinde karakterizasyon açısından önem taşıyan major TAG bileşenleri kromatogramdaki sırasıyla OLL(1,2-dilinoleyl-3-oleylglycerol), LOO (1,2-dioleyl-3-linoleylglycerol) + PLnP, PLO (palmitoyl-2-oleyl-3-linoleylglycerol) + SLL, OOO (1,2,3-trioleylglycerol veya triolein) ve SLO + POO (2,3-dioleyl-1-palmitoylglycerol), POP (1,2-dipalmitoyl-3-oleylglycerol) ve SOO 2,3-dioleyl-1-stearoylglycerol olmuştur. Zeytinyağında muhtemel bitkisel tohum yağlarının taşışlarının tesbitinin bir ölçüsü olarak yer alan LLL (1,2,3- trilinoleylglycerol veya trilinolein) en önemli minor TAG bileşenidir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5'te görüleceği gibi, TAG profilindeki major bileşenlere göre Milas lokasyonu örneklerinde en yüksek TAG komponenti ve natürel zeytinyağlarında otantiklik için en önde gelen bir indikatör olan OOO (triolein) değişimi %30,96 (M3) ile %36,81 (M2) arasında iken SLO + POO değeri %21,32 (M1) – %23,36 (M6) arasında olmuştur. Milas yağlarında diğer major TAG'ların değişimleri LOO + PLnP için %14,33 (M3) – %16,66 (M1), PLO + SLL için %6,48 (M2) – %8,30 (M4), OLL için %597,88 (M2) – %760,91 (M1) arasında bulunmuştur. POP değerleri %2,75 (M5) – %4,04 (M3) arasında bir değişim gösterir iken, SOO'un değişimi ise %4,36 (M4) – %4, 72 (M2) arasında olmuştur (Çizelge 4.5).

TAG profilindeki major bileşenlere göre Bodrum lokasyonu örneklerinde en yüksek TAG komponenti ve natürel zeytinyağlarında otantiklik için en önde gelen bir indikatör OOO (triolein) değişimi %24,15 (B1) ile %29,26 (B6) arasında iken SLO + POO değeri ise %17,99

(B2) – %23,06 (B6) arasında olmuştur. Bodrum yöresine ait Memecik çeşidi zeytin yağlarında diğer major TAG’ların değişimleri LOO + PLnP için %14,79 (B6) – %19,43 (B5), PLO + SLL için %8,53 (B6) – %11,06 (B5), OLL için %3,99 (B6) – %7,52 (B2) arasında bulunmuştur. Bodrum lokasyonu örneklerine ait POP değerleri %2,30 (B2) – %3,81 (B6) arasında bir değişim gösterir iken, SOO’un değişimi ise %3,57 (B1) – %5,19 (B6) arasında olmuştur (Çizelge 4.5). LLL değerlerinin değişimi Milas lokasyonu örneklerinde Bodrum yağ örneklerine göre daha düşük iken, SOO parametresinde lokasyonlara göre bariz değişim belirlenmemiştir. Milas lokasyonu yağ örneklerinde OOO ve POO değerleri değişimi Bodrum örneklerine göre daha yüksektir. LOO ve OLL değerlerinin değişimi Bodrum lokasyonu örneklerinde daha yüksek iken Milas yağ örneklerinde söz konusu değerin değişimin daha düşük olduğu görülmüştür.

Memecik çeşidi yağları kapsayan TPE nezdinde PGI sahip olan belgeler (İnt.Kyn.6, İnt.Kyn.7, İnt.Kyn.9) incelendiğinde, Bodrum ve Milas lokasyonlarına ait Memecik yağlarının TAG profilinin (İnt.Kyn.6, İnt.Kyn.9) TGK normlarına göre değerlendirildiği için herhangi bir uyumsuzluk görülmemiştir. Milas Zeytinyağı PGI (İnt.Kyn.7) belgesinde TAG için bazı özel hükümler mevcuttur. Bunların değişimleri; triolein (OOO, %61,87- 68,32), palmitodiolein (POO, %18,25- 25,82) ve dioleolinolein (LOO, %6,01- 10)’dir. İlgili çizelge incelendiğinde major TAG değerlerinin POO hariç PGI normlarından oldukça düşük olduğu belirlenmiş olup ayrıca PGI belgesinde OOO için verilen değerlerin de literatür bulgularının oldukça üzerindedir. Bu olumuz ve ticari değerlendirmeyi zorlaştıran özel hususların tamamı Milas Ticaret Odası tarafından ivedilikle düzeltilmelidir.

Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki majör ve minör TAG dağılımı- ECN42 farkı temelinde- TGK (Anonim 2017) normlarına uygun bulunmuştur. Türk zeytinyağlarının major trigliseritleri OOO, OOP, OOL, PLO ve POP’dır. Zeytinyağlarımızın temel/ana gliseriti OOO’dur. Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki majör ve minör TAG bileşenleri bulguları bu çalışmaya göre; Triolein [OOO] değeri bulguları; Dıraman ve Dibeklioglu (2014) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Köseoğlu vd. (2016), Yorulmaz vd. (2014) yüksek olarak bulunmuştur. POP değeri bulguları; Gökçebağ vd. (2013) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. İlyasoğlu ve Özçelik (2010) bu çalışma örneklerinden düşük, Yorulmaz vd. (2014)’ de yüksek bulunmuştur. SOO değeri bulguları; Dıraman ve Dibeklioglu (2014), Gökçebağ vd. (2013) bu çalışma bulguları ile

genel olarak benzer ve uyumlu bulunmuş olup; Köseoğlu vd. (2016), Yorulmaz vd. (2014) düşük olarak bulunmuştur. LLL değeri bulguları; Sarı (2021), Dıraman ve Dibeklioglu (2014) genel olarak benzer ve uyumlu bulunmuş olup; Köseoğlu vd. (2016), Yorulmaz vd. (2014) düşük olarak bulunmuştur. PLO+ SLL değeri bulguları; Yorulmaz vd. (2014), Köseoğlu vd. (2016) genel olarak benzer ve uyumlu bulunmuştur. Köseoğlu vd. (2016) çalışması ile OOO/POO değerleri genel olarak benzer ve uyumlu iken SLO+POO değeri bulguları yüksek bulunmuştur. TAG bileşenleri üzerine zeytin çeşidi (Stefanoudaki vd. 1997, Yorulmaz 2009), meyvenin olgunluk durumu, sulama ve iklim faktörleri (Aparacio ve Luna 2002, Ollivier vd. 2006, Yorulmaz 2009) etkili olabilir.

5.6 Natürel Zeytinyağlarına Ait Major ve Minor Triaçilgliserol (TAG) Profiline İlişkin Parametrelerin Sonuçları

Milas lokasyonlarına ait natürel zeytinyağı örneklerinde Eşdeğer karbon sayısı (ECN) değerlerinin değişimi sırasıyla ECN 42 %0,40 (M2- M6) – %1,09 (M3), ECN 44 %4,97 (M2) – %7,53 (M1), ECN 46 %23,88 (M6) – %28,66 (M1), ECN 48 %57,33 (M1) – %64,96 (M2) ve ECN 50 %5,71 (M4) – %6,10 (M6) arasında tespit edilmiştir. Diğer parametrelerin değişimi Milas lokasyonlarına ait yağ örnekleri için PLO/OOO oranı %0,18 (M2) – %0,27 (M1); LLL/ECN42 oranı %0,23 (M6) – %0,41 (M1); PLL/OLL oranı %0,30 (M2- M6) – %0,45 (M3) ve ECN48/ECN46 %2,00 (M1) – %2,72 (M2- M6) LOO/PLO oranı %9,52 (M3) – %20,30 (M2) ve OOO/POO oranı %1,34 (M3) – %1,65 (M5) arasında olmuştur (Çizelge 4.6). Yine Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi, Bodrum lokasyonlarına ait Memecik çeşidi natürel zeytinyağı örneklerinde Eşdeğer karbon sayısı (ECN) değerlerinin değişimi sırasıyla ECN 42 %1,31 (B3) – %1,99 (B1), ECN 44 %7,72 (B6) – %12,10 (B2), ECN 46 %26,76 (B6) – %34,03 (B2), ECN 48 %47,17 (B1) – %57,80 (B6) ve ECN 50 %5,01 (B2) – %6,97 (B6) arasında tespit edilmiştir. Gerçek ve teorik ECN42 trigliserit içeriği arasındaki maksimum fark zeytinyağlarına tohum yağlarıyla yapılan tağışın belirlenmesinde kullanılan önemli bir kriterdir. Eşdeğer karbon sayısı 42 olan (ECN 42) trigliseritlerin oransal değerleri zeytinyağlarının linoleik asitçe zengin tohum yağlarıyla tağışlarının tespitinde önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır. ECN42’ler zeytinyağında iz miktarda bulunur. Zeytinyağında ECN değeri 40 olan trigliseritler bulunmamaktadır. Buna karşın bu değer 44, 46, 48 ve 50 olarak hesaplandığı trigliseritlerin oranları yüksektir (Yorulmaz 2009). Diğer TAG parametrelerinin değişimi Bodrum lokasyonlarına ait zeytinyağı örnekleri için PLO/OOO oranı %0,29 (B6) – %0,45 (B1); LLL/ECN42 oranı %0,43 (B6) – %0,56 (B2-

B5); PLL/OLL oranı %0,38 (B2- B3) – %0,45 (B6) ve ECN48/ECN46 %1,39 (B1) – %2,17 (B6); LOO/PLO oranı %6,24 (B1) – %8,55 (B3) ve OOO/POO oranı ise %1,25 (B1) – %1,44 (B2- B3); arasında olmuştur (Çizelge 4.6).

Diğer TAG parametreleri ile ilgili yapılan çalışmalara göre bulguların değişimleri de ECN 42 bulguları; Gökçebağ vd. (2013) Milas örnekleri ile benzer ve uyumlu bulunurken, Bodrum örneklerinden yüksek olduğu belirlenmiştir. Köseoğlu vd. (2016), düşük olduğu bulunmuştur. ECN 44 bulgularının Gökçebağ vd. (2013) düşük olduğu gözlenmiştir. ECN 46 bulguları ise Köseoğlu vd. (2016) benzer ve uyumlu bulunurken, Gökçebağ vd. (2013) düşük olduğu gözlenmiştir. ECN 48 bulguları Dıraman ve Dibeklioglu (2014) veriler ile bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu bulunmuştur. Gökçebağ vd. (2013) ve Köseoğlu vd. (2016) yüksek olduğu gözlenmiştir. ECN 50 bulguları, bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. ECN 48/ECN 46 bulguları, Gökçebağ vd. (2013), Dıraman ve Dibeklioglu (2014) ‘ten yüksek olduğu gözlenmiştir. LLL/ECN 42 değeri bulguları Dıraman ve Dibeklioglu (2014) sonuçları ile bu çalışma bulguları genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Gökçebağ vd. (2013), bu çalışmanın Milas örnekleri ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmişken Bodrum örneklerinden düşük olarak gözlenmiştir. Köseoğlu vd. (2016), düşük olarak gözlenmiştir.

5.7 Natürel Zeytinyağlarına Ait Sterol Analizine İlişkin Sonuçlar

Fitosteroller, sabunlaşmayan lipit fraksiyonunun ana bileşenleridir. Sterol bileşimi, her bir yağa özel olduğundan, orijinalliğin değerlendirilmesi, taşışın saptanması ve karakterizasyon amaçları açısından önemlidir. Steroller, zeytinyağının %0.5-1.5’ini oluşturan sabunlaşmayan maddenin en önemli bileşenleridir. Zeytinyağında 100-200 mg/100 g yağ düzeyinde bulunan desmetil steroller major steroller olarak bilinmektedir. Bu grup içerisinde bulunan β -sitosteroller toplam sterollerin %75-90’ını, Δ^5 -avenasterol %5-36’sını ve kampesterol ise toplam sterollerin yaklaşık %3’ünü oluşturmaktadır. Diğer bir sterol grubu olan triterpen alkollerden önemli olan iki ana triterpen dialkol ise erythrodiol ve uvaol’dür. Hayvansal bir sterol olan kolesterol, zeytinyağında %0,5’den daha düşük miktarda bulunur (Boskou 2002).

Milas ve Bodrum İlçelerinin (Muğla) farklı lokasyonlarından sağlanan Memecik zeytin çeşidinden üç fazlı kontinü sistemle elde edilmiş natürel zeytinyağı örneklerinde Gaz Kromatografisi kapiler kolon yöntemi ile yapılan sterol analizi sonuçları Çizelge 4.7’de

topluca verilmiştir.

Milas lokasyonlarında Memecik çeşidi zeytinyağı örneklerinde major sterol bileşenlerinin değişimi beta- sitosterol için %86,8 (M4) – %90,7 (M3); arasında tespit edildiğinde, delta-5-avenasterol'ün %2,00 (M3) – %3,90 (M1); arasında bir değişime sahip olduğu görülmüştür. Major sterol profilinden kampesterol değerlerinde %3,00 (M4) – %3,39 (M6); arasında bir değişim belirlenmiş iken stigmasterol değerleri %1,1 (M1) – %1,6 (M2); olmuştur (Çizelge 4.7). Milas yağ lokasyonları için Delta-7-stigmastenol değerleri %0,3 (M3) – %0,51 (M6); arasında bir değişim göstermiş olup, Eritrodiol+uval için ise değişim değerleri %1,1 (M1) – %1,9 (M3); arasında olmuştur. Çizelge 4.7'den görüleceği üzere, Milas yağları için toplam B-sterol değerleri %93,68 (M6) – %94,50 (M3); arasında iken; toplam sterol miktarı değişimi % 1099,3 (M2) – % 1654,6 (M1); arasında tespit edilmiştir. Minor bileşenlerden sitostanol değişimi Milas yağ örneklerinde %0,29 (M2) – %0,4 (M4- M5) arasında iken; delta-7 avenasterol %0,3 (M3-M5) – %0,7 (M4) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Bodrum lokasyonlarında Memecik çeşidi zeytinyağı örneklerinde major sterol bileşenlerinin değişimi beta- sitosterol için %86,9 (B4) – %88,7 (B1); arasında tespit edildiğinde, delta-5-avenasterol'ün %2,7 (B1) – %4,7 (B6) arasında bir değişime sahip olduğu görülmüştür. Bodrum yağ örneklerinde major sterol profilinden kampesterol değerlerinde %2,7 (B4) – %3,4 (B6); arasında bir değişim belirlenmiş iken stigmasterol değerleri %0,6 (B6) – %1,6 (B3); olmuştur (Çizelge 4.7). Aynı lokasyonlar için Delta-7-stigmastenol değerleri %0,5 (B6) – %0,9 (B2 -B4); arasında bir değişim göstermiş olup, Eritrodiol+uval için ise değişim değerleri %1,1 (B4- B5) – %1,7 (B1) arasında olmuştur.

Türk Gıda Kodeksi (TGK) zeytinyağı ve prina yağı tebliğine göre (Anonim 2017) naturel sızma zeytin yağı için saflık kriteri olan limit değerler (sterol kompozisyonunda); kolesterol için (≤ 0.5), brassicasterol için (≤ 0.1), campesterol için (≤ 4.0), stigmasterol için ($< \text{campesterol}$), delta-7-stigmastenol için (≤ 0.5), toplam B-sterol için (≥ 93), toplam sterol(ppm) için (≥ 1000), eritrodiol+uval için (≤ 4.5) olarak verilmiştir. Türk zeytinyağları için önemli bir sterol de delta7-stigmastenoldür. Kodekse göre bu sterolün içeriği toplam sterollerin %0,5'ine eşit veya daha düşük olmalıdır. Bodrum lokasyonun ait örneklerinin beş adedinde (B6 hariç) delta-7-stigmastenol için (≤ 0.5) normunun aşıldığı görülmüştür (Çizelge 4.7). Tüm Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki sterol bileşenlerinin dağılımı- delta-7-stigmastenol için olumsuz 5 adet Bodrum örneği hariç- TGK (2017) normlarına uygun bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Ouni vd. (2011), farklı bölgelere ait zeytinyağlarının sterol kompozisyonundaki değişiklikleri tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmada β - sitosterol, delta-5-avenasterol, stigmasterol ve kampesterolün temel steroller olduğunu ve sterol kompozisyonunun yağın coğrafik orijininin önemli derecede etkilendiğini belirlemişlerdir.

Çizelge 4.7’den görüleceği üzere, Bodrum lokasyonuna ait yağlarda toplam B-sterol değerleri %93,03 (B3) – %94,6 (B6); arasında iken; toplam sterol miktarı değişimi %2075, 6 (B1) – %2429,37 (B5); arasında tespit edilmiştir. Minor bileşenlerden sitostanol değişimi Bodrum yağ örneklerinde %0,4 (B1) – %0,7 (B6); arasında iken delta-7 avenasterol %0,7 (B1- B6) – %1,4 (B4); olarak bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Her iki lokasyon için minor sterol bileşenlerinden brassicasterol ve delta-5- 23 stigmastadienol hiç tespit edilemediği gibi; 5 adet Milas örneğinde (M1-M5) delta-7- kampesterol ve 4 adet Milas ve Bodrum örneğinde de Kampestenol belirlenememiştir. Her iki lokasyon için cleresterol %1,1 (B4)- %1,41 arasında iken kolesterol %0,1 (M1, M3, M5, B1, B2) – %0,33 (B5) arasında değerler bulunmuştur (Çizelge 4.7). Tibet (2019) çok düşük düzeyde de olsa brassicasterol tespit etmiştir.

Memecik çeşidi yağları kapsayan TPE nezdinde PGI sahip olan belgeler (İnt.Kyn.6, İnt.Kyn.7, İnt.Kyn.9) incelendiğinde, Bodrum ve Milas lokasyonlarına ait Memecik yağlarının sterol bileşenlerinin (İnt.Kyn.6, İnt.Kyn.9) TGK normlarına göre değerlendirildiği için herhangi bir uyumsuzluk görülmemiştir. Milas Zeytinyağı PGI (İnt.Kyn.7) belgesinde steroller için bazı özel hükümler mevcuttur. Bunların değişimleri; kampesterol %1,32- 3,63; toplam β -sitosterol %70,72- 87,45; D5-avenasterol %2,82- 21,05; stigmasterol %0,36- 1,53; D7-stigmastenol %0,16- 0,81; D7-avenasterol %0,39- 2,03 arasında olmalıdır. İlgili çizelge incelendiğinde sterol değerlerinin genel olarak uyumlu olmasına karşın; Tibet (2019) tarafından yapılan çalışma göz önüne alındığında, Milas ve Bodrum yağlarındaki mevcut kalitenin muhafazası bakımından klimatolojik etkenlere bağlı olarak sterol fraksiyonlarındaki muhtemel sapmaların ilgili birimlerce izlenmesi gerektiği göz ardı edilmemelidir.

Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerindeki sterol bulguları bu çalışmaya göre; Sterol kompozisyonu oluşturan başlıca sterollerden, β -sitosterol; Sönmez (2015), Milas örneklerinde düşük iken Bodrum örnekleri ile benzer ve uyumludur. Tibet

(2019) verileri Milas ve Bodrum bulgularından düşük bulunmuştur. Sarı (2021), Köseoğlu (2013), Ulubeli (2019) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. İlyasoğlu vd. (2010) düşük olarak gözlenmiştir. D5-avenasterol bulguları; Köseoğlu (2013), Sarı (2021), Yorulmaz vd. (2014), Ulubeli (2019) çalışmaları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Sönmez (2015), İlyasoğlu vd. (2010) çalışmaları yüksek olarak gözlenmiştir. Kampesterol bulguları; Sarı (2021), Köseoğlu (2013), Ulubeli (2019) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. Sönmez (2015), bu çalışmadaki Milas örneklerinden düşük, Bodrum örnekleri ile benzer ve uyumludur. Yorulmaz vd. (2014), bu çalışmadaki Milas örnekleri ile benzer ve uyumlu, Bodrum örneklerinden yüksek olarak gözlenmiştir. İlyasoğlu vd. (2010) bulguları ise yüksek olarak gözlenmiştir. Toplam b-sitosterol bulguları; Köseoğlu (2013), Ulubeli (2019), Sarı (2021) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. İlyasoğlu vd. (2010), Sönmez (2015) bu çalışmadaki Bodrum örneklerinden yüksek, Milas örnekleri ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu gözlenmiştir.

Toplam sterol bulguları; Ulubeli (2019), Sarı (2021) bu çalışma bulguları ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu belirlenmiştir. İlyasoğlu vd. (2010), Sönmez (2015), bu çalışmadaki Bodrum örneklerinden düşük, Milas örnekleri ile genel olarak benzer ve uyumlu olduğu gözlenmiştir. Köseoğlu (2013) ve Tibet (2019) toplam sterol verileri çalışmamızdan düşük bulunmuştur. Tibet (2019) Eritrodiol Uvaol toplamı bulgularımızdan oldukça düşük bulunmuştur. Sterol kompozisyonu, zeytinin çeşidinden, meyvenin olgunluk derecesinden, agronomik ve iklimatik koşullardan, zeytinden yağın elde ediliş teknolojisinden ve depolama koşullarından etkilenerek değişiklik gösterebilir (Yorulmaz vd. 2014)

5.8 Milas ve Bodrum Yöresi Lokasyonlarına Ait Natürel Zeytinyağları İçin Kemometrik Değerlendirme

Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz veya Kemometrik olarak da bilinen bu değerlendirme yöntemi ile, natürel zeytinyağlarının tanımlaması ve sınıflandırması mümkün olmaktadır. Enstrumental (Spektrofotometre, Gaz ve Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi, NMR gibi) analizlerden sağlanan çok sayıda kimyasal veriler bu yöntemde kullanılarak; istatistik, matematik ve bilgisayar yöntemleri yardımıyla çok kısa zamanda ve sağlıklı bir şekilde gıdaların çeşit ve bölgesel karakterizasyonu (Coğrafi İşaret Sistemi) yapılabilmektedir. En yaygın kemometrik tekniklerden biri Temel Bileşenler (Principal Component Analysis, PCA)

analizdir. PCA tekniği örnekler arasında nasıl bir ilişki olduğu ve değişkenler arasındaki etkileşim konularına cevap aramaktadır. Kümeleme (CA) tekniği ise örnekler arasındaki sınıflandırma (karakterizasyon) konusunda bilgi vermektedir. Bu teknikler, daha önceden ortaya çıkarılmamış ilişkileri ortaya çıkarma ve sıradan sonuçlar diye nitelenemeyecek tahminler yapmaya izin veren yöntemlerdir (Dıraman ve Saygı 2006). Natürel zeytinyağlarının coğrafik bölgeler itibarıyla tanımlanmasında, çevre şartlarından en az etkilendiği kabul edilen ve kalite parametresi olarak da önem taşıyan bazı kimyasal bileşenler (yağ asitleri ve TAG profilleri, sterol kompozisyonu, tokoferol, klorofil ve fenolik bileşenlerin fraksiyonları gibi) ve aromatik (volatil) bileşenler kullanılmaktadır (Giacomelli vd. 2006). Analizlerden elde edilen bu çok sayıdaki veriler, çeşitli kemometrik tekniklerle (genellikle PCA ve CA teknikleri gibi) değerlendirilerek coğrafi işaret veya çeşit karakterizasyonu olarak yağların tanımlanmasını sağlamaktadır (Giacomelli vd. 2006).

Milas ve Bodrum yöresine ait Memecik çeşidinden üretilmiş natürel zeytinyağı örneklerinde kemometrik analiz (PCA) için kullanılan veriler; ilk olarak yağ örneklerine ait sabunlaşabilen ve gliseridik yapıyı oluşturan ana bileşenleri olan, yağ asitleri ve TAG profil bulgularıdır. Kemometrik (PCA) analizlerde ikinci olarak kullanılan veriler; yağ örneklerine ait sabunlaşmayan fraksiyondan ve mikro bileşenlerden olan sterol kompozisyonudur.

5.8.1 Milas ve Bodrum Lokasyonları Örnekleri İçin Yağ Asidi Profiline Göre Kemometrik Değerlendirme

Yağ asitleri ve ilgili hesaplanan parametreler arasında oluşan korelasyonlara göre (Çizelge 5.1); Milas ve Bodrum yöresindeki lokasyonlarda üç fazlı kontinü sistem ile Memecik çeşidinden üretilmiş natürel zeytinyağı örneklerinin kemometrik olarak kolay bir şekilde sınıflandırılıp karakterize edilmesi için PCA sonuçlarına dayalı ortaya çıkan biplot grafiği Şekil 5.1 'de verilmiştir.

Milas ve Bodrum örneklerinin yağ asidi profili bulguları temelinde, PCA analizi ile; birinci temel bileşen (PC1) toplam varyansın %69,3'ünü, ikinci temel bileşen (PC2) ise toplam varyansın %21,2'sini açıklamıştır. Gerçekleştirilen temel bileşen analizi (PCA) her iki lokasyon için toplam varyansın %90,50'sini açıklamıştır (Şekil 5.1).

Yağ asidi profiline ve ilgili parametrelerine göre biplot (Şekil 5.1) grafiği incelendiğinde, lokasyonlarının karakterizasyonunda B6 ve M3 örneklerinin tanımlanmasında PL (palmitoleik), stearik, P (palmitik) asitler ile SF (toplam Doymuş Yağ Asidi) parametreleri rol

oynamıştır. M4 örneğinin karakterizasyonunda TS (TOSİ) parametresi etkin iken, M1 lokasyonu için ise P-L (palmitik/linoleik) oranı yer almıştır. İkinci grubu teşkil eden M5, M2 ve M6 lokasyonları için O-L (oleik/linoleik), U-P (Toplam Doymamış YA UFA/Toplam Çoklu Doymamış YA PUFA), MF (MUFA) ve O (oleik asit) parametreleri ayırımında rol oynamıştır. Üçüncü grubu oluşturan Bodrum örneklerinde B1 ve B3 lokasyonlarının sınıflandırılmasında LN (linolenik), linoleik asitler ile OS (Ox Succ- duyarlılık) parametreleri etkin olmuştur. B4, B5 ve B2 lokasyonlarının karakterizasyonu için ise, L-LN (lioleik/linolenik), PF-SF (PUFA/SFA) ve IV (iyot sayısı) ayırıcı parametreler olmuştur (Şekil 5.1).

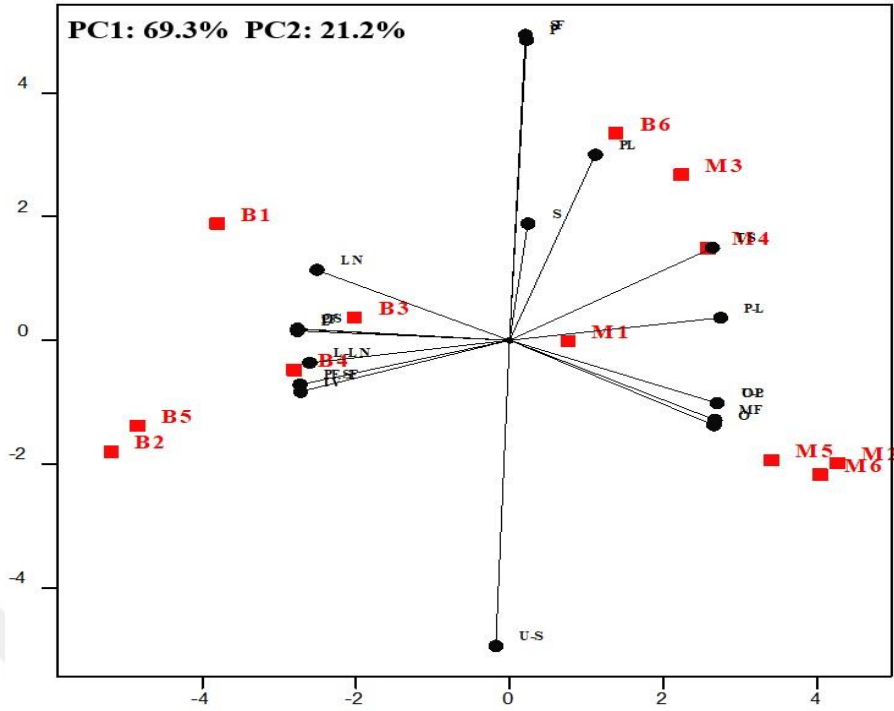


Çizelge 5.1 Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Yağ Asitleri Profili Çoklu Veri Analizine İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları* (P>0.05) önemli
*Çizelgedeki **Mavi renk** pozitif korelasyon ve **Kırmızı renk** negatif korelasyon katsayılarını göstermektedir.

	P	PL	S	O	L	LN	SF	MF	PF	PF/SF	O-L	P-L	L-LN	IV	OS	U/S	U/P	TS
P	1,0000																	
PL	0,7250	1,0000																
S	0,1818	-0,3167	1,0000															
O	-0,1987	0,2096	0,0039	1,0000														
L	-0,0402	-0,3683	-0,1041	-0,9693	1,0000													
LN	0,1418	-0,1769	-0,0342	-0,9350	0,9107	1,0000												
SF	0,9447	0,5258	0,4910	-0,1982	-0,0465	0,1448	1,0000											
MF	-0,1781	0,2392	-0,0098	0,9995	-0,9731	-0,9335	-0,1846	1,0000										
PF	-0,0350	-0,3635	-0,1024	-0,9708	0,9999	0,9158	-0,0410	-0,9744	1,0000									
PF/SF	-0,2068	-0,4389	-0,1926	-0,9102	0,9826	0,8755	-0,2231	-0,9158	0,9820	1,0000								
O-L	-0,1138	0,2672	-0,0102	0,9907	-0,9783	-0,9226	-0,1274	0,9918	-0,9792	-0,9324	1,0000							
P-L	0,1632	0,4704	0,0550	0,9291	-0,9847	-0,8670	0,1399	0,9361	-0,9837	-0,9837	0,9602	1,0000						
L-LN	-0,1292	-0,4489	-0,0994	-0,8841	0,9405	0,7203	-0,1331	-0,8909	0,9363	0,9286	-0,9103	-0,9506	1,0000					
IV	-0,2261	-0,4566	-0,2036	-0,9016	0,9797	0,8626	-0,2445	-0,9078	0,9788	0,9988	-0,9238	-0,9825	0,9324	1,0000				
OS	-0,0340	-0,3608	-0,1030	-0,9710	0,9997	0,9204	-0,0401	-0,9745	0,9999	0,9821	-0,9791	-0,9830	0,9319	0,9786	1,0000			
U/S	-0,9472	-0,5298	-0,4845	0,2060	0,0383	-0,1420	-0,9989	0,1922	0,0331	0,2161	0,1373	-0,1301	0,1156	0,2368	0,0325	1,0000		
U/P	-0,1126	0,2696	-0,0125	0,9909	-0,9785	-0,9254	-0,1273	0,9921	-0,9795	-0,9327	1,0000	0,9604	-0,9082	-0,9242	-0,9795	0,1370	1,0000	
TS	0,3698	0,5633	0,1867	0,8333	-0,9423	-0,8091	0,3663	0,8430	-0,9407	-0,9844	0,8687	0,9662	-0,9065	-0,9878	-0,9406	-0,3602	0,8694	1,0000

Yağ asitleri ve ilgili parametrelerine ait tüm korelasyonlar Row –wise yöntemi ile belirlenmiştir.

Açılımlar: P (palmitik), PL (palmitoleik), S (stearik), O (oleik), L (linoleik), LN (linolenik), SF (SFA), MF (MUFA), PF (PUFA), PF/SF (PUFA/SFA), O –L (oleik / linoleik), P – L (palmitik/linoleik), L –LN (linoleik /linolenik), IV (iyod sayısı), OS (oksidatif duyarlılık), U/S (UFA /SFA), U/P (UFA/PUFA), TS (TOSİ).



Şekil 5.1 Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Yağ Asitleri Profili Çoklu Veri (PCA) Analizine ait Biplot Grafiği.

Açılımlar: P (palmitik), PL (palmitoleik), S (stearik), O (oleik), L (linoleik), LN (linolenik), SF (SFA), MF (MUFA, PF (PUFA), PF/SF (PUFA/SFA), O – L (oleik / linoleik), P – L (palmitik /linoleik), L – LN (linoleik /linolenik), IV (iyot sayısı), OS (oksidatif duyarlılık), U/S (UFA /SFA), U/P (UFA/PUFA), TS (TOSİ).

Yağ asitleri profiline göre değişkenler arasında hesaplanan Pearson Korelasyon Katsayıları Çizelge 5.1’de verilmiştir. Biplot grafiği de bu katsayılar temelinde oluşturulmuştur. Çizelge 5.1’de görüleceği üzere mavi renk pozitif korelasyon ve kırmızı renk negatif korelasyon katsayılarını göstermektedir. İlgili Çizelge5.1’den görüleceği gibi, pozitif ve negatif olarak en yüksek değer olarak kabul edilen 0,7 -1,00 arasındaki katsayılar renkli (mavi – kırmızı) olarak gösterilmiştir. Bunlar arasında dikkat çeken en önemli pozitif parametreler; SF – P, LN– L, O/L – O, PF – L, PF – LN, PF/SF – L, P/L – O, L/LN – L, L/LN – L, IV – L, IV- LN, IV – PF, IV – PF/S, IV – L/ LN, OS – L, OS –LN, TS – O, TS- MF, TS – P/L, U/P – O, U/P – O/L arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.1).

Milas ve Muğla lokasyonlarının yağ asidi profili verileri arasında dikkat çeken en önemli negatif parametreler; L – O (özellikle bu parametre olgunlaşma süresince oleik asit linoleik asit değişimi için bir indikatördür), LN – O, MF – L, MF – LN, PF – O, PF /SF – O, PF/ SF – MF, O/L – L, P/L – L, P/L – LN, IV – O, OS – MF, U/SF – P, UFA /SF – SF, U /P – PF/SF, U/P – L, U/P –LN, TS – L, TS – LN, TS – PF, TS – L/LN, TS – IV, TS – OS arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.1).

Dıraman ve Dibekliöğlu (2009) Memecik çeşidinin karakterizasyonunda (PCA) bulgularına göre SFA'nın etkili olabileceğini ve Dıraman vd. (2011) ayırma (PCA ve LDA) analizleri sonuçlarına göre, iki hasat yılı süresince Memecik (tahmin edilen oran %95 ve %95,90) için olmuştur. Oleik, linoleik, margarik, palmitik/linoleik parametrelerinin Memecik çeşidinde her iki yıl için ortak tanımlayıcı bileşenler olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, palmitik, palmitoleik, linolenik asitler ile linoleik/linolenik parametrelerin de öncekiler ile birlikte yağ örneklerini en iyi tanımlayan bileşenlerdir. Dıraman ve Dibekliöğlu (2014) Türk tek çeşit zeytinlerinden üretilen yağlar, biyokimyasal özelliklerine göre çoklu veri analiz (Temel Bileşen (PCA) ve Aşamalı Kümeleme (HCA) yöntemleri ile sınıflandırılmışlardır. Memecik çeşidinin karakterizasyonu için yağ asidi profilinden Palmitik/LO, MUFA/PUFA, parametreleri etkili olmuştur. Yorulmaz vd. (2014) yapılan kemometrik analizler ile (PCA ve DA) çeşit olarak stearik asidin Memecik çeşidinde ayırıcı bir rolü olduğu görülmüştür. Köseoğlu vd. (2016) yapılan kemometrik analizlerde (PCA) linoleik ve gadoleik asitler tanımlamada rol almıştır. Milas ve Bodrum yörelerinde üç fazlı kontinü sistem yardımıyla üretilmiş ve bu çalışmada yağ asidi profili ortaya çıkarılmış Memecik çeşidi yağ örneklerine ait çoklu veri analizlerinin değerlendirilmesinde da benzer bulguların olduğu görülmektedir.

5.8.2 Milas ve Bodrum Lokasyonları Örnekleri İçin Triaçil Gliserol Profiline Göre Kemometrik Değerlendirme

TAG profili ve ilgili hesaplanan parametreler arasında oluşan korelasyonlara göre (Çizelge 5.2); Milas ve Bodrum yöresindeki lokasyonlarda üç fazlı kontinü sistem ile Memecik çeşidinden üretilmiş natürel zeytinyağı örneklerinin kemometrik olarak kolay bir şekilde sınıflandırılıp karakterize edilmesi için PCA sonuçlarına dayalı ortaya çıkan biplot grafiği Şekil 5.2'de verilmiştir. TAG profiline göre lokasyonlar (Milas ve Bodrum) kendi aralarında oldukça iyi bir ayırım (discrimination) göstermiştir (Şekil 5.2). Bipilot grafiğinden de görüleceği üzere Bodrum yöresine ait lokasyonlar 1.grup: B2, B1, B5, B4, B3 (Grafik sağ),

2.grup: M2, M6, M5, M4, M3, B6 (yağ asidi profilinde olduğu gibi bu lokasyon da Milas grubu içinde yer almıştır) olmak üzere iki ana grupta toplanmıştır. TAG profili verileri temelinde özellikle Milas ve Bodrum lokasyonlarının çoğunlukla ayrı birer grup (sadece B6 örneği hariç) olarak kümelenmesi, uygulanan kemometrik ayırımın bu parametreler açısından oldukça iyi olduğunu göstermektedir. Milas ve Bodrum örneklerinin TAG profili bulguları temelinde, PCA analizi ile; birinci temel bileşen (PC1) toplam varyansın %79,1'ini, ikinci temel bileşen (PC2) ise toplam varyansın %10'unu açıklamıştır. Gerçekleştirilen temel bileşen analizi (PCA) her iki lokasyon için toplam varyansın %89,10'unu açıklamıştır (Şekil 5.2).



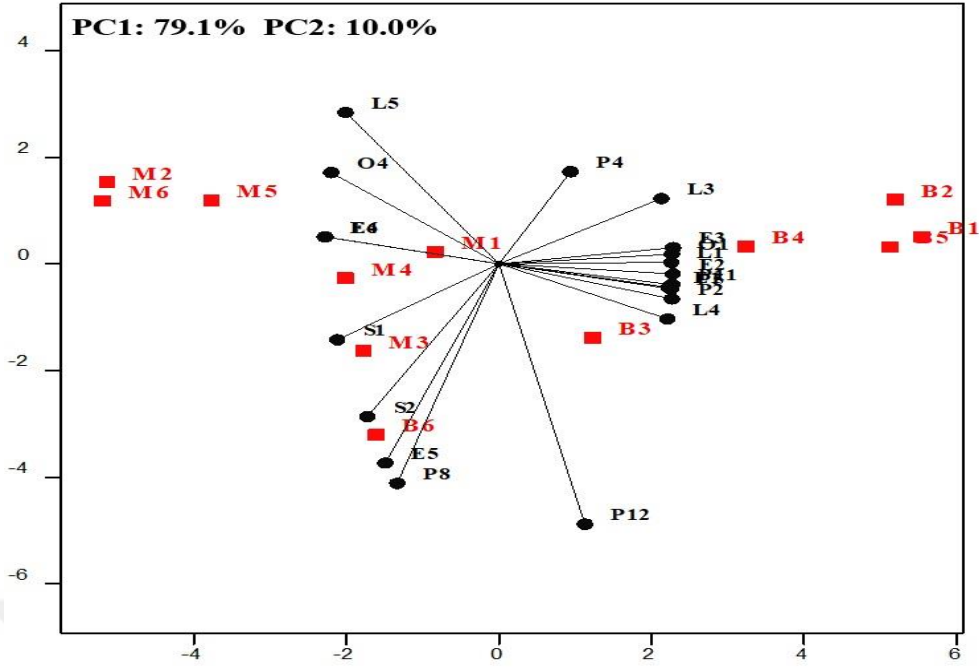
Çizelge 5.2 Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Sterol Komponentleri Profili Çoklu Veri Analizine İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları* (P>0.05) önemli.

Çizelgedeki **Mavi renk** pozitif korelasyon katsayılarını ve **Kırmızı renk** negatif korelasyon katsayılarını göstermektedir.

	L1	O1	P2	L3	P4	P5	O4	S1	P8	S2	E1	E2	E3	E4	E5	P11	L4	P12	E6	L5
L1	1,0000																			
O1	0,9800	1,0000																		
P2	0,9818	0,9849	1,0000																	
L3	0,9054	0,9558	0,8990	1,0000																
P4	0,4090	0,3352	0,3576	0,2140	1,0000															
P5	0,9609	0,9729	0,9800	0,9131	0,3127	1,0000														
O4	-0,9504	-0,9388	-0,9739	-0,8310	-0,3586	-0,9641	1,0000													
S1	-0,9074	-0,9544	-0,8965	-0,9908	-0,2422	-0,8923	0,8120	1,0000												
P8	-0,5471	-0,6411	-0,5292	-0,7732	-0,0825	-0,5561	0,3533	0,7985	1,0000											
S2	-0,7486	-0,6906	-0,6786	-0,6479	-0,7022	-0,6936	0,6131	0,6590	0,5287	1,0000										
E1	0,9875	0,9480	0,9679	0,8476	0,4482	0,9373	-0,9545	-0,8532	-0,4413	-0,7601	1,0000									
E2	0,9857	0,9962	0,9947	0,9345	0,3539	0,9797	-0,9591	-0,9339	-0,5911	-0,6971	0,9648	1,0000								
E3	0,9733	0,9876	0,9743	0,9531	0,3903	0,9825	-0,9422	-0,9427	-0,6230	-0,7486	0,9479	0,9879	1,0000							
E4	-0,9835	-0,9866	-0,9911	-0,9221	-0,3684	-0,9846	0,9776	0,9128	0,5294	0,6945	-0,9700	-0,9943	-0,9894	1,0000						
E5	-0,6365	-0,5954	-0,5687	-0,5786	-0,6866	-0,5885	0,4757	0,5912	0,5755	0,9776	-0,6370	-0,5928	-0,6531	0,5785	1,0000					
P11	0,9828	0,9801	0,9906	0,9045	0,3729	0,9921	-0,9722	-0,8895	-0,5347	-0,7156	0,9628	0,9876	0,9822	-0,9905	-0,6070	1,0000				
L4	0,9374	0,9647	0,9659	0,9194	0,2536	0,9763	-0,9655	-0,8998	-0,5252	-0,5705	0,9087	0,9693	0,9665	-0,9790	-0,4489	0,9665	1,0000			
P12	0,4644	0,4158	0,5579	0,2021	0,2151	0,5263	-0,6640	-0,1924	0,2802	-0,2026	0,5505	0,4873	0,4333	-0,5248	-0,0665	0,5221	0,5291	1,0000		
E6	-0,9654	-0,9768	-0,9784	-0,9268	-0,3640	-0,9838	0,9706	0,9131	0,5346	0,6923	-0,9519	-0,9850	-0,9910	0,9953	0,5779	-0,9807	-0,9828	-0,5269	1,0000	
L5	-0,8379	-0,8358	-0,8996	-0,7109	-0,3125	-0,8873	0,9490	0,6982	0,2228	0,4995	-0,8670	-0,8745	-0,8517	0,8990	0,3565	-0,8788	-0,9052	-0,8201	0,9083	1,0000

Triaçil Gliserol ve ilgili parametrelerine ait tüm korelasyonlar Row –wise yöntemi ile belirlenmiştir

Açılım: L1 (LLL), O1(OLL), P2 (PLL), L3 (LOO+PLnP), P4 (PoOO), P5 (PLO+SLL), O4 (OOO), S1(SLO +POO), P8 (POP), S2 ((SOO), E1 (ECN 42), E2 (ECN 44), E3 (ECN 46), E4 (ECN 48),E5 (ECN 50), P11 (PLO/OOO), L4 (LLL/ECN42),P12 (PLL/OLL), E6 (ECN 48/ECN46), L5 (LOO/POO).



Şekil 5.2 Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Triaçilgliserol (TAG) Profili Çoklu Veri (PCA) Analizine ait Biplot Grafiği.

Açılım:

L1 (LLL), O1(OLL), P2 (PLL), L3 (LOO+PLnP), P4 (PoOO), P5 (PLO+SLL), O4 (OOO), S1(SLO+POO), P8 (POP), S2 (SOO), E1 (ECN 42), E2 (ECN 44), E3 (ECN 46), E4 (ECN 48), E5 (ECN50), P11(PLO/OOO), L4 (LLL/ECN42), P12 (PLL/OLL), E6 (ECN 48/ECN46), L5 (LOO/POO).

TAG profiline ve ilgili parametrelerine göre biplot (Şekil 5.2) grafiği incelendiğinde, lokasyonlarının karakterizasyonunda Bodrum grubunun teşkil eden, B4 lokasyonun tanımlanmasında E3, O1, L1 parametreleri sorumlu olur iken, B2, B1 ve B5 örneklerinin ayırımında E2 ve P11 rol oynamıştır. B3 lokasyonu L4 parametresi ile karakterize olmuştur. Milas grubunu oluşturan M2, M6, M5 lokasyonları O4, L4 parametreleriyle karakterize olmasına karşın, M1 ve M4 yağ örnekleri ise E4 ve E6 parametreleri ile bir ayırım göstermiştir. M3 lokasyonu S1 ile tanımlanır iken, B6 lokasyonuna ait yağ örneğinin karakterizasyonunda S2, E5 ve P8 parametreleri sorumlu olmuştur (Şekil 5.2).

TAG profiline göre değişkenler arasında hesaplanan Pearson Korelasyon Katsayıları Çizelge 5.2’de verilmiştir. Biplot grafiği de bu katsayılar temelinde oluşturulmuştur. Çizelge 5.2’de görüleceği üzere mavi renk pozitif korelasyon ve kırmızı renk negatif korelasyon katsayılarını göstermektedir. İlgili Çizelge 5.2’den görüleceği gibi, pozitif ve negatif olarak en yüksek değer olarak kabul edilen 0,7 – 0,99 arasındaki katsayılar renkli (mavi – kırmızı) olarak gösterilmiştir. Bunlar arasında dikkat çeken en önemli ve yüksek pozitif parametreler;

O1 – L1, P2 – O1, L3 – O1, P5 – P2, E1 – L1, E2 – O1, E2 – P2, P11 – L1, P11 – L1, P11 – P5, L4 – E2, E6 – E4, L5 – O4 arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.2).

Milas ve Muğla lokasyonlarının TAG profili bulguları arasında dikkat çeken en önemli ve yüksek negatif parametreler; O4 – P2, O4 – P5, O4 – L1, S1 – L3, E1 – O4 , E4 – O1, E4 – P2, E1 – E4, E4 – E2, P11 – E4, L4 – E4, E6 – P2 , E6 – E2, E6 – P11 ve E6 – P4 arasında belirlenmiştir (Çizelge 5.2).

Gökçebağ vd. (2013) yapılan çalışmada Temel Bileşen (PC) analizi sonuçları, 22 adet tek çeşit yağ örneğinin karakterizasyon ve coğrafi sınıflandırılmasında bazı TAG bileşenlerinin önemli bir role sahip olduğunu göstermiştir. Deneysel TAG verileri ve hesaplanan yağ asidi profiline dayalı olarak yapılan Aşamalı Kümeleme (HCA) analizlerine göre, Ege bölgesi natürel zeytinyağları yetiştirme bölgeleri itibarıyla Kuzey ve Güney alt grubu veya çeşit bakımından Ayvalık ve Memecik olarak iki ana grupta başarılı bir şekilde ayrılmış ve sınıflanmıştır. Gökçebağ vd. (2013) bulgularına göre, Memecik çeşidinin karakterizasyonunda LLL, PPP, OOO, POLn bileşenleri ile LOO/POL, OOO/POO, ECN 48/ECN 46 parametreleri rol oynamıştır.

Memecik çeşidinin karakterizasyonu için, TAG bileşenlerinden PLO/OOO, PLO ve ECN48/ECN46 parametreleri etkili olduğu PCA analizleri ile Dıraman ve Dibeklioglu (2014) tarafından belirlenmiştir. İlgili çalışma bulgularına göre, yağ asidi ve TAG profilinin tek çeşit yağlarının otantiklik ve sınıflandırılmasında için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır (Dıraman ve Dibeklioglu, 2014). Köseoğlu vd. (2016). Memecik zeytinyağlarının kemometrik karakterizasyonunda (PCA analizleri) TAG profilinden OOO/POO (yeşil ve siyah olum dönemini) karakterize etmiştir. Bunun yanında LOO, LLL/ECN 42, OLL, PLO/OOO, ECN 46, SLO + POO Memecik yağlarının ayırımından sorumlu bulunduğunu da tespit etmişlerdir. Milas ve Bodrum yörelerinde üç fazlı kontinü sistem yardımıyla üretilmiş ve bu çalışmada yağ asidi profili ortaya çıkarılmış Memecik çeşidi yağ örneklerine ait çoklu veri analizlerinin değerlendirilmesinde da benzer bulguların olduğu görülmektedir.

5.8.3 Milas ve Bodrum Lokasyonları Örnekleri İçin Sterol Komponentlerine Göre Kemometrik Değerlendirme

Sterol komponentleri ve ilgili parametreleri arasında oluşan korelasyonlara göre (Çizelge 5.3); Milas ve Bodrum yöresindeki lokasyonlarda üç fazlı kontinü sistem ile Memecik çeşidinden

Üretilmiş natürel zeytinyağı örneklerinin kemometrik olarak kolay bir şekilde sınıflandırılıp karakterize edilmesi için PCA sonuçlarına dayalı olarak yapılan biplot grafiği şekil 5.3'de verilmiştir.

Sterol komponentlerine göre lokasyonlar (Milas ve Bodrum) kendi aralarında oldukça iyi bir ayırım (discrimination) göstermiştir (şekil 5.3). Bipilot grafiğinden de görüleceği üzere Milas ve Bodrum yöresine ait lokasyonlar 1.grup: M3, M5, M2, M6, M1, B6, M4 (Grafik alt sağ) ve 2. grup B1, B2, B3, B4, B5, (Grafik st sol) olmak üzere iki ana grupta sınıflanmıştır. Sterol bileşenleri verileri temelinde özellikle Bodrum lokasyonlarının çoğunlukla ayrı bir grup (yağ asitleri ve TAG profilinde de olduğu gibi sadece B6 rneği hariç) olarak kümelenmesi, uygulanan kemometrik ayırımın bu parametreler açısından da oldukça iyi olduğunu göstermektedir. Milas ve Bodrum rneklerinin sterol komponentleri bulguları temelinde, PCA analizi ile; birinci temel bileşen (PC1) toplam varyansın %50,50'sini, ikinci temel bileşen (PC2) ise toplam varyansın %23'n açıklamıştır. Gerçekleştirilen temel bileşen analizi (PCA) her iki lokasyon için toplam varyansın %73,50'sini açıklamıştır (şekil 5.3).

Sterol bileşenlerine ve ilgili parametrelerine göre biplot (şekil 5.3) grafiği incelendiğinde, lokasyonlarının karakterizasyonunda B1 örneğinin tanımlanmasında STGMS bileşeni rol oynamıştır. M3 ve M5 rneklerinin karakterizasyonunda ED+UV ve BSTS parametreleri etkin iken, M2 ve M6 lokasyonu için ise CMPS parametresi yer almıştır. M1 lokasyonunun ayırımında T-BSTS rol oynamıştır. B6 rneği CLS ile karakterize olur iken, D5-AVS bileşeni M4 lokasyonunu sınıflandırmıştır. İkinci grubu teşkil eden B2 ve B3 lokasyonlarının karakterizasyonunda T-STs rol oynar iken; B4 ve B5 örneklerine ait yağların ayırımında D7-STG ayırıcı parametre olmuştur (şekil 5.3).

Çizelge 5.3 Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Sterol Komponentleri Profili Çoklu Veri Analizine İlişkin Pearson Korelasyon Katsayıları* (P>0.05) önemli

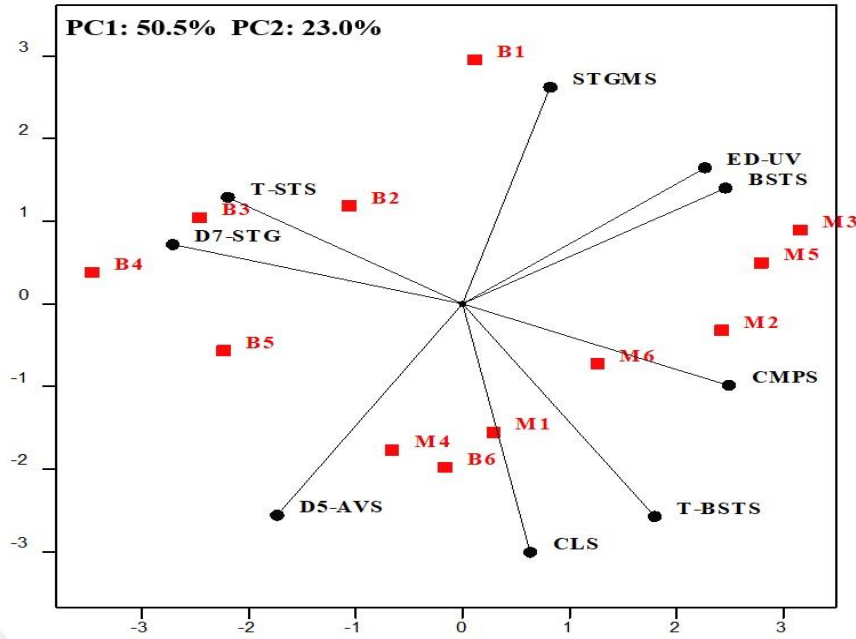
	CMPS	STGMS	CLS	BSTS	D5-AVS	D7-STG	ED+UV	T-BSTS	T-STs
CMPS	1,0000								
STGMS	0,0010	1,0000							
CLS	0,2690	-0,2692	1,0000						
BSTS	0,6633	0,2512	-0,0024	1,0000					
D5-AVS	-0,3945	-0,3495	0,0848	-0,8861	1,0000				
D7-STG	-0,9086	-0,2605	-0,3021	-0,7151	0,4233	1,0000			
ED+UV	0,5839	0,3828	-0,2082	0,7777	-0,6354	-0,6371	1,0000		
T-BSTS	0,6562	-0,3130	0,3559	0,3856	0,0595	-0,6593	0,3741	1,0000	
T-STs	-0,6336	-0,3828	-0,4387	-0,4272	0,1297	0,8364	-0,4519	-0,5880	1,0000

Çizelgedeki **Mavi renk** pozitif korelasyon katsayılarını ve **Kırmızı renk** negatif korelasyon katsayılarını göstermektedir.

Sterol ve ilgili parametrelerine ait tüm korelasyonlar Row –wise yöntemi ile belirlenmiştir

Açılım:

CMPS (kampesterol), STGMS (Stigmasterol), CLS (Klerosterol), BSTS (beta-sitosterol), D5 –AVS (Delta 5 – Avenasterol), D7 –STG (D7 – Stigma stenol), ED + UV (Erythrodiol + Uvaol), T –BSTS (Toplam Beta siteosterol), T- STS (Toplam Steroller).



Şekil 5.3 Milas ve Bodrum Lokasyonları Yağlarındaki Sterol Komponentleri Çoklu Veri (PCA) Analizine ait Biplot Grafiği.

Açılım: CMPS (kampesterol), STGMS (Stigmasterol), CLS (Klerosterol), BSTS (beta-sitosterol), D5 –AVS (Delta 5 – Avenasterol), D7 –STG (D7 – Stigma stenol), ED + UV (Erythrodiol + Uvaol), T –BSTS (Toplam Beta siteosterol), T- STS (Toplam Steroller).

Sterol komponentlerine göre değişkenler arasında hesaplanan Pearson Korelasyon Katsayıları Çizelge 5.3’de verilmiştir. Biplot grafiği de bu katsayılar temelinde oluşturulmuştur. Çizelge 5.3’de görüleceği üzere mavi renk pozitif korelasyon ve kırmızı renk negatif korelasyon katsayılarını göstermektedir. İlgili Çizelge 5.3’den görüleceği gibi, pozitif ve negatif olarak en yüksek değer olarak kabul edilen 0,5 – 0,99 arasındaki katsayılar renkli (mavi – kırmızı) olarak gösterilmiştir. Bunlar arasında dikkat çeken en önemli pozitif parametreler; BSTS – CMPS, ED+UV – BSTS, T-STG – D7-STG arasında tespit edilmiştir (Çizelge 5.3).

Milas ve Muğla lokasyonlarının sterol bileşen verileri arasında dikkat çeken en önemli negatif parametreler; D7-STG – CMPS, D7-STG – BSTS, T-STG – CMPS, ED+UV – BSTS, ED+UV – D5-AVS, ED+UV – D7-STG, T-BSTS – D7-STG, T-STG – CMPS, T-STG – T-BSTS arasında belirlenmiştir (Çizelge 5.3).

İlyasoğlu vd. (2010) Memecik çeşidinin sterol komponentlerine göre kemometrik(PCA ve LDA) sonuçlarına göre stigma sterol, toplam b-sitosterol ve toplam sterol değerlerinin güçlü değişkenler olarak çeşit ayırımında biyomarker parametreler olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Yorulmaz vd. (2014) yaptıkları kemometrik analizler (PCA) ile Memecik ve Ayvalık yağlarının tablonun her iki yayına ayrıldığı Memecik yağlarının negatif kesimde

kümelendiği görülmüş özellikle Delta-5-24-stigmastadienol, toplam B-Sitosterol ve campesterol yüksek korelasyon gösterdiği kaydedilmiştir.

Benzer bir durumun Milas ve Bodrum lokasyonuna ait natürel zeytin yağları için de söz konusu olabileceği bu çalışma bulgularına göre mümkündür.

5.9 Natürel Zeytinyağlarında Duyusal Analize İlişkin Sonuçlar

Natürel zeytinyağının duyusal analizi tüketim için yağın uygunluğu hakkında bilgi sağlayan en önemli analizdir (Mailer ve Beckingham 2006). Zeytinyağlarının natürel sızma zeytinyağı sınıfına girebilmesi için duyusal açıdan kusursuz olması gerekmektedir. Yağlar duyusal kusurların varlığına ve yoğunluğuna göre diğer kalitelerde sınıflandırılırlar (Kalua vd. 2007).

Milas ve Bodrum yöresine ait Memecik çeşidinden üç fazlı kontinü sistemi ile üretilmiş natürel zeytinyağı örneklerinin duyusal analiz testleri; Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK- Ankara) ile Uluslararası Zeytin Konseyi (Madrid – İspanya) tarafından akteedite edilmiş olan Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'ndeki (İzmir) 8- 10 kişilik bir Duyusal Panel Grubu ile gerçekleştirilmiştir. Uzman tadımcılardan oluşan bu panel, bir panel lideri tarafından yönetilmiştir. Duyusal değerlendirme özel bir tadım odasında, dış etkileri en aza indirmek için kontrollü şartlarda, uygun tadım bardakları kullanılarak, belli terimler ve pozitif ve negatif özellikleri içeren profil kağıtları (Şekil 3.6) kullanılarak kayıt altına alınmıştır. Resmi profil kağıdı (COI/T.20/Doc. No 15/Rev.5), üstteki bölümde kusurların alttaki bölümde ise en önemli üç pozitif duyusal özelliğin (meyvemsilik, acılık, yakıcılık), yoğunluklarının değerlendirileceği şekilde düzenlenmiştir. Tadımcı panelistler yağ örneğinde tespit ettikleri pozitif ve negatif özelliklerin yoğunluklarını 10 cm' lik skalada değerlendirmişlerdir. Tadım oturumları veya panel bittikten sonra en fazla derecede algılanan kusurun ve meyvemsilik özelliğinin medyanları hesaplanmış (Büyükgök 2015, Büyükgök ve Köseoğlu 2017) ve bu iki parametreye göre Milas ve Bodrum lokasyonlarından zeytinyağları farklı kalite kategorilerinde sınıflandırılmıştır. Milas ve Bodrum İlçelerinden aldığımız natürel zeytinyağ örneklerine ait ortalama duyusal panel test sonuçları Çizelge 4.8 Milas lokasyonlarına ait örneklerde, Çizelge 4.9 ise Bodrum lokasyonlarına ait örneklerde belirtilmiştir.

Duyusal test veya panel sonuçlarına göre Milas ilçesine ait natürel zeytinyağı örnekleri incelendiğinde duyuşal test sonuçları Şekil 4.8’de belirtilmiş olup; sadece M5 (Kızılcaııkık) örneğinde olumsuz özelliklerden kızışma- çamurlu tortu algılanmıştır. Duyusal test sonucunda olumlu özelliklerinin değışim puanları meıvemsilik 2,6/Olgun (M3-Kırcağız) – 3,9/Yeşil (M2- Menteş), acılık 1,6 (M5-Kızılcaııkık) – 2,8 (M6-Yusufça) ve keskin-yakıcılık 1,9 (M4-Avşar) – 4,2 (M2-Menteş) olarak gözlenmiştir. Meıvemsilik özelliğı açısından Milas yağlarının iki tanesi (M1-Şenköy ve M2-Menteş) yeşil, diğeri olgun kategoridedir. Şekil 4.1’ de Milas İlçesi natürel zeytinyağlarına ait duyuşal test bulgularının örümcek tip grafiğinde bir gösterimi verilmiştir.

Duyusal test sonuçlarına göre Bodrum ilçesine ait örneklerde olumsuz duyuşal özellikler olarak; B3 (İslamhaneleri) örneğinde kızışma- çamurlu tortu, B6 (Kızılağaç) örneğinde küflü-rutubetli-topraksı ve eskimiş bayat kusurları belirlenmiştir. Bodrum örneklerine ait olumlu özelliklerden meıvemsilik 1,8/Olgun (B3-İslamhaneleri) – 2,8/Olgun (B5-Çilekköy) arasında, acılık 1,00 (B3 İslamhaneleri) – 2,5 (B2- Yakaköy), keskin -yakıcılık 1,00 (B3-İslamhaneleri)- 2,8 (B4-Yalıkavak) olarak bulunmuştur. Meıvemsilik özelliğı açısından Bodrum yağlarının tamamının olgun kategoride olduğı görölmüştür. Şekil 4.2’ de Bodrum İlçesi natürel zeytinyağlarına ait duyuşal test bulgularının örümcek grafiğinde gösterimi verilmiştir.

Çizelge 4.8 ve Resim 4.1’den göröleceğı üzere Milas lokasyonlarına ait natürel zeytinyağlarının olumlu özellik (meıvemsilik, acılık ve keskin-yakıcılık) puan değışimleri Bodrum örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. Milas lokasyonları meıvemsilik / keskin yakıcılık açısından orta düzeyde olumlu puan almıştır. Acılık puanları biraz düşük bulunmuştur. Bodrum lokasyonları tüm olumlu özellikler bakımından düşük düzeyde bulunmuştur. Memecik çeşidinden üretilen yağları kapsayan coğrafi işaret belgelerinde tarihsel sıra ile ortak olarak belirtilen duyuşal nitelikler: kuvvetli meyve kokulu yağ ve erken hasatla birlikte bu yoğun meyve tadı, acılığı hissedilen ürün (İnt.Kyn.6), orta değerde meıvemsi aromaya sahip ve yakıcı olmayan bir yağ, ağızda ve genizde çok hafif bir yanma ve acılık hissi (İnt.Kyn.7), meyve kokusunun yoğun hissedildiğı, acılığı ve yakıcılığı belirgin bir yağ (İnt.Kyn.8) ve yüksek fenolik madde içeriğine sahip bir yağ ile yeşil, elma ve biçilmiş çimen kokusu, acı, badem, yeşil ve elma içermeli (İnt.Kyn.10) ifade edilmiştir. Bu açıdan Milas ve Bodrum yöresi yağ örneklerinin genel olarak coğrafi işaret belgelerinde (özellikle İnt.Kyn.7, İnt.Kyn.10) istenilen duyuşal özelliklere sahip olduğı ifade edilebilir.

Milas örneklerinin sadece bir adedinde duyuşal kusur (kızışma –çamur özelliğı, dip zeytin karışması) görölmüş olup, Bodrum örneklerinin ise iki adedinde kusurlu (küflü-rutubetli-topraksı özellik, dip zeytin karışması ve ekşimiş bayat, uzun süreli bekletme) örnek tespit edilmiştir.

Zeytinyağı elde edildiğı zeytin çeşidinin özelliklerini içinde barındıran meyvemsi bir aromaya sahip olmalıdır (Kiritsakis 1998, Vossen 2007, Büyükgök ve Köseoğlu 2017). Zeytinin meyve olgunluğu ve zeytin çeşidi yağda uçucu bileşiklerin oluşumunu etkileyen ve zeytinyağı kalitesini belirleyen önemli faktörlerdir. (Kalua vd. 2007). Son yıllarda, monokültür olarak tanımlanan tek bir çeşitten zeytinyağının elde edilmesi yaygınlaşmıştır, çünkü duyuşal özellikler zeytinin çeşidinden oldukça etkilenir (Kayahan ve Tekin 2009).

Köseoğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada, klasik ve modern sistemler ile elde edilmiş Memecik çeşidi natürel zeytinyağlarında ekstraksiyon sistemleri ve hasat yılının yağların duyuşal nitelikleri üzerine önemli düzeyde etkili olduğı panel testleri ile ortaya konulmuştur. Bu çalışmada yoğun duyuşal kusurlar (ransit/küf ve şarap – sirke / ransit) tespit edilmiştir. Araştırmacının yağ örneklerinin biri hariç (Natürel Sızma) sistemler ve hasat yılı bakımından duyuşal temelde farklı kategorilerde değerlendirilmiştir. Örneklerin çoğunluğu Natürel I. ve Natürel II. sınıfı içinde yer almıştır.

Köseoğlu (2013) iki hasat yılı için Memecik yağlarında depolama öncesi duyuşal analiz sonuçları değişimini; acılık şiddeti değişimi sırası ile (2,4- 3,1 ve 2,2- 2,8); meyvemsilik şiddeti değişimi (3,5 – 4,0 ve 2,8 – 3,5), yakıcılık şiddeti (2,4 – 4,1) olarak vermiştir. Buna göre, Memecik çeşidinde ikinci hasat döneminde acılık şiddetinin birinci hasat dönemine göre azaldığı belirlenmiştir. Yapılan duyuşal değerlendirmelere göre yağlar, olumsuz özelliklerden oksit (ransit, eskimiş, bayat) tat ile olumlu özelliklerden meyvemsi, acılık ve yakıcılık özellikleri ile karakterize edilmiştir. Memecik zeytin çeşidinden elde edilen yağların Ayvalık çeşidine göre acılık ve yakıcılığının daha şiddetli algılandığı tespit edilmiş olup acılık ve yakıcılık şiddetinin Memecik zeytin çeşidi yağının karakterize edilmesinde kullanılabileceğı söylenebilir. Memecik çeşidinin Ayvalık zeytin çeşidi yağından acılık ve yakıcılık bakımından daha üstün olmasının nedeni olarak fenolik bileşik bakımından daha zengin olması ile açıklanabilir (Köseoğlu 2013).

Büyükgök (2015) Memecik çeşidine ait duyuşal panel verilerinin özellikle de farklı hasat dönemlerinden büyük ölçüde etkilendiğini (yakıcılık ve acılık şiddeti orta hasat dönemi) ve farklı olgunluk dönemlerinde zeytin çeşitlerinin sahip oldukları toplam fenol miktarlarıyla acılık ve yakıcılık şiddetleri arasında bir uyumun söz konusu olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca araştırmacı, Memecik çeşidine ait örnekler için panelistlerin hasat dönemlerine göre, meyvemsilik şiddetlerinde farklı puanlar kaydettiklerini ve farklı aromalar/lezzetler (çiçek ve acı badem) algıladıklarını da belirtmiştir. Bu çalışma bulgularına göre; Memecik çeşidi iklim şartlarından en çok etkilenen zeytin çeşidi olmuştur. Genelde meyvemsilik özelliğinin en yoğun, acılık ve yakıcılık özelliklerinin ise Kilis Yağlık çeşidinden sonra en yoğun hissedildiği çeşidin yağı Memecik olmuştur. Gerek yağ verimi gerekse diğer kalite özellikleri açısından, Memecik çeşidinin en ideal hasat zamanının orta hasat ya da olgun hasat dönemi olması gerektiği düşünülmektedir (Büyükgök 2015).

Sarı (2021) hasat yılının ve yetiştirme yöresinin Memecik çeşidi yağların duyuşal olumlu özellikleri üzerine etkili olduğunu tespit etmiştir. Her iki hasat yılı için olumlu duyuşal test özellikleri (acılık: 2,5- 5; meyvemsilik: 1,9 – 5,1; yakıcılık: 4,3 – 5,4) tespit edilmiş olup, sadece birinci hasat yılına ait Fethiye örneğinde negatif özelliklerinin de olduğunu kaydedilmiştir. Araştırmacı, İkinci hasat yılı örneklerinin hiçbirinde negatif özelliklerinin de olmadığını ifade etmiştir Selçuk ilçesi zeytinyağı örneğinin pozitif özellikler (meyvemsilik ve yakıcılık) bakımından en yoğun olarak bulunduğu, acılık değerlerinin ise Söke ilçesi zeytinyağı örneğinde bulunduğu belirtilmiştir (Sarı 2021).

Araştırma örneklerine ait Meyvemsilik puanları (Köseoğlu 2013), Büyükgök (2015) bulgularından düşük, Acılık puanları her iki lokasyon için benzer ve uyumlu, Keskin – yakıcılık puanları ise Bodrum örnekleri için düşük Milas lokasyonu bulguları Köseoğlu (2015), Büyükgök (2015) ile benzer uyumlu bulunmuştur. Sarı (2021) Memecik çeşidi yağ örneklerindeki olumlu duyuşal puan değişiminin çalışma bulgularımızdan genel olarak yüksek olduğu görülmüştür.

Milas ve Bodrum örneklerinin natürel sızma kategorisindeki örneklerden sadece iki örnek (M2 ve M6) TKG (2017) tüm kalite normlarına göre Natürel sızma (2/12-%16) sınıfına girmektedir (Çizelge 4.1). Bu oran çok düşüktür. Bu örneklerin TFM miktar değişimi yüksek (239 – 494,10 mg CAE/kg) olmuştur. Milas- Bodrum grubuna ait 4 örnek (M1, M3, M4, M5, B6) tüm kalite normlarına göre Natürel Birinci (5/12-%41,66) sınıfına dahil olmuştur. Bu

örneklerin TFM miktar değişimi (152,16 – 269,23 mg CAE/kg) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). SYA ve Geriye kalan 5 (5/12-%41,66) örnek (B1, B2, B3, B4, B5) ham/rafinajlık zeytinyağı kategorisine dahil olmaktadır. Ham zeytinyağlarındaki TFM değişimi (79,04 – 216,82 mg CAE/kg) olmuştur (Çizelge 4.2). Genel olarak analitik (fizikokimyasal ve kromatografik) ve teknolojik kalite özellikleri tam olan; ancak duyusal yönden kusurlu yağlara rastlamak her zaman mümkündür (Öztürk vd. 2009).

Literatür bulguları Köseoğlu (2006) ve (2013), Büyükgök (2015), Sarı (2021) ile Milas ve Bodrum örneklerinin duyusal test sonuçlarının genel olarak benzer değişimde olduğu görülmüştür. Duyusal bulgular üzerine zeytin çeşidi (Köseoğlu 2013, Büyükgök 2015), hasat zamanı (Anonim 2005, Mutlu ve Keçeli 2018), hasat yılı (Köseoğlu 2006 ve 2013, Büyükgök 2015, Büyükgök ve Köseoğlu 2017, Sarı 2021), lokasyon (Sarı 2021), dip –dal zeytin ayırımı ve bekletme (Köseoğlu 2006, Kalua vd. 2007, Kayhan ve Tekin 2009, Büyükgök 2015, Büyükgök ve Köseoğlu 2017), yağ ekstraksiyon sistemindeki farklılıklar (Köseoğlu 2006, Büyükgök ve Köseoğlu 2017, Mutlu ve Keçeli 2018), yağların TFM ve bileşimleri (Köseoğlu 2006 ve 2013, Büyükgök 2015, Büyükgök ve Köseoğlu 2017), yağların depolama şartları (Büyükgök ve Köseoğlu 2017) etkili olmaktadır.

5.10 SONUÇ

Bu çalışma Ege Bölgesi'nin Muğla ilinin Milas (n=6) ve Bodrum (n=6) ilçelerinin farklı lokasyonlarında hakim zeytin çeşidi olan Memecik çeşidinden üç fazlı kontinü sistem ile üretilmiş ticari nitelikli yağ örneklerinde (N=12) gerçekleştirilmiştir. Ticari nitelikli yağ örnekleri üzerinde yapılması zorunlu resmi kalite analizleri (SYA, PS, UV Özgül absorbans değerleri ve duyu panel testi) ile kromatografik yöntemler içeren saflık kriterleri (Yağ asidi ve TAG profili, sterol bileşenleri) ve diğer kimyasal esaslı analitik testler (klorofil, karotenoid ve toplam fenolik madde miktarları, AA DPPH, alfa – tokoferol ve Oksidatif stabilite [ransimat yöntemi] uygulanmıştır.

Antik Karya Uygarlığının önemli tarihi yerleşim bölgeleri olan Milas ve Bodrum (Muğla) ilçelerinde, antik dönemden beri zeytincilik ve zeytinyağı üretimi yapılmaktadır. Milas zeytinyağı kendi adıyla, ulusal (TPE Coğrafi İşaret) ve uluslararası (AB Coğrafi İşaret – şimdilik AB nezdinde tanınan ilk ve tek Türk zeytinyağı) tanınırlığı olan bir tarımsal sanayi ürünüdür. Yörede tarih ve kültür bakımından UNESCO Dünya Mirasına sahip olan (ve aday gösterilen birçok) eser (ler) bulunmaktadır. Yöre kültür /gastronomi turizmi açısından büyük bir potansiyele de sahiptir. UNESCO tarafından insanlığın soyut bir kültür mirası olarak kabul edilen ve günlük tüketimindeki en önemli bitkisel yağ kaynağı zeytinyağını içeren Akdeniz Diyeti de dikkate alındığında; üzerinde çalışma yapılan Milas ve Bodrum doğal zeytinyağları tarih, kültür, turizm ve gastronomi yönlerinden de önem arz etmektedir.

Natürel zeytinyağlarının ticari anlamda sınıflandırılıp fiyat değerlendirilmesi açısından önem taşıyan SYA miktarı açısından; Milas ve Bodrum yöresi Memecik çeşidi yağ örnekleri; TKG Zeytinyağı ve Pirina Yağına ilişkin SYA miktarına dair verilen en çok %0,8 oleik asit resmi normunun oldukça üstünde bulunmuştur. Milas lokasyonlarına ait Memecik çeşidi yağ örneklerinin SYA değişimi Bodrum lokasyonlarındaki örneklere göre daha düşük bulunmuştur. Milas örneklerinin yarısında (3 adedi doğal sızma ve 3 adedi doğal birinci) ve Bodrum örneklerinin hemen hemen tamamında (1 adet doğal birinci ve 5 adet – % 2 oleik asit sınırını aştığı için – Ham Zeytinyağı/Rafinajlık zeytinyağı sınıfı) SYA miktarının TKG en çok sınır değerinden yüksek olması bunların ticari değerini oldukça düşürmektedir. Bu durum – özellikle coğrafi işaret sahip – ticari nitelikteki ve tüketici için önem taşıyan doğal zeytinyağının kalitesinin korunması ve sürekliliğinin sağlanması açısından önemlidir. Bu hususta zeytin çiftçisinin hasat kurallarına uyması (dip-dal zeytin ayırımı, taşımada delikli

plastik kasa kullanımı, fabrikaya hızlı taşıma, hasat esnasındaki klimatolojik şartların kontrolü) ve fabrika için ise hijyenik üretim şartlarına (hızlı sıkım, yıkama- yıkama suyunun değiştirilmesi) uyulması gereklidir. Tarım İlçe birimleri ile zeytinyağı üretici birlikleri ile coğrafi işaret kontrol eden resmi birimlerin bu hususta koordineli çalışması gereklidir. Milas yağlarının SYA değerlerinin Bodrum'unakilere göre düşük düzeyde tespit edilmesi, söz konusu yöreye mahsus ulusal ve uluslararası bir coğrafi işaret belgesine bağlı olarak yöre üreticilerindeki kısmi duyarlılığın bir göstergesi olarak kabul etmek mümkündür. Araştırma örneklerinin tamamının PS değerlerinin (maksimum 20 meq O₂/kg) değerinin oldukça altında olması nedeniyle) ilgili resmi normlar ile uyum (natürel sızma zeytinyağı kategorisi) içinde olduğu belirlenmiştir. Milas ve Bodrum lokasyonlarının tamamının UV_{232nm}' de Özgül Absorbans değerleri resmi normlar ile uyumlu olup, UV_{270nm}' de Özgül Absorbans değerlerinin iki örnek hariç (Milas grubu ham zeytinyağı) diğer tüm örnekler ilgili kodeks normları ile uyumlu bulunmuştur.

Natürel zeytinyağının insan sağlığı üzerine olumlu (anti karsinojen, serbest radikal azaltıcı ve antimikrobiyal) etkileri olduğu bilinen zengin antioksidan niteliklere (yüksek miktardaki toplam fenolik maddeler, Mg içeren pro-oksidan pigmentler [klorofil ve karotenoid maddeler], alfa-tokoferol (E vitamini) sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bileşenler beslenme fizyolojisi açısından önem taşıdığı gibi natürel zeytinyağının oksidasyona karşı dayanıklılığının da bir göstergesidir. Milas ve Bodrum lokasyonlarında üretilen natürel zeytinyağı örneklerinin oksidasyon stabilitelerinin de dikkate değer seviyede yüksek olduğu DPPH ve ransimat testleri ile anlaşılmıştır.

Natürel zeytinyağı için Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğinde yapılması zorunlu analizlerden olan saflık kriterleri (yağ asidi profili ve triaçil gliserol bileşenleri ile sterol kompozisyonu) değerlerinin ilgili kodeks normları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Milas ve Bodrum lokasyonlarında Memecik zeytin çeşidinden üretilen yağların GC- kapiler kolon yöntemi ile yapılan yağ asidi profiline göre; beslenme fizyolojisi (kalp-damar sağlığı açısından sahip olduğu olumlu etki) ve oksidatif stabilite açısından önem taşıyan yüksek düzeyde (omega 9) oleik asit ile MUFA miktarı, düşük seviyede linoleik (omega 6) ve linolenik (omega 3) asitler ile PUFA ve dengeli palmitik asit ile SFA içerdiği tespit edilmiştir. Yağ asidi profiline göre yağ örnekleri birinci tip (Kuzey Akdeniz grubu) yağlara dahil olmuştur. HPLC ile yapılan Triaçil Gliserol (TAG) analizi ile Milas ve Bodrum yöresi yağ örneklerinin major TAG'lar olarak OOO, POO, LOO, PLO ve SOO olduğu belirlenmiştir.

Zeytinyağın gliseridik yapısı üzerine tespit edilen bu özelliklerin tamamı bu ürün için karakteristik olup; gerçekleştirilen kromatografik analizler ile Milas- Bodrum yöresi Memecik çeşidi ticari yağların bu niteliklerinin sayısal değerler olarak ortaya konulması açısından özgün kabul edilebilir.

Milas ve Bodrum yöresinde yetiştirilen Memecik çeşidine ait yağların insan sağlığı ve beslenmesinde önem arz eden zengin bir fitosterol kompozisyonuna sahip olduğu yapılan GC-Kapiler kolon yöntemiyle tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen analize göre, yağ örneklerinin sterol kompozisyonunun delta 7 –stigmastenol bileşeni hariç, tüm verilerinin TGK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği normları ile uyum içinde olduğu belirlenmiştir. Major sterol bileşeleri olarak; beta-sterol, kampesterol, delta-5 avenasterol, klerosterol, stigmsterol ve erythodiol + uvaol olduğu görülmüştür. Yalnız Bodrum yöresi (bir adet Milas örneği ile birlikte) örneklerinde delta 7- kampesterol tespit edilmiş iken, yağ örneklerinin hiçbirinde brassikasterol bulunmamıştır.

Kromatografik verilere dayalı olarak Milas ve Bodrum yöresi zeytinyağlarına ait saflık kriterlerine (Yağ asidi ve TAG profili ile sterol kompozisyonu) göre gerçekleştirilen çoklu veri (kemometrik, Temel Bileşen [PCA]) analizleri ile Memecik çeşidi yağ örneklerinin başarılı bir coğrafi bir karakterizasyonu ve sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Analitik olarak sağlanan saflık kriterlerinin, güncel bir konu olan natürel zeytin yağlarının coğrafi karakterizasyon ve sınıflandırma/ayırımında adına doğru kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Ulusal ve uluslararası düzeyde akredite bir tadım paneli ile Milas ve Bodrum lokasyonlarında Memecik çeşidi zeytinden üç fazlı kontinü sistem ile üretilmiş natürel zeytinyağlarının duyusal özellikleri incelenmiştir. Panel testleri ile söz konusu yağ örneklerinin duyusal profiline göre Milas grubunun olumlu özelliklerinin (Meyvemsilik, Acılık ve Keskin-Yakıcılık) Bodrum lokasyonlarından daha yüksek puanlara sahip olduğu görülmüştür. Üç örnekte (1 Milas ve 2 Bodrum) olumsuz (küflü- rutubet, kızışma – çamurlu tortu ve eski-bayat) bulgular belirlenmiştir. Duyusal bulgular Memecik çeşidi için ifade edilen karakteristik lezzet profilini işaret etmiştir.

Yapılan bu çalışma ile, Güney Ege Bölgesi'nin (İzmir'in güney ilçeleri, Aydın, Muğla illeri ve Antalya'nın bazı ilçeleri) hakim zeytin çeşidi Memecik'ten oldukça dar bir yörede (Milas

ve Bodrum) üretilmiş yağların fizikokimyasal özellikleri incelenmiş ve saflık kriterlerine göre kemometrik yöntemler ile başarılı bir şekilde coğrafi karakterizasyon ve sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışma ile, sınırlı düzeyde bilgi içeren Memecik çeşidi yağlarının yöre ve adına doğru karakterizasyonu için dikkate değer bir seviyede bilimsel katkı yapıldığı düşünülmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Ala E C, 2022, Farklı Yükseklik ve Hasat Dönemlerinin Zeytinyağı Kalitesi Üzerine Etkileri, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 70s, Aydın.
- Aguilera P M, Beltran G, Ortega D, Fernandez A, Jimenez A and Uceda M, 2005, Characterisation of Virgin Olive Oil of Italian Olive Cultivars, Frantoio and Leccino, Grown in Andalusia, Food Chemistry, 9, 387-391.
- Angerosa F, Servili M, Selvaggini R, Taticchi A, Esposto S and Montedoro G F 2004, Volatile Compounds in Virgin Olive Oil, Occurrence and Their Relationship With the Quality, Journal of Chromatography A, 1054, 17–31.
- Anonim, 1987, IUPAC International Union Pure and Applied Chemistry Standard Methods for The Analysis of Oils, Fats and Derivates, Edited by C, Paquat and A Hautfenne 7th edn, Blackwell Scientific Publications Limited Şirket, Oxford, London, Edinburg.
- Anonim, 2014 a, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, Tebliğ no:2014/53 Sayı:2181 Ek – 2 Serbest Yağ Asitliği Tayini.
- Anonim, 2014 b, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, Tebliğ no:2014/53 Sayı:2181 Ek – 3 Peroksit Değeri Tayini.
- Anonim, 2014 c, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, Tebliğ no:2014/53 Sayı:2181 Ek–8 Ultraviyole Işığında Özgül Soğurma Tayini.
- Anonim, 2014 d, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, Tebliğ no:2014/53 Sayı:2181 Ek–9A Yağ Asitlerinin Metil Esterlerinin Gaz Kromatografisi ile Tayini, Ek– 9B Yağ Asitlerinin Metil Esterlerinin Hazırlanması.
- Anonim, 2014 e, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma Ve Analiz Metotları Tebliği, Tebliğ no:2014/53 Sayı:2181 Ek– 14 Gerçek ve Teorik ECN 42 Triglicerid İçeriği Arasındaki Maksimum Farkın Tayini.

- Anonim, 2014 g, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, Tebliğ no:2014/53 Sayı:2181 Ek– 11 Natürel Zeytinyağlarına Ait Duyusal Özelliklerin Tespiti.
- Anonim, 2005, Olivenöl, Erntezeitpunkt Entscheidet Über Geschmack, PresseMitteilung, TÜV SÜD, 21 November, 3p, München.
- Anonim, 2017, Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, Tebliğ No: 2017/26 Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazete, 17 Eylül 2017 Pazar, Sayı: 30183, Ankara.
- Aparicio R, & García-González D L, 2013, Olive Oil Characterization and Traceability, Handbook of Olive Oil, 431-478.
- Aparicio R, Roda L, Albi M A and Gutierrez F, 1999, Effect of Various Compounds on Virgin Olive Oil Stability Measured by Rancimat, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47, 4150– 4155.
- Aparicio R, Luna G, 2002, Characterisation of Monovarietal Virgin Olive Oils, Eur J Lipid Science Technology, 104, 614–627.
- Bendini A, Cerretani L, Carrasco-Pancorbo, Gomez A M, Segura- Carretero A, Fernandez-Gutierrez A and Lercker G, 2007, Phenolic Molecules in Virgin Olive Oils, a Survey of Their Sensory Properties, Health Effects, Antioxidant Activity and Analytical Methods, An Overview of the Last Decade Molecules ,12, 1679-1719.
- Boskou D, 1996, Olive Oil Chemistry and Technology, AOCS Press Champaign, Illinois.
- Boskou D, 2002, Olive Oil in, Vegetable oils in Food Technology, Composition, Properties and Uses Ed Frank D, Gunstone Sec, 9p, 244-277, AOCS press, USA.
- Boskou D, Tsimidou M and Blekas D, 2006, Olive Oil Chemistry and Technology, Boskou D Ed, AOCS Press, IL Champaign, 41-92p, USA.
- Boskou D, 2006, Olive Oil Composition in Olive Oil Chemistry and Technology, AOCS Press, Champaign, IL, USA.

- Büyükgök E, 2015, Zeytinlerin Hasat Zamanının ve Olgunlaşma İndeksinin Yağ Verimi ile Yağın Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Canözer Ö, 1991, Standard Zeytin Çeşitleri Kataloğu, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, No 334, Seri 16.
- Cert A, Alba J, Leon-Camacho M, Moreda W, Carmen Perez-Camino M, 1996, Effects Of Talc Addition and Operating Mode On The Quality and Oxidative Stability Of Virgin Olive Oil Sobtained By Centrifugation. Journal of Food and Agricultural Chemistry, 44, 3930-3934.
- Chu Y H, Kung Y L, 1998, A Study On Vegetable Oil Blends, Food Chemistry, 62, 191-195.
- Ciğirim N, 2000, Akdeniz Diyeti, Zeytinyağı ve Sağlıklı Beslenme, I. Uluslararası Altınoluk, Antandros Zeytincilik Sempozyumu, Altınoluk Belediyesi, Sempozyum Kitabı, 36-44s, Atlantis İletişim Tasarım, 21-23 Nisan, Ankara.
- Çakar Ö, Durmuş E, Arslan H, 2011, Muğla Zeytin Üretiminde Milas İlçesi'nin yeri, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 21, 1-26.
- Dıraman H, H Saygı, 2006, Natürel Zeytinyağlarının Tanımlanmasında Kemometrik Teknikler Dünyada ve Ülkemizdeki Durum, Sözlü Bildiri, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Sempozyumu ve Sergisi Sempozyum Kitabı (Editörler: M.Gül, S.Umdu) sayfa 305-314, 15-17 Eylül, İzmir, 2006.
- Dıraman H, 2008, Türk Natürel Zeytinyağlarının Karakterizasyonu Üzerine Bazı Genel Bilgiler, Gıda Teknolojisi Dergisi,12, 83-87.
- Dıraman H, H Dibeklioglu, 2009, Characterization of Turkish Virgin Olive Oils Produced from Early Harvest Olives, Journal of American Oil Chemists Society, 86, 663–674.
- Dıraman H, Saygi H, Hisil Y, 2011, Classification of Three Turkish Olive Cultivars from Aegean Region Based on Their Fatty Acid Composition, European Food Research Technology, 233, 403–411.
- Dıraman H, Dibeklioglu H, 2014, Using Lipid Profiles for the Characterization of Turkish Monocultivar Olive Oils Produced By Different Systems Int J Food Properties, 17,

- Dıraman H, Köseoğlu O, 2017, Zeytinyağı Kimyası, 5. Bölüm, 297-316s, Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi, Editörler Erkan Susamcı, Semih Ötleş, Harun Dıraman, İzmir.
- Dıraman H, Veral Gürbüz M, 2017, Zeytinciliğin Tarihine Kısa Bir Giriş, 1. Bölüm, 1–13s, Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi, Editörler Erkan Susamcı, Semih Ötleş, Harun Dıraman, İzmir.
- Dıraman H, 2020, An Overview of Some Important Medieval Sources Related to Olive Growing in Terms of History of Agricultural Sciences, In F Başar M, Kaçar C, Kaya & A Z Furat, Eds, The 1st International Prof. Dr. Fuat Sezgin Symposium on History of Science in Islam Proceedings Book, 437-448p.
- Dıraman H, Ulaş M, 2021, Endülüs Agronomi Okulundan Ziraatçi Bir Hekim Abdurahman İbni Vafid'in Mecmû fîl-Filâha, Tradato de Agricultura, Eserinde Zeytin İşleme Teknolojisi, Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi, 66-75.
- Gorinstein S, Martin-Belloso O, Katrich E, Lojek A, Cız M, Gligelmo-Miguel N, Haruenkit, R, Park Y S, Jung S T and Traktenberg S, 2003, Comparison of the Contents of the Main Biochemical Compounds and the Antioxidant Activity of some Spanish Olive Oils as Determined by Four Different Radical Scavenging Tests, J Nutritional Biochemistry, 154-159.
- Gökçebağ M, Dıraman H, Özdemir D, 2013, Classification of Turkish Monocultivar (Ayvalık and Memecik cv) Virgin Olive Oils from North and South Zones of Aegean Region Based on their Triacylglycerol Profiles, Journal of American Oil Chemists Society, 90, 1661-1671.
- Gökkaya FB, Türkan Mutlu Keçeli T, 2018, Adana'nın Çukurova İlçesi'nde Üretilen Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri ve Duyusal Özellikleri ile Oksidasyon ve Termal Stabilitelerinin Araştırılması, Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2018, 61 – 70.
- Gutfinger T, 1981, Polyphenols in Olive Oils, Journal of The American Oil Chemists Society, 58, 966-968.
- Gutierrez-Rosales F, Rios JJ and Gomez-Rey MAL, 2003, Main Polyphenols in the Bitter Taste of Virgin Olive Oil, Structural Confirmation by Online High Performance Liquid Chromatography Electrospray Ionization Mass Spectrometry, J Agric, Food

- Chemistry, 51, 6021-6025.
- Harwood J L, Yaqoop P, 2002, Nutritional and Health Aspects of Olive Oil, Eur J Lipid Sci Technology, 104, 685 – 697.
- International Olive Council, 2006, Survey of The Analytical Characteristics of Edible Virgin Olive Oils by Producing Area of Producer Countries, COI / T14, Doc no: 21 -3 February 2003, Madrid.
- İlyasoglu H, Ozcelik B, Van Hoed V, Verhe R, 2010, Characterization of Aegean Olive Oils by Their Minor Compounds, J Am Oil Chemists Society, 627–636.
- İlyasoğlu H, Özçelik B, 2011, Memecik Zeytinyağlarının Biyokimyasal Karakterizasyonu, GIDA 36, 33-41.
- Kayahan M ve Tekin A, 2006, Zeytinyağı Üretim Teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Kitaplar Serisi 15, 198 s, Ankara.
- Kavas A, 2000, Sağlıklı Yaşam İçin Doğru Beslenme, Literatür Yayınları No 37, Literatür Yayıncılık Dağıtım, Pazarlama, Sanayi ve Tic. A.Ş. İstiklal Cad. No: 133, Kat 1-2, TR- 800071, Beyoğlu, İstanbul.
- Kıralan M, Bayrak A, Özkaya M T, 2009, Oxidation Stability of Virgin Olive Oils From Some Important Cultivars in East Mediterranean Area in Turkey, JAOCS, 86, 247-252.
- Kıralan M, Bayrak A, Özkaya M T, 2009, Oxidation Stability of Virgin Olive Oils From Some Important Cultivars In East Mediterranean Area in Turkey, JAm Oil Chemists Society, 86, 247-252.
- Kiritsakis A K, 1998, Olive Oil, From the Tree to the Table, Food & Nutrition Press, Incorporated Trumbull, Connecticut.
- Köseoğlu O, 2006, Zeytinden Yağ Elde Etme Sistemlerinin Zeytinyağının Kalitesi ile Acılığı Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Kimyası ABD, (Basılmamış) 103 sayfa, İzmir.
- Köseoğlu O, (2013), Ege Bölgesinde Yetiştirilen Başlıca Zeytin Çeşitlerinden (Ayvalık, Memecik) Elde Edilen Yağların Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etki Eden Bileşenlerin Zeytinyağlarının Raf Ömrüne Etkileri Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Köseoğlu O, Sevim D, Kadiroğlu P, 2016, Quality Characteristics and Antioxidant Properties of Turkish Monovarietal Olive Oils Regarding Stages of Olive Ripening, *Food Chemistry*, 212, 628–634.
- Köseoğlu O, 2017, Zeytinyağı Estraksiyon Sistemleri 5. Bölüm, 230-238s, Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Teknolojisi, Editörler Erkan Susamcı, Semih Ötleş, Harun Dıraman, İzmir.
- Laubli M W, Bruttel P A, 1986, Determination of The Oxidative Stability of Fats and Oils, Comparision Between the Active Oxygen Method, AOCS Cd 12b-92, and Rancimat Method, *Journal of Science Food and Agriculture*, 63, 792-795.
- Lavee S, 1998, Zeytinin Biyolojisi ve Fizyolojisi, Dünya Zeytin Ansiklopedisi, Uluslararası Zeytinyağı Konseyi, Barselona-İspanya, 30073, 479s.
- Lavelli V, 2002, Comparision of The Antioxidant Activities of Extra Virgin Olive Oils, *Journal of Food and Agricultural Chemistry*, 50, 7704-7708.
- Meastri D M, Labuckas D O, Meriles J M, Lamarque A L, Zygodlo J A, Guzman C A, 1998, Seed Composition of Soybeancultivars Evaluated in Different Enviromental Conditions, *Journal of Science Food and Agriculture*, 77, 494 –498.
- Minguez-Mosquera M I, Rejano L, Gandul B, Sanchez A H, Garrido J, 1991, Color-Pigment Correlation in Virgin Olive Oil, *Journal of The American Oil Chemists' Society*, 68, 332-336.
- Montedoro G F, Servili M, Baldioli M, & Miniati E, 1992, Simple and Hydrolyzable Phenolic Compounds in Virgin Olive Oil, 1. Their Extraction Separation and Quantitative and Semiquantitative Evaluation by HPLC, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 1571–157.
- Morello J, Romero M, Motilva M, 2004, Effect of the Maturation Process of the Olive Fruit on the Phenolic Fraction of Drupes and Oils from Arbequina, Farga and Morrut Cultivars, *J Agric, Food Chemistry*, 52, 6002–6009.
- Morello J, Motilva M, Tovar M and Paz-Romero M, 2004, Changes in Commercial Virgin Olive Oil, cv Arbequina, During Storage, with Special Emphasis on the Phenolic Fraction, *Food Chemistry* 85, 357-364.
- Ocakoğlu D, Tokatlı F, Özen B, Korel F, 2009, Distribution of Simple Phenols, Phenolic Acids and Flavanoids in Turkish Moonovarietal Extra Virgin Olive Oils for Two Harvest Years, *Food Chemistry*, 113, 401- 410.

- Ollivier D, Artaud J, Pinatel C, Durbec J P, Guerere M, 2006, Differentaiton of French Virgin Olive Oil RDO's by Sensory Charcteristics, Fatty Acid and Triacylglycerol Compositions and Chemometrics, Food Chemistry 97, 382 –393
- Ouni Y, Flamini G, Youssef N B, Guerfel M and Zarrouk M, 2011, Sterolic Composition and Triacylglycerols of Oueslati Virgin Olive Oil, Comparison Among Different Geographic Areas, International Journal of Food Science and Technology, 1747, 1754.
- Özilbey N, 2011, Zeytin Çeşitlerimiz, SİDAS Yayıncılık, Yayın No 010 1B, 192 sayfa, İzmir.
- Öztürk F, Yalçın M, Dıraman H, 2009, Türkiye Zeytinyağı Ekonomisine Genel Bir Bakış. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, GTED, 4, 35—51.
- Salvador M D, Aranda F, Fregapane G, 2001, Influence of Fruit Ripening on Cornicabra Virgin Olive Oil Quality, A Study of Four Successive Crop Seasons, Food Chemistry, 73, 45–53.
- Sarı İ, 2021, Güney Ege Bölgesi Memecik Zeytin Çeşidinde Meyve ve Yağ Özelliklerinin Karşılaştırılması, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi ,124s, Aydın.
- Sevim D, Tuncay Ö, Köseoğlu O, 2013, The Effect of Olive Leaf Addition on Antioxidant Content and Antioxidant Activity of Memecik Olive Oils at Two Maturity Stages, J Am Oil Chemists Society, 90, 1359–1369.
- Sevim D, Köseoğlu O, Çetin Ö, 2016, Bazı Önemli Zeytin Çeşitlerinden Elde Edilen Yağların Minör Bileşenlerinin ve Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi, Zeytin Bilimi 6, 1-7.
- Sönmez A, 2015, Farklı Olgunluk Derecelerindeki Organik Zeytin Çeşitlerinden Elde Edilen Yağların Minör Bileşenlerinin İncelenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Stefanoudaki E, Kotsifaki F, Koutsaftakis A, 1997, The Potential of HPLC Triglyceride for the Classification of Cretan Olive Oils, Food Chemistry, 60, 425–432.
- Tibet Ü, 2019, Türk Zeytinyağlarında Sterol kompozisyonunda Bazı Limit Dışı Parametreler İçin Karar Ağaçları Oluşturarak Özgünlüğün Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, 350 sayfa, İzmir.

- Türk G, Tacer Cabaz, Çakmak B, Özpınar H, 2016, Evaluation of Turkish Olive Oil Quality, Some Quality Characteristics and Turkish Food Codex, International Journal of Food Engineering Research, IJFER, 2, 1-17.
- Türkoğlu H, Kanık Z, Yakut A, Güneri A, Mehmet Akın M, 2012, Nizip ve Çevresinde Satışa Sunulan Zeytinyağı Örneklerinin Bazı Özellikleri, Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2012, 1-8.
- Uğurlu H A, 2011, Zeytin Olgunlaşma Derecesinin Zeytinyağının Fiziksel Kimyasal ve Antioksidan Özelliklerine Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Uğurlu Aşık H, Özkan G, 2011, Physical, Chemical and Antioxidant Properties of Olive Oil Extracted from Memecik Cultivar, Akademik Gıda 9, 13-18.
- Ulubeli B, 2019, Aydın'da Memecik Zeytin Çeşidinin Farklı Yüksekliklerde Fenolojik Pomolojik ve Bazı Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 71s, Aydın.
- Van Hoed V, Andelkovic M, Ollivier D, Pinatel C, Maestri E, Verhe R, 2006, Chemical Fingerprints to Confirm the Specific Geographic Origins of Extra – Virgin Olive Oils, In Practical Short Course on Olive Oils Current Market Trend, Processing and Quality Assurance, Arranged by AOCS in 13 August, 200, Hilton Convention and Exhibition Centre, İstanbul-Turkey.
- Visioli F, Gali C, 1998, Olive Oil Phenols and Their Potential Effects on Human Health J Agric Food Chemistry, 46, 4292 – 4296.
- Yorulmaz A, Yavuz H, Tekin A, 2014, Characterization of Turkish Olive Oils by Triacylglycerol Structures and Sterol Profiles, J Am Oil Chemists Society 91, 2077-2090.

İnternet Kaynakları

- 1- <http://www.milas.gov.tr/milas-zeytin-ve-zeytinyagi> (Milas Kaymakamlığı web sitesi) /, 07.06.2022
- 2- <https://www.milliyet.com.tr/yerel-haberler/mugla/unesconun-kitabinda-milas-tanitildi-12680876/>, 07.06.2022
- 3- Anadolu Ajansı <https://www.aa.com.tr/tr/dunya/turkiyenin-abde-tescilli-cografi-isareti-7ye-cikti/2211895/>, 07.06.2022
- 4- Unesco,2013. Mediterranean diet <https://ich.unesco.org/en/RL/mediterranean-diet-00884#diaporama/>, 07.06.2022
- 5- <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37927/>, 07.06.2022
- 6- <https://ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/79.pdf/>, 07.06.2022
- 7- <https://ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/af740226-8804-40c3-9eb0-714fbfcfcde.pdf> /, 07.06.2022
- 8- <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/128/>, 07.06.2022
- 9- <https://ci.turkpatent.gov.tr/Files/GeographicalSigns/9814ace7-fc51-45e6-b288-ae0fe2ed62cd.pdf> /, 07.06.2022
- 10- https://ci.turkpatent.gov.tr/uploads/files/Milas_Zeytinyagi.pdf/, 07.06.2022
- 11- <https://ci.turkpatent.gov.tr/sayfa/ab-taraf%C4%B1ndan-korunan-t%C3%BCrkiyenin-co%C4%9Frafı-i%C5%9Faretleri/>, 07.06.2022
- 12- <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2022/01/T.28Doc.-No-3Rev.-24-LISTPAN-21-22-rev-13012022.pdf>
- 13- (http://www.internationaloliveoil.org/downloads/orga6it_computerprogram.xls).

