

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
2022-YL-011

FARKLI YÜKSEKLİK VE HASAT DÖNEMLERİNİN
ZEYTİNYAĞI KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Elgin Can ALA
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Hüdai YILMAZ

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından ZRF-20025 proje numarası ile desteklenmiştir.

AYDIN-2022

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam süresince desteği ve hoşgörüsü ile her zaman yanımda olan danışman hocam Prof. Dr. Hüdai YILMAZ'a,

Beklenmedik zamanda aramızdan ayrılan, kendisinden aldığım yüksek lisans dersiyle doğaya ve bitkilere bakış açımı değiştiren merhum Prof. Dr. Faik Ekmel TEKİNTAŐ'a,

İstatiksel konularda bilgi ve tecrübesinden yararlandığım Dr. Öğ. Üyesi Mustafa ÇELİK'e,

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi akademik ve idari personeline, Aydın Ticaret Odası Borsa Laboratuvarına ve değerli çalışanlarına,

Çalışmamda kullandığım örnekleri topladığım bahçe sahipleri değerli zeytin üreticilerimiz Su Ürünleri Yüksek Mühendisi Bayram DAŐGIN ve Ziraat Yüksek Mühendisi Uluhan KORKUT'a,

Her zaman yanımda olduklarını bildiğim annem, babam ve kardeşlerime,

Canım eşim ve güzel kızıma teşekkürü bir borç bilirim...

Elgin Can ALA

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
RESİMLER DİZİNİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Zeytinin Türkiye’de ve Dünyada Üretimi ve Tüketimi.....	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Zeytinyağı Sınıflandırılması	7
2.2. Zeytinyağı Bileşimi	8
2.2.1. Yağ Asitleri	8
2.2.2. Tokoferoller	11
2.2.3. Pigmentler.....	14
2.2.4. Fenolik Bileşikler	15
2.2.5. Uçucu Bileşikler	20
2.3. Kültürel Faaliyetlerin Zeytinyağı Kalitesine Etkileri	23
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1. Zeytin Hasatı	27
3.2. Olgunluk İndeksi Hesaplanması.....	29

3.3. Zeytinyağı Elde Edilmesi	30
3.4. Kimyasal Analizler	31
3.4.1. Yağ Asitliği Analizi.....	31
3.4.2. Peroksit Değeri Tayini.....	32
3.4.3. Toplam Fenolik Madde Tayini	34
3.5. İstatistiki Değerlendirme	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	36
4.1 Meteorolojik Ölçümler	36
4.2. Kimyasal Analizler	36
4.2.1. Serbest Yağ Asitliği Analizi.....	36
4.2.3. Peroksit Sayısı	41
4.2.4. Toplam Fenolik Madde	45
5. SONUÇ.....	50
KAYNAKLAR.....	52
BİLİMSEL ETİK BEYANI.....	60
ÖZ GEÇMİŞ.....	61

KISALTMALAR DİZİNİ

Tük	: Türkiye İstatistik Kurumu
UZK	: Uluslararası Zeytin Konseyi
NYOOC	: New York Uluslararası Zeytinyağı Yarışması
Da	: Dekar
t	: Ton
AYTO	: Aydın Ticaret Odası
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Teşkilatı)
SFA	: Saturated Fatty Acids (Doymuş Yağ Asitleri)
MUFA(TDYA)	: Mono Unsaturated Fatty Acids (Tekli Doymamış Yağ Asitleri)
PUFA (ÇDYA)	: Poly Unsaturated Fatty Acids (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri)
HPLC	: High-Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
IOOC	: International Olive Oil Council (Uluslararası Zeytinyağı Konseyi)
UZK	: Uluslararası Zeytin Konseyi
LOX	: Lipoksijenaz İnhibitörleri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Zeytinyağında bulunan fenolik bileşikler (Tuck ve Hayball, 2002).	16
Şekil 2.2. Lipoxygenase (LOX) yolu (Benincase vd., 2003)	22



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Zeytin Bitkisinin Taksonomisi	2
Çizelge 1.2. Türkiye’de yağlık zeytin üretim alanı (da), (TÜİK).....	2
Çizelge 1.3. Türkiye’de sofralık zeytin üretim alanı (da) (TÜİK)	3
Çizelge 1.4. Türkiye’de toplam zeytin ağacı sayısı (Adet) (TÜİK)	3
Çizelge 1.5. Türkiye’de sofralık zeytin üretim miktarı (Ton) (TÜİK).....	3
Çizelge 1.6. Türkiye’de Zeytinyağı Üretimi (Ton) (TÜİK)	4
Çizelge 1.7. Dünya kişi başı zeytinyağı tüketimi (UZK, 2019).	4
Çizelge 1.8. Ülkelere Göre Yaygın Zeytin Çeşitlerinden Bazıları (Blatchly vd., 2017).	5
Çizelge 2.1. Gaz Kromatografisi İle Belirlenen Yağ Asitleri Kompozisyonu (Boskou vd. 2006).....	10
Çizelge 3.1. Rakım ve Olgunluk İndekslerine Göre Hasat Tarihleri.....	29
Çizelge 4.1. Muğla iline ait mevsim normalleri (Anonim, 2021)	36
Çizelge 4.2. Rakım ve Olgunluk İndekslerine göre Serbest Yağ Asitliği Özelliğinin değişimi(%)	37
Çizelge 4.3. Rakım ve Olgunluk İndekslerine göre Peroksit Sayısının değişimi (meqO ₂ /kg)	41
Çizelge 4.4. Rakım ve Olgunluk İndekslerine göre Toplam Fenolik Madde Özelliğinin değişimi (mg/kg).....	46

RESİMLER DİZİNİ

Resim 3.1. 40 metre (Zeytinalanı) ve 220 metre (Pınar) rakımlı mahallelerden zeytin hasadı yapılan yerler.	26
Resim 3.2. 520 metre rakımlı (Yeşilyurt) mahalleden zeytin hasadı yapılan yer.	26
Resim 3.3. 40 m rakımlı Zeytinalanı Mahallesi'nin yapılan elle hasata ilişkin fotoğraf.	27
Resim 3.4. Zeytin örneklerinde olgunluk indeksinin hesaplanmasında kullanılan renk skalası (Anonim, 2007).	30



ÖZET

FARKLI YÜKSEKLİK VE HASAT DÖNEMLERİNİN ZEYTİNYAĞI KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Elgin Can A. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bitkileri Programı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2022.

Muğla yöresinde farklı yüksekliklerden ve olgunluk indekslerinde hasat edilen Memecik çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının üç farklı kalite parametresi yönünden incelenmesi amacıyla bu tez yürütülmüştür. Örnekler, 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları mahallesinden, 220 m rakımlı Pınar Mahallesinden ve 520 m rakımlı Menteşe ilçesi Yeşilyurt mahallesinden üç farklı olgunluk indeksinde hasat edilmiş ve zeytinyağları elde edilmiştir. Zeytin meyvelerinin olgunluk indeksi hesaplandıktan sonra zeytinyağları elde edilmiştir. Elde edilen zeytinyağları analiz tarihine kadar (analiz laboratuvarına gönderilene kadar) -18 °C muhafaza edilmiştir. Serbest yağ asitliği, peroksit sayısı ve toplam biofenol miktarı yönünden analizler yapılmıştır.

Çalışmada, serbest yağ asitliği değerine olgunluk indeksinin ve rakımın istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. En düşük yağ asitliği değeri, 220 m rakım ve 0 olgunluk indeksli örneklerde bulunmuştur. En yüksek yağ asitliği değeri ise 40 m rakımlı ve 3 olgunluk indeksli örneklerde elde edilmiştir. Peroksit sayısı değerine olgunluk indeksinin ve rakımın istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. En düşük peroksit sayısı değeri 220 m rakımlı ve 0 olgunluk indeksli örneklerde bulunmuştur. En yüksek peroksit sayısı değeri, 520 m rakımlı ve 3 olgunluk indeksli örneklerde alınmıştır. Ortalama fenol miktarı değerine olgunluk indeksinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. En düşük fenolik madde miktarı 220 m rakımlı 0 olgunluk indeksli örneklerde bulunmuştur. En yüksek fenolik madde miktarı ise 220 m rakımlı 3 olgunluk indeksli örneklerden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Olea europaea* L. Olgunluk indeksi, Rakım, Zeytin, Zeytinyağı kalitesi.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF DIFFERENT ALTITUDE AND HARVEST PERIODS ON OLIVE OIL QUALITY

Elgin Can A. Aydın Adnan Menderes University, Institute of Science, Department of Horticulture Program, Master's Thesis, Aydın, 2022.

This thesis was carried out in order to examine the olive oils obtained from the Memecik variety olives harvested at different altitudes and maturity indices in Muğla region in terms of three different quality parameters. The samples were harvested at an altitude of 40 m from Zeytinalanı neighborhood of the Köyceğiz district of Muğla province, from Pınar District at an altitude of 220 m, and from Yeşilyurt neighborhood of Menteşe district at an altitude of 520 m, in three different maturity indexes and olive oils were obtained. After calculating the maturity index of olive fruits, olive oils were calculated. The olive oils obtained were stored at -18 °C until the date of analysis (until they were sent to the analysis laboratory). Analyses were made in terms of free fatty acidity, peroxide number and total biophenol content.

According to the results of the study, it was determined that the maturity index and altitude had a statistically significant effect on the free fatty acidity value. The lowest fatty acidity value was found in the samples with an altitude of 220 m and a maturity index of 0. The highest fatty acidity value was found in samples with an altitude of 40 m and a maturity index of 3. It was determined that the maturity index and altitude had a statistically significant effect on the peroxide number value. The lowest peroxide number value was found in samples with an altitude of 220 m and a maturity index of 0. The highest peroxide number value was found in samples with an altitude of 520 m and a maturity index of 3. It was determined that the maturity index to the average phenol amount value was statistically significant. The lowest amount of phenolic substance was found in samples with a maturity index of 0 at an altitude of 220 m. The highest amount of phenolic substance was found in samples with 3 maturity indexes at an altitude of 220 m.

KeyWords: Maturity Index, Olive oil Properties, Olive.

1. GİRİŞ

Antik Yunan, Roma, Yahudi, Hıristiyan ve İslam kültürlerinin hepsinde zeytin ağacına özel bir yer verilmiştir. Her birine ait yazıtlarda insanların hayatta kalma mücadelesinde besin, ısı ve ışık kaynağı olarak ne kadar büyük katkılar sunduğu uzun uzun anlatılmıştır (Blatchly vd., 2017).

Zeytin, Akdeniz bölgesine, Orta Asya'ya ve Afrika'nın çeşitli bölgelerine özgüdür. *Olea cinsi*, *Oleaceae* ailesine ve *Oleoideae* alt ailesine ($x = 23$) ait 30 tür içerir. Kültür bitkisi olan zeytin (*Olea europaea* L.) tropikal ve subtropikal türlerden elde edilen herdem yeşil bir ağaçtır. Akdeniz bölgesi bir zamanlar tropikal bölgenin içindeydi. Ancak Pleistosen dönemindeki kuraklık ve buzullar, buzullardan kaçınma kabiliyetine sahip bitkiler için doğal bir seleksiyon aracı oluşturdu. Buzullar muhtemelen ilk zeytin ağacı popülasyonunu azalttı ve yalnızca -5 ile 12 °C arasındaki sıcaklıklarda hayatta kalma kabiliyetine sahip bitkiler hayatta kaldı (Therios, 2008).

M.Ö. 4000 yılından bu yana yetiştiriciliğinin yapıldığı arkeolojik çalışmalarla kanıtlanan zeytin, tarihi gelişimi içerisinde çok sayıda efsaneye kaynak olmuş, eski uygarlıklara ait yazıt ve kutsal kitaplarda yer almıştır (Ertem, 1987; Hehn, 1998; Garibağaoğlu ve Baysal, 1998).

Zeytinin anavatanı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni de içine alan Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya'dır. (Heywood,1978) Zeytin buradan tüm dünyaya, ilki Mısır üzerinden Tunus ve Fas; ikincisi Anadolu boyunca Ege Adaları, Yunanistan, İtalya, İspanya ve üçüncüsü de İran üzerinden Pakistan, Çin olmak üzere başlıca 3 koldan yayılmıştır (Özkaya vd. 2008).

Zeytin ağacı, dünya üzerindeki beş kıtada, Kuzey ve Güney yarım küresinde özellikle Akdeniz iklimine sahip $30-45^{\circ}$ enlemler arasında yayılmıştır. Akdeniz bölgesinde bulunan İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Türkiye, Suriye, Fas ve Portekiz dünya zeytinyağı üretiminin %90'dan fazlasını sağlamaktadır (Öztürk vd., 2009).

Çizelge 1.1. Zeytin Bitkisinin Taksonomisi

Alem	Plante (Bitkiler)
Bölüm	Magnoliophyta (Kapalı Tohumlular)
Sınıf	Magnoliopsida (Çift Çenekliler)
Takım	Lamiales (Çok Yıllık, Hoş Kokulu, Hermafrodit Çiçekli Bitkiler)
Familiya	Oleaceae (Zeytingiller)
Cins	Olea
Tür	<i>Olea europaea L.</i>

1.1. Zeytinin Türkiye’de ve Dünyada Üretimi ve Tüketimi

Dünya’da Akdeniz havzası iklim özellikleri gösteren yaklaşık 40 ülkede, toplam 7.664.209 hektar alanda, 17.792.831 ton dane zeytin üretilmektedir. Zeytin ham olarak tüketilemediği için işlenmektedir. Bu nedenle üretici ülkelerin dane zeytin miktarları yağlık ve sofralık olarak değişim göstermektedir (Tunalıoğlu, 2009).

TÜİK verilerine göre ülkemizde 2020 yılı itibariyle 6.536.185 da alanda yağlık zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. İller itibariyle Aydın en çok yağlık zeytin üretiminin yapıldığı ilimizdir (Çizelge 1.2). Sofralık zeytin üretiminde ise 2020 üretim sezonunda 2.334.583 dekar alanda üretim yapılmış olup, en fazla sofralık zeytin üretiminin yapıldığı ilimiz Manisa’dır (Çizelge 1.3). Ülkemizde bütün zeytin ağaçlarının toplamı 2020 yılı itibariyle 187.163.252 adettir. Aydın ili toplam ağaç sayısı bakımından en fazla zeytin ağacı olan ilimizdir (Çizelge 1.4).

Çizelge 1.2. Türkiye’de yağlık zeytin üretim alanı (da), (TÜİK)

İller	Yıllar				
	2020	2019	2018	2017	2016
Aydın	1283081	1286887	1282836	1282169	1294934
Muğla	977774	980599	952922	949040	949514
İzmir	865934	863615	863411	865582	870620
Balıkesir	732285	731995	731769	690143	689756
Hatay	439143	436648	425126	418835	422748
Gaziantep	431240	424339	413421	399010	399999
Türkiye	6536185	6450459	6544561	6195707	6192904

Çizelge 1.3. Türkiye’de sofralık zeytin üretim alanı (da) (TÜİK)

İller	Yıllar				
	2020	2019	2018	2017	2016
Manisa	559479	592978	579413	644055	653460
Bursa	442209	441563	310029	435938	412562
Aydın	258838	259688	260098	253430	257788
Mersin	214392	214275	133546	123827	122180
Balıkesir	105304	98502	98135	129180	128925
İzmir	100159	101624	108831	105174	106569
Türkiye	2334583	2341306	2099722	2264912	2262516

Çizelge 1.4. Türkiye’de toplam zeytin ağacı sayısı (Adet) (TÜİK)

İller	Yıllar				
	2020	2019	2018	2017	2016
Aydın	24604037	24623849	24902566	24564278	24978856
Manisa	25373955	22662115	21826577	21826577	22462840
İzmir	21185433	20870213	19302511	19302511	19485910
Muğla	16983081	17004170	17440826	17440826	17559992
Hatay	16435505	16268997	15787031	15207075	14994964
Türkiye	187163252	182076130	177843966	174594147	173758088

TÜİK verilerine göre ülkemizde 2020 yılı itibariyle 430.000 ton sofralık zeytin üretimi gerçekleşmiştir. En çok sofralık zeytin üretimi yapılan ilimiz Manisa iken Bursa ve Aydın illeri sofralık zeytin üretiminde ilk üç sırada bulunmaktadır. (Çizelge 1.5)

Çizelge 1.5. Türkiye’de sofralık zeytin üretim miktarı (Ton) (TÜİK)

İller	Yıllar				
	2020	2019	2018	2017	2016
Manisa	166775	87749	147647	121066	115345
Bursa	115072	79059	104081	92706	56325
Aydın	45179	73195	31985	63182	49581
Balıkesir	22658	41632	26455	32764	24626
İzmir	11014	12204	20341	24752	22847
Tekirdağ	7667	11295	11041	10203	4710
Türkiye	513140	415000	426995	460000	430000

TÜİK verilerine göre ülkemizde 2020 yılı itibariyle ülkemizde toplam 1.300.000 ton zeytinyağı üretimi gerçekleşmiştir. En çok zeytinyağı üretimi yapılan ilimiz Aydın iken

Muğla ve Hatay illeri zeytinyağı üretiminde ilk üç sırada bulunmaktadır (Çizelge 1.6).

Çizelge 1.6. Türkiye’de Zeytinyağı Üretimi (Ton) (TÜİK)

İller	Yıllar				
	2020	2019	2018	2017	2016
Aydın	75526	310832	168904	392196	209656
Muğla	43808	141570	38700	196180	181919
Hatay	53528	117568	85501	139554	116770
Balıkesir	107916	121500	83447	221436	156396
İzmir	83861	104273	82415	164756	206663
Gaziantep	53735	15750	63500	15435	9213
Türkiye	803486	1110000	1073472	1640000	1300000

Ülkeler bazında kişi başı zeytinyağı tüketimi incelendiğinde; (Çizelge 1.7) Yunanistan 12 litre, İspanya ve İtalya 10 litre, Tunus, Portekiz, Lübnan ve Suriye 6 litre civarındadır. Zeytinyağı üretiminde hızla ilerleyen ülkemizin tüketim değerlerine baktığımızda, ülkemizdeki zeytinyağı tüketimi artmıştır. Ülkemizde kişi başına zeytinyağı yıllık tüketim miktarı 1,5 litre olup bu oran UZK (Uluslararası Zeytin Konseyi) üyesi diğer ülkelerde ortalama 9 litre civarındadır (UZK, 2019).

Çizelge 1.7. Dünya kişi başı zeytinyağı tüketimi (UZK, 2019).

Kişi Başı Zeytinyağı Tüketimi 2016-2017	
Ülke	Tüketim
İspanya	9.9
Yunanistan	12
İtalya	8.7
Portekiz	6
Suriye	6
Fas	3.4
Türkiye	1.5
Cezayir	1.6
Fransa	1.4
Amerika	1
Dünya Ort.	0.37

Dünyada öne çıkan zeytin çeşitleri incelendiğinde İspanya'da Picual, İtalya'da Frantoio, Yunanistan'da Koroneiki ve Olympia çeşitlerinin zeytinyağlarının meyvemsilik yönleriyle ön plana çıktıkları görülmektedir (Çizelge 1.8).

Çizelge 1.8. Ülkelere Göre Yaygın Zeytin Çeşitlerinden Bazıları (Blatchly vd., 2017).

Ülke	Çeşit	Notlar
İspanya	Picual	Yeşil, kendine has yakıcılık ve tatlılık
	Arbequina	Küçük, kahverengi, kendine verimli
	Arbosana	Yüksek verim, süper sık dikime uygun
	Hojiblanca	Acı yağ
	Manzanilla	"Küçük elma" gibi morumsu yeşil büyük oval zeytinler, kendine verimsiz
İtalya	Frantoio	Kalıcı meyvemsilik, kendine verimsiz
	Leccino	Yumuşak tatlı yağ, kendine verimsiz
	Coratina	Puglia yakınlarından, kendine verimsiz
	Nocellara del Belice	Büyük meyveler, tereyağımsı lezzet
	Pendolino	Ortaboy zeytinler, hafif meyvemsi yağ, universal tozlayıcı
Yunanistan	Koroneiki	Küçük alacalı meyve, yüksek verim ve kalite, süper sık dikime uygun
	Kalamata	Büyük ve düzgün, siyah kabuklu
	Thassos	Küçük, yeşil, ağaçta olgunlaşıyor
	Olympia	Yeni keşif, çok acı yağ
Fransa	Picholine	Yeşil, orta boylu, uzunca, yağda hafif findığımsı lezzet
Türkiye	Ayvalık/Edremit	Mor, yağ oranı yüksek, kendine has aroma, tozlayıcı
	Memecik	Dayanıklı, yağ oranı yüksek, meyvemsi aroma
	Erkence Hurma	Ağaçta olgunlaşıyor
	Delice	Yabani çalı, minik meyve. 2016 NYOOC*'da altın madalya
Malta	Bidni	Canlı mor renk
İsrail	Barnea	Yüksek verimli, zararlıya dayanıklı, yeşil yaprak tadı
Tunus	Chemlali	Kuraklığa dirençli, soğuğa dayanıklı, kendine verimli
ABD	Ascalo	Soğuğa dayanıklı
	Mission	Büyük siyah, kıtaya İspanyol misyonerler getirmiş

*NYOOC: New York Uluslararası Zeytinyağı Yarışması

Bu alışma, ülkemiz açısından önemli bir zeytin çeşidi olan Memecik zeytini zeytinyağının rakım ve olgunluk indeksi etmenlerine bağlı olarak oluşan yağ kalitesini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Memecik eşidi zeytinin yağ kalitesi; yağ asitliği, peroksit sayısı ve toplam fenolik madde miktarı parametreleri yönünden incelenmiştir. Diğer taraftan, piyasada satılan veya ifti koşullarında üretilen zeytinyağlarının genellikle monovaryete olmadığı yani farklı çeşitler karıştırılarak zeytinyağına işlendiği düşünülmektedir. Bu itibarla, tek çeşitten oluşan zeytinyağlarının karakteristik özelliklerinin ortaya konulması tüketiciler arasında bir bilinç oluşturma açısından oldukça önemlidir. Öte yandan, söz konusu parametrelerin olgunluk indeksine ve rakıma bağlı olarak değişimlerinin bilinmesi ise üreticiler ve bu alanda yatırım yapmayı planlayan yatırımcılar açısından oldukça önemlidir. Dolayısıyla, bu çalışmada amaçlanan ve ortaya konulmak istenen asıl olgu; Memecik eşidi zeytinin hangi olgunluk indeksinde ve hangi rakımda en iyi zeytinyağı kalitesine ulaştığının belirlenmesidir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ülkemiz zeytinyağı mevzuatı incelendiğinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine dayanılarak hazırlanan “*Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Tebliği*” ne göre iş ve işlemler yürütülmektedir. Zeytinyağları ve pirina yağlarının tekniğine uygun ve hijyenik şekilde üretilmesi, hazırlanması, işlenmesi, etiketlenmesi, muhafazası, depolanması, taşınması ve piyasaya arzı ile ilgili şartları ve ürün özelliklerini belirlemeyi amaçlayan, Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2017/26) Naturel Zeytinyağını şu şekilde tanımlamaktadır: Zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen; kendi kategorisindeki ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerini taşıyan yağlardır. Çözücü veya kimyasal ya da biyokimyasal etkisi olan yardımcıları kullanılarak veya reesterifikasyonla elde edilen yağlar bu tanımın dışındadır. (TGK Zeytin Yağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2017)

2.1. Zeytinyağı Sınıflandırılması

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği’ne göre natürel zeytinyağları aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır;

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

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

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

Avrupa Birliği mevzuatı incelendiğinde; 22 Ekim 2007 tarihli ve 1234/2007 numaralı konsey yönetmeliği ekinde zeytinyağlarının sınıflandırıldığı ve Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğine benzer bir sınıflandırma yapılmıştır.

2.2. Zeytinyağı Bileşimi

Zeytinyağı binlerce yıllık tarihi olan bir besin maddesi olmanın yanı sıra karmaşık bir kimyasal yapıya sahip olması ile de araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Hem zeytin meyvesinin hem de zeytinyağının üretim aşamalarında yapılan işlemlerin bu kimyasal bileşiğe nasıl yansıdığı halen araştırmalara konu olmaktadır.

Zeytinyağının bileşimi öncelikle triaçilgliseroller (trigliserit olarak da adlandırılır) (~% 99) ve ikincil olarak serbest yağ asitleri, mono- ve diaçilgliseroller ve hidrokarbonlar, steroller, alifatik alkoller, tokoferoller ve pigmentler gibi bir dizi lipitten oluşur (Boskou, 1996).

2.2.1. Yağ Asitleri

Asetil CoA molekülü, zeytin tanesinde yapılan yağ asitleri gibi büyük moleküllerin yapımında kullanılmaktadır. İlk olarak ikişer karbonlu asetil CoA grubu uç uca eklenerek dört karbonlu bir molekül oluşturur. Bu işlem yeterli karbon sayısına sahip yağ asidi sentezleninceye kadar sürer. Doymamış, yani çift bağ içeren yağ asitleri gerektiğinde enzimler, doymuş bir yağ asidinin belli bir noktasından bir çift hidrojen bağı kopmasını ve molekülün doymamış hale dönüşmesini sağlarlar. Birinci seferde tekli doymamış oleik asit, ikinci seferde iki yerden doymamış linoleik asit ve üçüncü seferde üç yerden doymamış linolenik asit oluşur (Blatchly vd., 2017). Zeytinyağı altı temel yağ asidi içermektedir; oleik ve palmitoleik asit (tekli doymamış yağ asidi); palmitik ve stearik asit (doymuş yağ asidi); linoleik ve linolenik asit (çoklu doymamış yağ asidi). Zeytinyağında oleik asit konsantrasyonu (tekli doymamış yağ asidi) % 55-83 oranı ile diğer yağ asitleri içinde en yüksek konsantrasyona sahiptir. Bunu linoleik (% 3,5-21), palmitik (% 7,5-20), stearik (0,5-5), palmitoleik (% 0,3-3,5) ve linolenik asit (% ≤ 1) asit izlemektedir (Anonim, 2010). Oleik asit (18:1 n-9) ve palmitoleik asit (16:1 n-7) yapılarında 1 çift bağa, linoleik asit (18:2 n-6) iki çift bağa ve linolenik asit (18:3 n-3) üç çift bağa sahiptir. Yağ asitlerinde doymamışlık derecesi (çift bağ sayısı) arttıkça oksidasyon stabilitesi azalır. Linolenik asitin oksidasyonu oleik asitin oksidasyonundan 64 kez daha hızlıdır (Aurand ve Woods, 1973).

Sızma zeytinyağları, yağ asidi bileşimlerine göre iki türe ayrılır. Birinci tür zeytinyağı, düşük linoleik ve palmitik ve yüksek oleik asit içeriği ile karakterizedir. İkinci tip, yüksek linoleik ve palmitik ve düşük oleik asit içeriğine sahiptir. Türk sızma zeytinyağları (İspanyol, İtalyan ve Yunan yağları gibi) birinci türdeyken, Tunus yağları ikinci türdendir (Boskou, 1996). Rotondi ve Magli (2004), İtalya'nın Correggiolo zeytin çeşidinden elde edilen yağlarda, farklı yetiştirilme alanlarının ve farklı olgunluk zamanlarının yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları iki yıllık çalışmada, yağlardaki yağ asidi kompozisyonlarının çeşit, olgunluk ve bölgenin coğrafi koşullarına bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir. İlk yıl, oleik asit miktarlarının olgunluğa bağlı olarak arttığını, buna karşılık palmitik ve linoleik asit miktarlarının azaldığını belirtmişlerdir. İkinci yıl oleik ve palmitik asit oranlarının birinci yıla göre sabit kaldığını, linoleik asit seviyesinde ise çok hafif bir artış kaydedildiğini bildirmişlerdir.

Aydın'da Memecik zeytin çeşidinin farklı yüksekliklerde fenolojik pomolojik ve bazı biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada kimyasal analizlerde toplam sterol miktarının düşük rakımdaki yağlarda belirgin düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Oleik asit, fenolik bileşikler ve yağ randımanı değerlerinin ise yüksek rakımdaki yağlarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her iki rakımda da bol ürün alınan var yıllarında serbest yağ asitleri miktarı (% oleik asit cinsinden) çok düşük (0.39-0.40) çıkmış, yok yıllarında ise çok daha yüksek (0.88-1.15) çıkmıştır (Ulubeli, 2019). Ege bölgesinde yetiştirilen başlıca zeytin çeşitlerinden (Ayvalık, Memecik) elde edilen yağların antioksidan aktivitesi üzerine etki eden bileşenlerin zeytinyağlarının raf ömrüne etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmada, zeytinlerin olgunlaşmasına bağlı olarak 2010 hasat yılında serbest yağ asitliği değerlerinde artış belirlenirken, 2009 hasat yılında olgunlaşma ile asitlik değerinde azalma tespit edilmiştir. Diğer taraftan, istatistiksel olarak aydınlık ve karanlık arasındaki farkın depolama süresi boyunca yağların serbest yağ asidi değeri üzerindeki etkisi anlamlı bulunmamıştır (Köseoğlu, 2013).

Ayvalık ve Memecik zeytinyağlarının coğrafi işaretleme amacıyla karakterizasyonu üzerine yapılan çalışmada ise, Memecik tipi zeytinyağlarının Ayvalık tipi zeytinyağlarına göre daha yüksek miktarda oleik asit ve antioksidan madde içerdiği belirlenmiştir. Ayvalık tipi zeytinyağlarının ise Memecik tipi zeytinyağlarına göre yüksek miktarda doymuş yağ asidi içerdiği saptanmıştır. Memecik tipi zeytinyağlarının antioksidan özellik gösteren tokoferol ve toplam fenolik madde miktarının ve tekli doymamış yağ asitleri miktarının

yüksek ve doymuş yağ asit miktarının düşük olması, sağlık açısından Memecik tipi zeytinyağlarının daha üstün özellikte olduğunu göstermektedir (İlyasoğlu, 2009). Farklı hasat dönemlerinin Ayvalık, Memecik ve Gemlik zeytinlerinden elde edilen zeytinyağlarının kimyasal özellikleri ve biyoaktif bileşenleri üzerine olan etkisinin incelendiği çalışmada, oleik asit ve palmitik asit tüm çeşitlerde genellikle olgunlaşma dönemi boyunca azalırken, linoleik asit içeriği artmıştır. Linolenik asit, Gemlik çeşidinde olgunlaşma dönemi boyunca artarken, Ayvalık çeşidinde azalmıştır, Memecik çeşidinde ise Aralık ayında artmıştır. Stearik asit, Gemlik çeşidinde olgunlaşma dönemi boyunca artarken, Memecik çeşidinde azalmıştır. Ayvalık çeşidinde ise Kasım ayında ciddi oranda azalmış, Aralık ayında yeniden artmıştır. Yağ asitlerindeki bu değişimlerin yüzdesel olarak değişimlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Dinçer, 2018).

Boskou vd. (2006) Zeytinyağında bulunan yağ asitlerini ortaya koydukları çalışmada 18 karbonlu oleik asidin zeytinyağında hacimsel yüzde olarak en fazla bulunan yağ asidi olduğunu belirtmişlerdir. Öte yandan linoleik asit ve palmitik asit de zeytinyağında hacim olarak çokça bulunan yağ asidi bileşikleridir.

Çizelge 2.1. Gaz Kromatografisi İle Belirlenen Yağ Asitleri Kompozisyonu (Boskou vd. 2006)

Yağ Asidi		Codex Alimentarius (2003)	IOOC*(2003)
C12:0	lauric asit	Fark edilebilir miktarlarda mevcut değil	Belirtilmemiş
C14:0	myristic asit	< 0.1	< 0.05
C16:0	palmitic asit	7.5-20.0	7.5-20.0
C16:1	palmitoleic asit	0.3-3.5	0.3-3.5
C17:0	heptadecanoic asit	< 0.5	≤ 0.3
C17:1	heptadecenoic asit	< 0.6	≤ 0.3
C18:0	stearic asit	0.5-5.0	0.5-5.0
C18:1	oleic asit	55.0-83.0	55.0-83.0
C18:2	linoleic asit	3.5-21.0	3.5-21.0
C18:3	linolenic asit	**	≤ 1.0
C20:0	arachidic asit	0.8	≤ 0.6
C20:1	eicosenoic asit	Belirtilmemiş	≤ 0.4
C22:0	behenic asit	< 0.3	≤ 0.2***
C22:1	erucic asit	Fark edilebilir miktarlarda mevcut değil	
C24:0	lignoceric asit	< 1.0	≤ 0.2

Erken hasat zeytinden üretilen Türk sızma zeytinyağlarının karakterizasyonu amacıyla yapılan çalışmada, Türkiye'nin farklı lokasyonlarından erken hasat zeytinyağı gruplarının yağ asidi kompozisyonunun, oksidatif stabilitenin önemli bir göstergesi olan oleik/linoleik asit ve MUFA'ların PUFA'lara oranları açısından farklı olduğu gösterilmiştir. Sızma zeytinyağlarında yağ asidi bileşimini, özellikle oleik asit içeriğini etkileyen birincil faktörler, hasat sırasındaki enlem, iklim, zeytin çeşidi ve/ve ya meyvenin olgunluk aşamasından kaynaklanabilir. Diğer taraftan, Palmitik (16: 0), oleik (18: 1), linoleik (18: 2) ve stearik (C18: 0) majör yağ asitleri olarak ölçülmüş olup, Palmitoleik (16: 1), linolenik (18: 2) ve araşidik (20: 0) asitler küçük miktarlarda tespit edilmiştir. (Dıraman ve Dibekoğlu, 2009)

İki adet Girit orjinli zeytin çeşidinin sızma zeytinyağlarının yağ asidi bileşimine göre sınıflandırılması amacıyla yapılan çalışmada, Koroneiki ve Mastoides yağları için incelenen farklı lokasyonlarda farklı yağ asitlerinin ortalama değerleri, ortaya konulmuştur. Genel olarak, Koroneiki yağlarının, Mastoides çeşidinin yağlarına kıyasla daha düşük konsantrasyonda C18: 1, C17: 0 ve C17: 1 asit ve daha yüksek konsantrasyonda C18: 2 ve C16: 0 asit içerdiği tespit edilmiştir. (Stefanoudaki vd., 1999)

Picual zeytin çeşidinden elde edilen natürel zeytinyağlarının yağ asidi bileşimine, hasat tarihinin ve mahsul veriminin etkisinin incelendiği araştırmada, Picual yağlarının ortalama yağ asidi bileşimi belirlenmiş olup, yağlar palmitik asit (%11.9), oleik asit (%79.3) ve linoleik asit (%2.95) içerikleri yönünden incelenmiştir. Meyvenin olgunlaşması sırasında palmitik asit ve doymuş yağ asitleri içeriği azalırken, oleik ve linoleik asitler artmıştır. Stearik ve linolenik asit miktarı azalmıştır. Doymuş asitlerin miktarı, palmitik ve stearik ve çoklu doymamış asitler linoleik ve linolenik hasat zamanına bağlıyken, oleik asit miktarı mahsul yılına göre değiştiği tespit edilmiştir. Hem palmitik hem de linoleik asit için mahsul yılları arasında gözlemlenen farklılıklar, yağ biyosentezi sırasında sıcaklıktaki farklılıklar ve oleik asit içeriği için yaz yağış miktarı ile açıklanabilir. (Beltran vd., 2004)

2.2.2. Tokoferoller

Sızma zeytinyağlarında tokoferollerin oluşumu ve seviyeleri üzerine yapılan araştırmalar, bilinen sekiz "E-vitamininden" α -homologunun toplam tokoferol içeriğinin

%90'ını oluşturduğunu göstermiştir. (Boskou vd., 2006)

α -Tokoferol serbest formda bulunur. Bildirilen seviyeler, çeşit potansiyeline ve teknolojik faktörlere bağlı olarak kg yağ başına geniş bir miligram α -tokoferol aralığını göstermektedir. Avrupa Birliği tarafından tüm yenilebilir zeytinyağı türleri için desteklenen İyi Üretim Uygulamalarının ve genel kalite kontrol programlarının tanıtılması, farklı menşeli sızma zeytinyağlarındaki tokoferol seviyeleri üzerinde olumlu bir etkiye sahipti. Şu anda bulunan seviyeler, geçmişte zeytinyağına atanan ortalama 100 mg/kg değerinden çok daha yüksektir (Gunstone vd., 1994; Belitz ve diğerleri, 2004).

Kaleci (2010), Ayvalık zeytin çeşidinde organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen zeytin çeşitlerinde zeytinde meyve ve yağ özellikleri üzerine incelemeler yapmıştır. Bu çalışmada ağaç veriminin konvansiyonel yetiştirilen ağaçlarda daha yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca zeytin her iki yetiştiricilikte de pomolojik özellikler, yağ asidi ve tokoferol içeriği açısından önemli bir farklılık olmadığını belirtmiştir.

Türkiye'de natürel özellikli zeytinyağında alfa tokoferolün 14,6 mg/kg ile 149,77 mg/kg arasında olduğu saptanmıştır (Ünal, 1988). Ayvalık yağlık çeşidinde yapılan bir çalışmada ise alfa tokoferol miktarı 99,50 mg/kg olarak saptanmıştır (Şeker vd., 2007).

Diğer taraftan, Tokoferollerin değişik yağlar için gösterdiği karakteristik özellikten yararlanarak, tohum yağları arasında bir taşışın yapıp yapılmadığı saptanabilmektedir (Kayahan, 2003). Örneğin, ayçiçek yağında ve soya yağında gama tokoferol içerikleri sırasıyla; 50 mg/kg ve 2400 mg/kg oranlarındadır. Zeytinyağında ise toplam tokoferol içeriği 5-300 mg/kg arasında değişmektedir (Boskou, 1996; Aparicio ve Aparicio-Ruiz, 2000). Tokoferolün zeytinyağı stabilitesine katkısının incelendiği çalışmada, karanlıkta 40 °C'de tutulan saflaştırılmış zeytinyağının oksidatif stabilitesi üzerine 100, 500 ve 1000 ppm a-tokoferolün etkisi incelenmiştir. Saflaştırılmış zeytinyağı, sıvı kolon kromatografisiyle hazırlanmış ve pratikte olası pro-oksidan veya antioksidan aktiviteye sahip küçük bileşenlerden yoksun olduğu tespit edilmiştir. a-Tokoferol, tüm ekleme seviyelerinde antioksidan görevi görürken, antioksidan etkisi 100 ppm'de daha yüksek konsantrasyonlara göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Otoksidasyonun ilk aşamasında hafif bir pro-oksidan etki gözlemlendi. Orto-difenoller gibi zeytinyağında doğal olarak oluşan güçlü antioksidanların varlığında, tokoferol, düşük peroksit birikimi döneminde herhangi bir önemli ek antioksidan etki göstermemiştir. (Blekas vd., 1995). Sızma zeytinyağındaki fenolik bileşikler, a-tokoferol ve diğer minör bileşenlerin antioksidan etkisinin araştırıldığı

çalışmada (Mateos v.d. 2003), asitlik, skualen, hidroksitirozol, aldehidik formdaki oleuropein aglikon, hidroksitirozil asetat, tirozol, homovanillik asit, luteolin, apigenin, a-tokoferol ve hidroksitirozol/hidroksitirozol-tokozol ve hidroksitirozol/tirozol karışımlarının etkisi bir zeytinyağı matrisinin oksidatif stabilitesi değerlendirildi. Saflaştırılmış bir zeytinyağına bu bileşiklerin çeşitli konsantrasyonları eklenmiş ve ardından 100 °C'de bir Rancimat cihazında hızlandırılmış bir oksidasyona tabi tutulmuştur. Asitlik, skualen, homovanillik asit ve apigenin ihmal edilebilir etki gösterdi. Aynı milimolar konsantrasyonlarda, farklı o-difenolik bileşikler, indüksiyon süresinde benzer ve önemli artışlar, a-tokoferol daha az artış ve tirozol az bir artış sağladı. O-difenollerin ve a-tokoferolün düşük konsantrasyonlarında, indüksiyon süresi ile konsantrasyon arasında doğrusal bir ilişki bulundu, ancak yüksek konsantrasyonlarda indüksiyon süresi sabit değerlere yöneldi. Bu davranışı açıklamak için kinetik bir model uygulandı. Hidroksitirozol/hidroksitirozil asetat karışımlarının etkisi, her iki bileşiğin milimolar konsantrasyonlarının toplamına eşit olan milimolar konsantrasyonda tek bir o-difenolinkine benzerdi. Tirozol > 0.3 mmol/kg konsantrasyonları, indüksiyon süresini 3 saat artırır. Hidroksitirozol/a-tokoferol karışımları, her iki antioksidanın nispi konsantrasyonlarına bağlı olarak zıt etkiler gösterdi; bu nedenle, <0.2 mmol/kg hidroksitirozol konsantrasyonlarında, a-tokoferol ilavesi indüksiyon süresini artırırken, daha yüksek hidroksitirozol konsantrasyonlarında, a-tokoferol stabiliteyi azaltmıştır (Mateos vd., 2003).

Sezer (2015) Zeytin (*Olea europaea* L.) tokoferol biyosentezinde rol alan genlerin karakterizasyonu amacıyla Ayvalık zeytin çeşidi kullanılarak yapılan çalışmada, erken dönemdeki meyvelerden elde edilen zeytinyağında daha yüksek konsantrasyonlarda E vitamini miktarının olduğunu göstermiştir Meyve gelişiminin sonraki basamaklarında (21 Ekim döneminde) ise dokularda yağ birikimi arttıkça yağdaki tokoferol konsantrasyonları düşmüştür. Bu durum biyosentez yolunun 2 Aralık dönemine kadar aktif olduğunu düşündürmektedir.

Dağdelen (2008), tokoferol içeriği bakımından Ayvalık için Ekim, Gemlik için Aralık ve Domat için Kasım, fenolik içerik bakımından ise Ayvalık ve Gemlik çeşitleri için Aralık, Domat için Ekim ayında hasat olmasını önermektedir.

2.2.3. Pigmentler

Sızma zeytinyağı rengi, klorofil ve karotenoidlerin varlığından dolayı yeşil ve sarı tonların bir sonucudur. Bu nedenle, ölçümü için standartlaştırılmış bir yöntem bulunmamakla birlikte, bir kalite endeksi olarak kabul edilir (Boskou, 2006).

Zeytinyağının yeşilimsi rengi klorofilden ve sarımsı rengi ise karotenoid içeriğinden kaynaklanmaktadır (Guiffrida vd., 2007). Klorofil ve karotenoidler karanlıkta antioksidan ve ısıta oksidant özellik gösteren maddelerdir (Manai vd., 2007). Karotenoidler, fenol ve tokoferoller ile zeytinyağının oksidatif stabilitesine katkıda bulunur ve sinerjistik etkiye sahiptir (Guiffrida vd., 2007).

Minguez-Mosquera vd. (1991) sızma zeytinyağında renk-pigment ilişkisini araştırdıkları çalışmada, değişen olgunluk derecelerinde hasat edilen beş çeşitten sızma zeytinyağlarının klorofil ve karotenoid içeriği belirlendi. Renkler, absorpsiyon spektrumunun kromatik koordinatlarından değerlendirilmiştir. Farklı çeşitler veya olgunluk aşamaları için yağ rengi değişiklikleri, doğrudan pigment içeriği ve a * ve b * değerleri ile ilgilidir. Her iki parametre dizisi üzerinde yapılan istatistiksel çalışma, aralarında iyi bir korelasyon olduğunu kanıtlamaktadır. Karotenoid içeriği ve b * en iyi korelasyon katsayılarından (r) birine sahiptir ve kolaylıkla ölçülebilir. Bu metodoloji, sızma zeytinyağı kalitesinin değerlendirilmesi için ek bir özellik olan klorofil ve karotenoid içeriğini değerlendirmiştir. Yağların görünen rengi ile ilgili olarak, bazı kromatik koordinatlar ile ana pigmentlerin konsantrasyonu arasında yakın bir ilişki doğrulanmıştır. Böylelikle, farklı kaynaklardan ve çeşitlerden yeterince temsili sayıda yağa uygulandığında, bunların sınıflandırılmasına ve öznel sınıflandırma ile korelasyonuna izin veren bir renk indeksi oluşturulabilir. Bu ilişki, 400 ve 670 nm'de iki absorpsiyon değerinin ve ticari bir yağ için elde edilen renk indeksinin belirlenmesi ile basitleştirilebilir.

Guiffrida vd. (2007) çeşitli Sicilya zeytin çeşitlerinden elde edilen monovaryete sızma zeytinyağlarında pigment bileşimi araştırmış ve toplamda, 24 zeytinyağı numunesinde 19 bileşik tanımlanmış ve miktarı belirlenmiştir. Zeytinyağlarında belirli bir pigment profilinin varlığı, aslında ürünün gerçekliğini garanti etmek için kullanılabilir, çünkü gıdanın kalite kontrolü, orijinal ürünlerin pigment bileşimi hakkında kesin bir bilgi gerektirir.

15 °C sıcaklık ve karanlık koşullar altında bir yıllık depolamanın, yeni çıkarılan sızma zeytinyağının ilk pigment bileşimini etkileyip etkilemediğini belirlemek için 12 sızma zeytinyağı üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmada, Gallardo-Guerrero vd (2005) tarafından, toplam pigment içeriği sabit kalmasına rağmen, her bir pigmentin bireysel katkısının değiştiği tespit edilmiştir. Küçük pigment dönüşümleri, yağın depolandığının işareti olmuştur. Sızma zeytinyağında bulunan pigmentlerin içeriği ve sınıfı, pazarlamadan önceki tarihinin otantik göstergeleridir.

Rasul (2014), Kahramanmaraş bölgesinden alınan natürel zeytinyağı, 150, 160, 170, 180, 190 ve 200°C sıcaklıklarda 2, 4, 6, 8, 10, 12 ve 24 saat bekletilmiş ve natürel zeytinyağının klorofil miktarı ve 232 ve 270 nm'deki absorbans değerleri ölçülmüştür. Natürel zeytinyağının klorofil miktarı sıcaklık ve süre arttıkça istatistiksel olarak önemli oranda düşüş göstermiştir.

Karotenoidler, özellikle-karoten, ışık filtreleme, tekli oksijen söndürme, duyarlılaştırıcı etkisizleştirme ve serbest radikal süpürme yoluyla yağ oksidasyonunu yavaşlatabilir (Choe ve Min, 2006). Oksijenin varlığı, karotenoidlerin bozulmasında önemli bir faktördür, düşük oksijen konsantrasyonu bile bu pigmentin kaybına neden olur. Karotenoidler, klorofillere göre sıcaklığa daha duyarlıdır (Ayadi ve Grati-Kamun 2009). Pigmentlerin, karanlık ve aydınlık ortamda depolama koşullarının, cam ve plastik ambalaj materyalinin naturel sızma zeytinyağının 12 ay depolanması boyunca kalite parametreleri ve rengine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada, Kocaayan (2013) naturel sızma zeytinyağının depolamanın ilk 8. ayı boyunca klorofil konsantrasyonunda önemli kayıplara neden olduğunu göstermiştir. Diğer yandan karotenoid kısmı oldukça stabildir. Cam ve plastik şişeler, karanlık ve aydınlık depolama koşulları karşılaştırıldığında cam şişelerin ve karanlık ortamın kalite parametrelerinin ve rengin korunması üzerinde daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak naturel sızma zeytinyağı cam şişede ve karanlık ortamda depolanmalıdır.

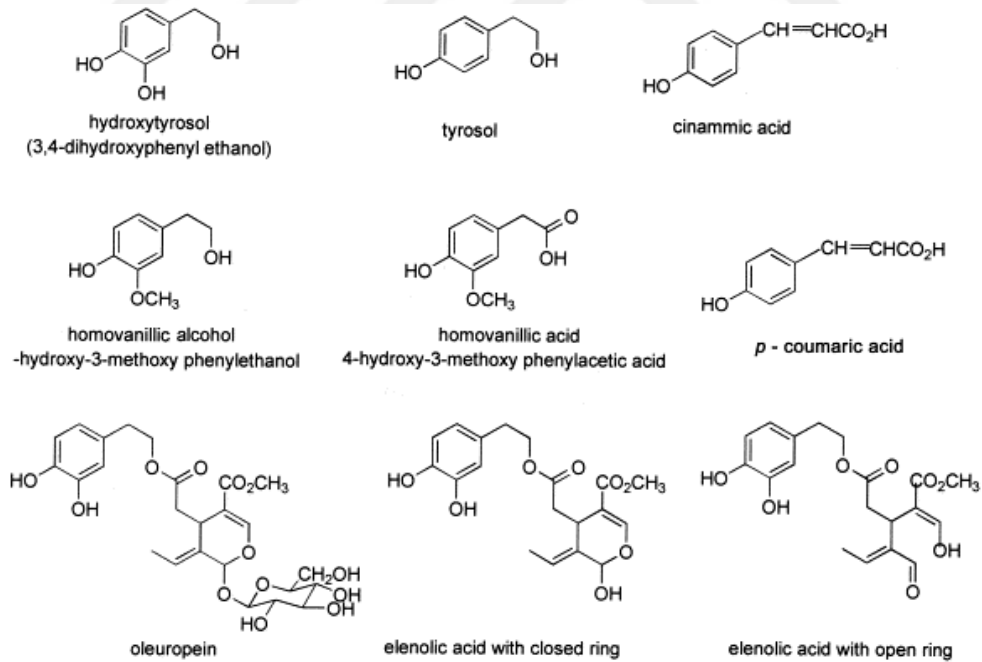
2.2.4. Fenolik Bileşikler

Zeytinyağında hidrofilik fenollerin oluşumu 1960 lı yıllarda Cantarelli ve Montedoro ile Cantarelli tarafından gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, zeytinyağındaki tek tek

hidrofilik fenol sınıflarının sistematik bir çalışması ancak yakın zamanda geliştirilmiştir. Zeytinyağı, çok özel fenolik bileşimi nedeniyle diğer tüm bitkisel yağlardan ayırt edilebilir.

Akdeniz diyetinin faydalı etkileri, sadece zeytinyağının doymamış ve doymuş yağ asitleri arasındaki yüksek ilişkiye değil, aynı zamanda fenolik bileşiklerinin antioksidan özelliğine de bağlanabilir. Zeytin özü hidrofilik olan bu bileşikleri içerir, ancak bunlar yağda da bulunur. Fenol sınıfı, vanillik, gallik, kumarik ve kafeik asitler, tirosol ve hidroksitirosol gibi basit fenolik bileşikler ve sekoiridoidler (oleuropein ve ligstrosid) ve lignanlar (1-asetoksinopiresinol ve pinosinol) gibi daha karmaşık bileşikler gibi çok sayıda maddeyi içerir (Tripoli vd., 2005).

Zeytinyağının kendine has acı, keskin ve buruk tadından, organoleptik özelliklerinden sorumlu olan fenolik maddeler besinsel açıdan önem taşımaktadır. Miktarı pek çok faktöre göre 50-1000 mg/kg arasında değişen fenolik maddeler; fenolik asitler (vanilik asit, ferulik asit, gallik asit, kafeik asit), lignanlar (pinosinol, asetoksinopiresinol), flavonlar (apigenin, luteolin), sekoiridoidler (oleuropein), fenolik alkoller (tirosol, hidroksitirosol) ve hidroksi izokromanlar olarak alt sınıflara ayrılmaktadır (Servili vd., 2009).



Şekil 2.1. Zeytinyağında bulunan fenolik bileşikler (Tuck ve Hayball, 2002).

Zeytinyağında en yüksek konsantrasyona sahip üç fenolik bileşik glikozit oleuropein, hidroksitirosol (3,4-dihidroksifenil etanol) ve tirosoldür. Bu üç bileşik yapısal olarak ilişkilidir. Hidroksitirosol ve tirosol, hidroksitirosolün konumunda ekstra bir hidroksi

grubuna sahip olması dışında yapısal olarak özdeştir. Oleuropein, hidroksitirozol andelenolik asitten oluşan bir esterdir. Oleuropein, kurutulmuş meyvede %14'e varan zeytin meyvesindeki başlıca fenolik bileşiktir, hidroksitirozol, zeytinyağındaki ana fenolik bileşendir. Zeytin meyvesi olgunlaştıkça oleuropein konsantrasyonu azalır ve oleuropeinin hidroliz ürünü olan hidroksitirozol artar. (Tuck ve Hayball, 2002).

Hidroksitirozol, zeytinyağı üretimi sırasında elde edilen zeytin, sızma yağ ve atık sudaki ana fenolik bileşiklerden biridir. Taze işlenmemiş yağda, hidroksitirozol çoğunlukla esterlenmiş halde bulunurken, zamanla esterlenmemiş form hidrolitik reaksiyonlar nedeniyle hakim olur (Angerosa vd. 1995). Hidroksitirozol, zeytinlerin olgunlaşması, yağın depolanması ve sofralık zeytinlerin hazırlanması sırasında ortaya çıkan oleuropeinin hidrolizinden gelir. Bu işlemler, oleuropein aglikon, hidroksitirozol ve elenolik aside yol açar, bunlar kısmen yağ ve zeytinin karmaşık ve çeşitli aromasından sorumludur (Visioli vd. 2006)

Bir antioksidan koruyucu olarak hidroksitirozolu özellikle ilginç kılan, hem hidro hem de yağda çözünür olması, dolayısıyla hem su hem de yağ fazları içeren emülsiyonlarda veya sistemlerde yararlı olmasıdır. (Aruoma, 1997)

England vd (1998), sızma zeytinyağında bulunan hidroksitirozol, 2,2'-azobis (2 amidinopropan) hidroklorür (AAPH) tarafından uyarılan düşük yoğunluklu lipoprotein oksidasyonunu güçlü bir şekilde inhibe ettiği, bunun da AAPH'den türetilmiş peroksil radikallerini temizleme yeteneğini düşündürdüğü tespit edilmiştir. Sızma zeytinyağının ana antioksidanları, hem lipofilik hem de hidrofilik olan karotenoidler ve fenolik bileşiklerdir. Lipofilikler tokoferoller içerirken, hidrofilikler flavonoidleri, fenolik alkoller ve asitleri, sekoiridoidleri ve bunların metabolitlerini içerir. Polifenoller arasında fenolik alkoller ve asitler, sekoiridoidler ve bunların metabolitleri ve lignanlar; ancak, bunlardan (tirozol) bazıları iki hidroksil grubuna sahip olmadığından, onları bu sınıfa koymak yanlış olur (Visioli vd., 2002).

Oleuropein ve hidroksitirozolün in-vitro antimikrobiyal aktivitesi üzerine yapılan araştırmada, Bisignano (1999) zeytin ve zeytinyağında bulunan başlıca polifenol sınıflarından biri olan Secoiridoides (oleuropein ve türevleri), son zamanlarda bir dizi bakteri ve mikrofungusun büyüme oranını inhibe ettiği veya geciktirdiği gösterilmiştir, ancak literatürde insanda patojenik bakterilere karşı antimikrobiyal ajanlar olarak bu sekoiridoidlerin olası kullanımı konusunda bilgi yoktur. Hidroksitirozol ve potansiyel

terapötik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, Sızma zeytinyağında bulunan başlıca polifenollerden biri olan hidroksitirozol, antioksidan özellikler, antikanser, anti-enflamatuvar ve nöroprotektif aktiviteler gibi çeşitli farmakolojik aktiviteler ve kardiyovasküler sistem üzerinde faydalı etkiler gösterir. Hidroksitirozol, nutrasötik ve gıda endüstrisinde potansiyel özel bir tamamlayıcı olarak kullanılmaktadır. Hidroksitirozol ve diğer zeytin fenollerine ilişkin çok sayıda patentin olması ve sayının sürekli artması dikkat çekicidir. Hidroksitirozolün çeşitli endüstriyel uygulamaları tasavvur edilmektedir. Ek olarak, hidroksitirozol, kalp hastalığı, karsinogenez, serebral kanama, ateroskleroz ve diğer birçok geleneksel terapötik kullanımın tedavisi ve önlenmesi için yoğun bir şekilde kullanılmıştır. İnsan sağlığının çeşitli alanlarında sürekli veri birikimi ile yakın gelecekte kozmetik veya gıda bilimi alanlarındaki diğer ürünlerin piyasaya sürülmesi beklenebilir. Ayrıca, potansiyel uygulamalar için yeni hidroksitirozol türevleri test edilebilir ve geliştirilebilir (Hu, T. vd., 2014).

Hidroksitirozolün antimikoplazmal aktivitesi üzerine yapılan çalışma, Furneri (2004) zeytin ve zeytinyağında bulunan polifenollerin diyetle alınmasının mikoplazmal enfeksiyon riskini azaltabileceği sonucu ortaya konulmuştur. Mikoplazmaların, hidroksitirozolün bakteriyolojik zar ile etkileşimini incelemek ve daha iyi karakterize etmek için ilginç bir araç olabileceği ileri sürülmüştür (Furneri, 2004).

Zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklerin inflamasyon ve trombosit agregasyonuna karşı özellikleri de dahil olmak üzere kardiyovasküler hastalık ve kanserdeki yararlı etkileri açısından bulgular vardır. Batı ülkelerinde yüksek insidanslı hastalıkların önlenmesi ve tedavisi için hidroksitirozolün doğal bir ilaç olarak kullanımına ilişkin yeni kanıtlar bulunmaktadır (Granados-Principal, 2010).

Saf hidroksitirozolün toksikolojik değerlendirmesi amacıyla yapılan çalışmada Aunon-Calles (2013), Zeytinin ve sızma zeytinyağının tüm fenolik bileşenlerinden, hidroksitirozol şu anda nutrasötik, kozmesötik ve gıda endüstrisinde kullanılacak potansiyel bir ek veya koruyucu olarak aktif olarak kullanıldığı ortaya konulmuştur. Güvenlik profili açısından, hidroksitirozol, önceden uygun miktarlarda saf bileşik bulunmaması nedeniyle, sadece ham zeytin değirmeni atık su ekstraktlarının baskın bir parçası olarak araştırılmıştır. Hidroksitirozolün toksikolojik değerlendirmesini bildirilmiş ve sonuçlara dayalı olarak 500 mg/kg/gün'lük bir yan etkilerin gözlenmeyen seviyesi önerilmiştir (Aunon-Calles vd., 2013).

Oleocanthal, toplam fenolik bileşiklerin yaklaşık %10'unu temsil eder ve sızma zeytinyağında fenolik bileşiklerin konsantrasyonu genellikle 100 ile 300 mg/kg arasında değişir. Literatürde 500 veya hatta 1000 mg/kg konsantrasyona kadar sıcak bir ortamda yetiştirilen farklı türlerdeki olgunlaşmamış zeytinlerden elde edilen sızma zeytinyağları tanımlanmıştır; bu yağlar çok acı ve keskindir ve bu nedenle çoğu tüketiciye hitap etmediği için piyasada zor bulunurlar (Sacchi, 2006).

Ortak boğaz tahriş edici özellikleri (keskinlik) temelinde, Beauchamp ve ark. (2005), artık "oleocanthal" olarak anılan p-HPEA-EDA'nın, güçlü bir inflamasyon ve analjezi modülatörü olan ibuprofenin farmakolojik etkilerini taklit edip edemeyeceğini inceledi. İbuprofen gibi, her iki p-HPEA-EDA enantiyomerinin de COX-1 ve COX-2 aktivitelerinin doza bağlı inhibisyonuna neden olduğu (araşidonik asitten türetilen biyokimyasal inflamasyon yollarındaki kilit adımları katalize eden siklo-oksijenaz enzimleri), in vitro lipoksijenaz üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır (Bendini vd., 2007). Yeni preslenmiş sızma zeytinyağı, oleocanthal içerir, keskinliği boğazda güçlü bir batma hissi uyandıran bir bileşik, steroidal olmayan anti-enflamatuar ilaç ibuprofen'in solüsyonlarından farklı değildir. Burada, bu benzer algının, oleocanthal'in, potansi ve ibuprofeninkine çarpıcı bir şekilde benzer bir profile sahip doğal bir anti-enflamatuar bileşik olarak hareket ettiği, paylaşılan bir farmakolojik aktivitenin bir göstergesi gibi görüldüğü ortaya konulmuştur. Yapısal olarak benzer olmamakla birlikte, bu moleküllerin her ikisi de prostaglandin biyosentez yolunda aynı siklooksijenaz enzimlerini inhibe eder (Beauchamp vd. 2005).

Boğaz tahrişinden sorumlu sızma zeytinyağındaki ajanın deasetoksi-ligstrosid aglycone'nin (veya oleocanthal, oleo- zeytin, -canth- sokma ve -aldehit için -al) dialdehidik formu olduğu düşünülmektedir. Bunu doğrulamak için, oleocanthal farklı kaliteli zeytinyağlarından izole edilmiştir. Yoğunluğu boğaz tahriş edici olarak ölçülmüştür. Tahriş yoğunluğunun oleokant konsantrasyonu ile pozitif korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Bu bulgu, oleocanthal'in muhtemelen zeytinyağındaki başlıca tahriş edici bileşik olduğunu göstermesine rağmen, küçük bir bileşenin veya bileşenlerin bir karışımının birlikte elüsyonunun yanma hissine neden olması mümkündür. Bu nedenle, tahriş edici olmayan mısır yağı içinde çözülmüş bu sentetik oleocanthalin boğazı tahriş edici özellikleri test edilmiştir. Etki, birinci sınıf zeytinyağı oleokantı ile karşılaştırılabilir ve ayrıca doza bağlı olmuştur (Beauchamp vd. 2005). Meyvenin olgunlaşma aşamasına bağlı olarak, zeytinyağı ekstraksiyonu sırasında fenolik bileşiklerin transferinin incelendiği araştırmada, Artajo vd.,

(2006) abencor sistemi ile yağ ekstraksiyonu yapılmış, zeytin ezmesine göre zeytin yağı ekstraksiyonundan elde edilen ürünlerin ve yan ürünlerin kütle dengeleri ile birlikte gösterilmiştir. Zeytin ezmesi, prina, yağ ve atık sudaki fenolik bileşikler HPLC ile tanımlanmış ve ölçülmüştür. Çalışma boyunca, basit fenollerin, sekoiridoidlerin ve flavonoidlerin konsantrasyonları, zeytin ezmesi ve prina fazlarında, yağ ve atık su fazlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Yüksek konsantrasyonlarda 4 - (asetoksietil) -1,2-dihidroksibenzen (3,4-DHPEA-AC) ve 3,4-DHPEA'ya (hidroksitirozol) veya p-HPEA'ya (tirozol) bağlı elenolik asidin dialdehidik formu gibi sekoiridoid türevleri (3,4-DHPEA EDA, p-HPEA-EDA, burada EDA elenolik asit dialdehittir) ve bir ofoleuropein aglikon (3,4-DHPEA-EA, EA elenolik asit aldehittir) zeytinyağında birlikte bulunmuştur. 3,4-DHPEA- EDA'nın atık su fazında en bol bulunan polifenol olduğu görülmüştür. Bu, biyotransformasyonun zeytin ekstraksiyonu sırasında, özellikle kırma ve malaksasyon işlemlerinde meydana geldiğini ve yeni bileşiklerin oluşumuna yol açan olası kimyasal değişiklikleri yansıttığını gösterir.

2.2.5. Uçucu Bileşikler

Bir koku alma tepkisine yol açabilen bir bileşiğin minimum konsantrasyonu, bileşiklerin koku eşik değeridir. Lezzet verici bileşikler için koku eşik değerleri, maddenin seçilen bir matriste çözülmesi ve ardından bir duyuşal panel tarafından güvenilir bir şekilde tespit edilebilen minimum konsantrasyonun tanımlanmasıyla belirlenir. Zeytinyağının duyuşal özelliklerine hem olumlu hem de olumsuz katkıda bulunan 120'den fazla uçucu bileşik tespit edilmiştir. (Aparicio ve Luna 2002).

Zeytinyağının eşsiz ve hassas tadı, zeytin meyvesinden yağ ekstraksiyonu sırasında ve sonrasında gelişen uçucu bileşiklere atfedilir. Ekstraksiyon zamanı-sıcaklık etkileşimlerinin uçucu gelişimdeki rolü ve yağ ekstraksiyonundan önce meyve depolaması gibi uçucu gelişimi etkileyen diğer faktörler de dikkate alınır. Ekstraksiyon sırasında gelişen uçucu bileşikler, kimyasal oksidasyondan uçucu bileşiklerin ortaya çıkmasıyla depolama sırasında daha az baskın hale gelir. Belirli uçucu bileşiklerin varlığı veya yokluğu, zeytinyağlarındaki kalite farklılıklarını kısmen açıklar (Kalua vd., 2007).

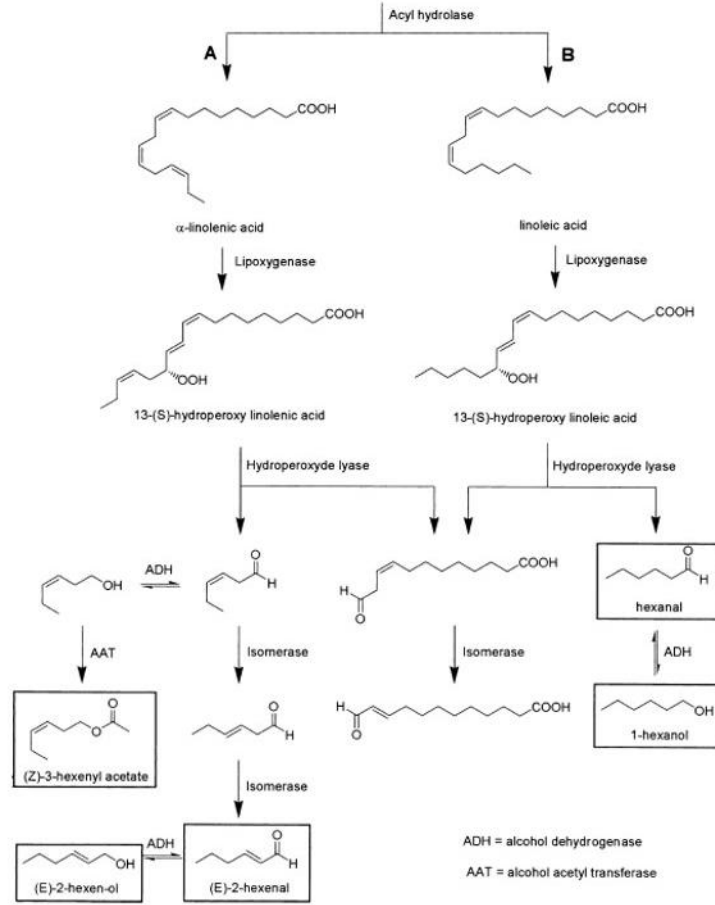
Sızma zeytinyağlarının çoğu duyuusal özelliğinden sorumlu olan uçucu bileşikler, genel yağ kalitesinin değerlendirilmesinde ve tüketiciler arasında tercihlerin oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır. Sızma zeytinyağı tadımı sırasında yaşanan diğer tüm duyular, yağ aromasında çok düşük miktarlarda bulunan çok sayıda uçucu bileşik tarafından koku alma epitelinin uyarılmasına atfedilir (Angerosa 2002).

Zeytin Çekirdeklerinin Olgunlaşma Döngüsünde Solunum Hızı ve Çıkarılan Yağın Kalitesinin araştırıldığı çalışmada, uçucu bileşiklerin, meyve büyümesi sırasında önemli miktarlarda üretilmediği, ancak olgunlaşmanın iklimsel aşamasında ortaya çıktığı tespit edilmiştir. İklimsel dönemde meyveler etilen üreterek biyokimyasal, fiziksel ve kimyasal değişikliklere ve bazı protein ve enzim aktivitelerinde artışa neden olur. Zeytinlerde klimakterik faz, çekirdeklerden elde edilen yağın aromatik uçucu bileşikler açısından zengin, yüksek yağ kalitesi verdiği bir döneme karşılık gelir (Ranalli vd., 1998).

Angerosa vd., (2004) zeytinyağında bulunan uçucu bileşiklerin oluşumunu ortaya koydukları çalışmada, Sızma zeytinyağının uçucu fraksiyonunda başta karbonil bileşikleri, alkoller, esterler ve hidrokarbonlar olmak üzere birçok bileşik bulunmuştur. Şimdiye kadar tanımlanmış farklı bileşiklerin bir listesi, GC-MS tekniği ile atanmış, yakın zamanda literatürde bildirilmiştir. C6 ve C5 bileşikleri, özellikle C6 doğrusal doymamış ve doymuş aldehitler, kantitatif bir bakış açısından yüksek kaliteli sızma zeytinyağlarının uçucu bileşiklerinin en önemli fraksiyonunu temsil eder. Ancak diğer neo-formasyonlu uçucu bileşikler, yani C7 – C11 tekli doymamış aldehitler ve ya C6 – C10 dienaller ve ya C5 dallı aldehitler ve alkoller ve ya bazı C8 ketonlar organoleptik kusurlardan etkilenen sızma zeytinyağının aromasında yüksek konsantrasyonlara ulaşır.

C6 ve C5 bileşikleri, lipoksijenaz (LOX) yolu aracılığıyla çoklu doymamış yağ asitlerinden enzimatik olarak üretilir ve konsantrasyonları, bu LOX yolunda yer alan her enzimin seviyesine ve aktivitesine bağlıdır. Zeytin meyvesinde enzimatik reaksiyonlar sonucu uçucu bileşenler meydana gelmektedir. Linoleik ve linolenik asitin, lipoksijenaz (LOX) enzimi vasıtasıyla parçalanması ile oluşan 9 ve 13-hidroksiperoksitlerden, hidroperoksit liyaz (HPL) enzimi etkisiyle C6 aldehitler oluşmaktadır. Cis-3 formundaki aldehitler daha stabil olan trans-2 formuna dönüşmektedir. C6 aldehitler, alkol dehidrogenaz (ADH) enzimi vasıtasıyla C6 alkollere dönüşmekte ve C6 alkoller ise alkol asetil transferaz (AAT) enzimi ile parçalanarak C6 esterler oluşmaktadır. Enzimatik reaksiyonlar ile uçucu bileşiklerin meydana gelmesi Şekil 2.3'de verilmiştir. Yağ ekstraksiyonu esnasında zeytin

meyvesindeki uçucu bileşikler zeytinyağına geçmektedir (Angerosa vd, 2004). Aldehitler, alkoller, esterler ve hidrokarbonlardan oluşan zeytinyağı aroması kompleks bir karışımdır. C6 aldehit oranı yüksek zeytinyağları kaliteli kabul edilmekte ve C7-C11 aldehit, dallanmış C5 aldehit ve alkoller içeren yağlar ise kalitesi düşük zeytinyağı olarak kabul edilmektedir (Kayahan ve Tekin, 2006).



Şekil 2.2. Lipoxygenase (LOX) yolu (Benincase vd., 2003)

SPME-GC / İyon Kapanı Kütle Spektrometresi ile Güney İtalya Bölgelerinden Natürel Zeytinyağlarının Aroma Aktif Bileşenlerinin Tayini amacıyla yapılan çalışmada lipoxygenase yolu Şekil 2.2'deki gibi açıklanmıştır. İstatistiksel analizlerden elde edilen sonuçlara dayanarak, sırasıyla Apulia ve Sicilya'da üretilen zeytinyağlarının ayırımına izin verebilir. Son olarak, istatistiksel analiz, bazı monovarietal zeytinyağlarını ayırt etmek için uçucu bileşenlerin yararlılığını da doğrular. Bu nedenle, uçucu bileşenler ve kemometrik teknikler gibi basit ve nispeten ucuz analitik parametrelerin kombinasyonu, zeytinyağlarını karakterize etmek ve sınıflandırmak için yararlı bir aracı temsil eder.(Benincase vd. 2003).

Bahsedilen yollarla ilgili çeşitli uçucu bileşiklerin katkısının yanı sıra, diğer bileşiklerin, özellikle oto-oksidasyon işlemlerinden türetilen aldehitlerin rolü de zeytinyağının nihai aroması olarak dikkate alınmalıdır (Angerosa, 2002). Olası fermentasyonlardan, bazı aminoasitlerin dönüştürülmesinden, küflerin enzimatik aktivitelerinden veya oksidatif süreçlerden kaynaklanan diğer metabolize ürünler, sızma zeytinyağının kötü tadı ile yakından ilişkilidir. Şek. 1, karbonil bileşikleri, alkoller, esterler ve hidrokarbonlar gibi birkaç bileşik, zeytinyağının aroma profiline katkıda bulunur (Angerosa vd., 2004).

Memecik zeytin çeşidinde kaolin ve glisin betain uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, Şirin (2013) olgunluk indeksi verilerinin istatistiksel analiz sonunda, bir önceki yıl verimsiz olan ağaçlardan elde edilen veriler istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Verimli ağaçlarda ise olgunluk indeksi değerlerinin varyans analizinde sıklık/doz ortalama değeri %95 güvenle istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Sıklık/doz ortalama değerleri sırasıyla kontrol (4.836), üç kere %3'lük doz (4.588) ve iki kere %3'lük doz (4.062) şeklinde görülmüştür. Bu değerlere göre, uygulama yapılmayan kontrol ağaçlarına ait meyvelerde olgunluğun daha ileri aşamada olduğu ve kaolin ile glisin betain uygulamaların olgunlaşmayı geciktirdiği söylenebilir. Araştırmada, kaolin ve glisin betain uygulamalarının, zeytinyağı verimi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla, zeytinyağında serbest yağ asitleri miktarı (% oleik asit), iyot sayısı, peroksit sayısı (meqO₂/kg) ve doymuş-doymamış yağ asitleri tayini yapılmıştır. Zeytinyağı serbest yağ asitleri miktarı (Oleik asit) TSE ISO 660 analiz metodu ile belirlenmiştir. Serbest yağ asitlik değeri zeytinyağı sınıflandırma için önemli bir kalite kriteridir. Kaolin uygulamasının tüm sıklık/doz seviyelerinde serbest asitlik değerini değeri kontrol grubuna göre yüksek değerde gözlenmiştir. Glisin betain uygulanmış ağaçlarda ise üç kere %3'lük doz seviyesinde kontrole göre daha yüksek değer saptanmıştır.

2.3. Kültürel Faaliyetlerin Zeytinyağı Kalitesine Etkileri

Çeşit seçiminin zeytinyağında bulunan toplam fenolik maddeye yansımaları açısından yapılan bir çalışmada, İlarioni ve Proietti (2014) farklı zeytin çeşitlerinin fenolik madde miktarlarını karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışmada zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların

toplam fenolik madde miktarı 200 mg/kg dan düşük ise “düşük”, 200 mg/kg ile 400 mg/kg arasında ise “orta”, 400 mg/kg ile 600 mg/kg arasında ise “yüksek” ve 600mg/kg dan fazla ise “çok yüksek” olarak nitelendirilmiştir. Çalışmada, “Coratina” çeşidinin toplam fenolik madde miktarı “çok yüksek” çıkarken, Arbequina ve Kalamata çeşitlerinin “düşük” çıkmıştır.

Sevim vd. (2016), “Bazı Önemli Zeytin Çeşitlerinden Elde Edilen Yağların Minör Bileşenlerinin ve Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi” başlıklı çalışmalarında, ülkemizin önemli zeytin çeşitleri olan Ayvalık, Memecik, Gemlik ve Uslu zeytin çeşitlerinden elde edilen yağlar analiz edilmiştir. Elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde, α - tokoferol, klorofil ve karotenoid miktarları ile DPPH antioksidan aktivitesi belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarının 46,15-383,67 mg CAE/kg yağ arasında, klorofil miktarının 0,55-2,01 mg/kg arasında, karotenoid miktarının 0,79-2,07 mg/kg arasında ve antioksidan aktivitesinin 45,16-122,86 μ mol TE/100 g yağ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmada Gemlik zeytin çeşidinden elde edilen zeytinyağının toplam fenolik madde miktarının ve antioksidan aktivitesinin, Ayvalık zeytin çeşidinden elde edilen yağın klorofil ve karotenoid miktarının en yüksek olduğu saptanmıştır.

Rallo ve ark. (2013), iyi güneş ışığı alan ağaçlardan elde edilen ürünlerdeki fenolik madde içeriği ve yağ kalitesinin iyi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, sık dikim zeytin yetiştiriciliğinin önemli sorunlarından olan Verticillium solgunluğunun önlenmesinde de, ağaç taç yapısının önemini vurgulamışlardır.

Guerfel vd. (2010), Tunus’da sulanmayan koşullarda Chemlali zeytin çeşidini, dekara 5.1, 6.9, 10.0 ve 15.6 ağaç olacak şekilde dikmişler ve ağaç sayısının artışına paralel olarak, ağaçlar arasındaki su rekabetini arttırması nedeniyle, kurak bölgelerde sık dikimin uygun olmayabileceğini vurgulamışlardır. Aynı çalışmada, sızma zeytin yağlarında en yüksek oleik asit (%65,5), toplam fenol (%1059,8 mg kg⁻¹), klorofil ve karatenoid miktarları, dekara 10.0 ağaç dikim sıklığında saptanmıştır. Dikim sıklığı arttıkça, daha yüksek stabilize yağ alınmıştır (Guerfel ve ark., 2010b).

‘Yamalak sarısı’ zeytin fidanlarında su stresi ve osmoprotektan uygulamasının fizyolojik ve morfolojik değişimler üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, glisin betain uygulanan su düzeylerindeki sulama suyu gereksiniminin kontrole oranla önemli miktarda azaldığı, %75 su uygulamasının ön plana çıktığı ve zeytin fidanlarında su stres çalışmalarında glisin betain uygulanabilirliği ile birlikte %25 düzeyinde

su kısıtının uygulanmasının önerilebileceği ortaya konmuştur (Akyüz, 2017).

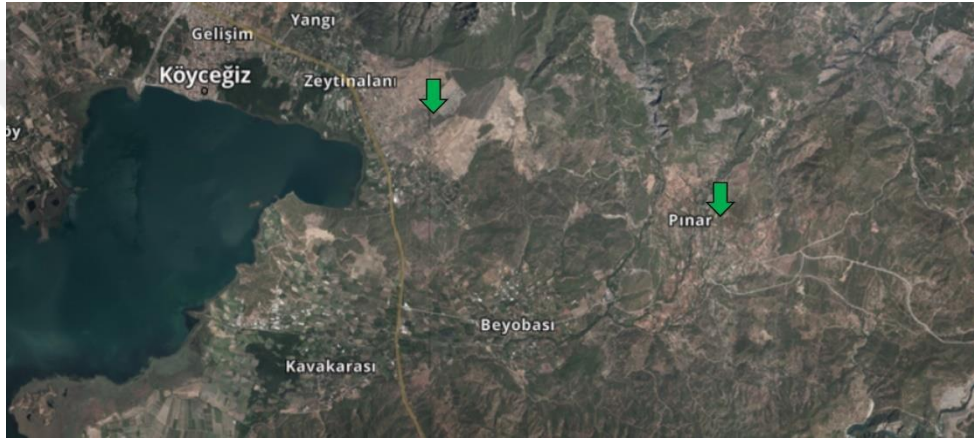
Zeytin yetiştiriciliğinde gübrelemenin zeytinyağının içeriğine olan etkileri de araştırmacılar tarafından incelenmiştir.

Fernandes-Escobar vd., (2006), Picual zeytin çeşidi üzerine yaptıkları araştırmada, azotlu gübrelemenin zeytinyağı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada kontrol ağaçlarında bile azot eksikliği görülmediğinden azot noksanlığının zeytinyağına etkisi bulunamasa da aşırı azotun zeytinyağına etkisi ortaya konulmuştur. Yapılan çalışmada, Aşırı azot meyvede birikmiş ve sonuç olarak ana doğal antioksidanlar olan polifenol içeriği, azot meyvede arttıkça zeytinyağında önemli ölçüde azalmıştır. Polifenollerdeki azalma, yağın oksidatifstabilitesinde ve acılıkta önemli bir azalmaya neden olmuştur. Öte yandan, tokoferol içeriği azot uygulamasıyla, özellikle zeytinyağındaki ana bileşen olan a-tokoferolde bir artışla artmıştır. Pigment içeriği, özellikle de karotenoid ve klorofilik pigmentler üzerinde, ikisi de yağ asidi bileşimi üzerinde bir etki bulunamamıştır.

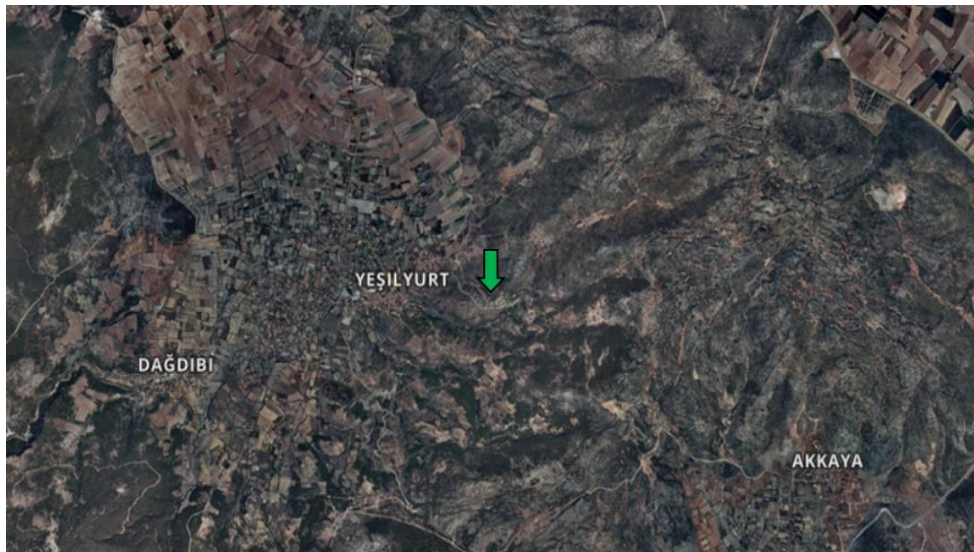
Türkiye’de, farklı rakımlardaki (25 m, 74 m, 132 m, 202 m, 250 m) bahçelerden, bir yılda (2006) iki olgunluk döneminde (renk dönümü, siyah dönem), iki yıl üç olgunluk döneminde (yeşil, renk dönümü, siyah dönem) ayvalık zeytin çeşidinin meyve kalitesi ve yağlarına ait aroma bileşenleri araştırılmıştır. Çalışmada 16 standart aroma bileşeni, natürel sızma zeytinyağlarında ana aroma bileşeni olarak tespit edilmiştir. Sonuçların, natürel zeytinyağlarında farklı uçucu bileşen birikimlerinin çeşit özelliği olarak ortaya çıkan genetik faktörler yanında enzim miktarı ve aktivite farklılıklarına da bağlı olduğu, ayrıca yükselti ve farklı olgunluk dönemlerinin de önemli etki oluşturduğu bildirilmiştir. (Toker 2009).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma materyali olarak Muğla ilinde yetiştirilen Memecik zeytin çeşidi kullanılmıştır. 40 m 220 m ve 520 m rakımlarda yetiştirilen Memecik çeşidi zeytinler 3 farklı olgunluk dönemlerinde elle toplanarak sıkım işlemi yapılmıştır. Resim 3.1 ve Resim 3.2’de hasat yapılan zeytin bahçeleri harita üzerinden işaretlenmiştir.



Resim 3.1. 40 metre (Zeytinaları) ve 220 metre (Pınar) rakımlı mahallelerden zeytin hasadı yapılan yerler.



Resim 3.2. 520 metre rakımlı (Yeşilyurt) mahalleden zeytin hasadı yapılan yer.

3.1. Zeytin Hasatı

Zeytin meyvesinin oksidatif dejenerasyona uğramaması ve herhangi bir mekanik hasar görmemesi amacıyla hasat yapılırken gereken hassasiyet gösterilmiştir. Bu anlamda zeytin meyvesinin yere düşmeden elle toplanarak kasalara konulması ve mümkün olan en kısa sürede bekletilmeden yağa işlenmesi sağlanmıştır (Resim 3.3).



Resim 3.3. 40 m rakımlı Zeytinalanı Mahallesi yapılan elle hasata ilişkin fotoğraf.

19.08.2020 tarihinde Muğla ili Köyceğiz İlçesi Zeytinalanı Mahallesi (40 m rakımlı) bulunan zeytin bahçesinden zeytin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen zeytinlerin olgunluk indeksi 0 (sıfır) olarak ölçülmüştür. Zeytinler mekanik yöntemle aynı gün zeytinyağına işlenmiştir.

10.09.2020 tarihinde Muğla ili Köyceğiz İlçesi Pınar Mahallesi (220 m rakımlı) bulunan zeytin bahçesinden zeytin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen zeytinlerin olgunluk indeksi 0 (sıfır) olarak ölçülmüştür. Zeytinler mekanik yöntemle aynı gün zeytinyağına işlenmiştir.

22.09.2020 tarihinde Muğla ili Mentеше İlçesi Yeşilyurt Mahallesiinde (520 m rakımlı) bulunan zeytin bahçesinden zeytin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen zeytinlerin olgunluk indeksi 0 (sıfır) olarak ölçülmüştür. Zeytinler mekanik yöntemle aynı gün zeytinyağına işlenmiştir.

25.09.2020 tarihinde Muğla ili Köyceğiz İlçesi Zeytinalanı Mahallesiinde (40 m rakımlı) bulunan zeytin bahçesinden zeytin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen zeytinlerin olgunluk indeksi 3 (üç) olarak ölçülmüştür. Zeytinler mekanik yöntemle aynı gün zeytinyağına işlenmiştir.

07.10.2020 tarihinde Muğla ili Köyceğiz İlçesi Pınar Mahallesiinde (220 m rakımlı) bulunan zeytin bahçesinden zeytin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen zeytinlerin olgunluk indeksi 3 (üç) olarak ölçülmüştür. Zeytinler mekanik yöntemle aynı gün zeytinyağına işlenmiştir.

20.10.2020 tarihinde Muğla ili Mentеше İlçesi Yeşilyurt Mahallesiinde (520 m rakımlı) bulunan zeytin bahçesinden zeytin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen zeytinlerin olgunluk indeksi 3 (üç) olarak ölçülmüştür. Zeytinler mekanik yöntemle aynı gün zeytinyağına işlenmiştir.

15.11.2020 tarihinde Muğla ili Köyceğiz İlçesi Zeytinalanı Mahallesiinde (40 m rakımlı) bulunan zeytin bahçesinden zeytin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen zeytinlerin olgunluk indeksi 7 (yedi) olarak ölçülmüştür. Zeytinler mekanik yöntemle aynı gün zeytinyağına işlenmiştir.

25.11.2020 tarihinde Muğla ili Köyceğiz İlçesi Pınar Mahallesiinde (220 m rakımlı) bulunan zeytin bahçesinden zeytin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen zeytinlerin olgunluk indeksi 7 (yedi) olarak ölçülmüştür. Zeytinler mekanik yöntemle aynı gün zeytinyağına işlenmiştir.

07.12.2020 tarihinde Muğla ili Mentеше İlçesi Yeşilyurt Mahallesiinde (520 m rakımlı) bulunan zeytin bahçesinden zeytin hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen zeytinlerin olgunluk indeksi 7 (yedi) olarak ölçülmüştür. Zeytinler mekanik yöntemle aynı gün zeytinyağına işlenmiştir.

Çizelge 3.1. Rakım ve Olgunluk İndekslerine Göre Hasat Tarihleri

		Rakım		
		40 m	220 m	520 m
Olgunluk İndeksi	0	19.08.2020	10.09.2020	22.09.2020
	3	25.09.2020	7.10.2020	20.10.2020
	7	15.11.2020	25.11.2020	7.12.2020

3.2. Olgunluk İndeksi Hesaplanması

Olgunluk indeksi; her tekerrürden tesadüfi olarak seçilen 100 zeytinde Boskou (1996) göre tanımlanarak saptanmıştır. Zeytinler ikiye kesilerek;

0= Meyve kabuğu koyu yeşil,

1= meyve kabuğu sarı ya da sarımsı yeşil,

2= Meyve kabuğu sarımsı yeşil ancak üzeri kırmızımsı noktalı,

3= Meyve kabuğu kırmızımsı ya da hafif violet,

4= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti tamamen yeşil,

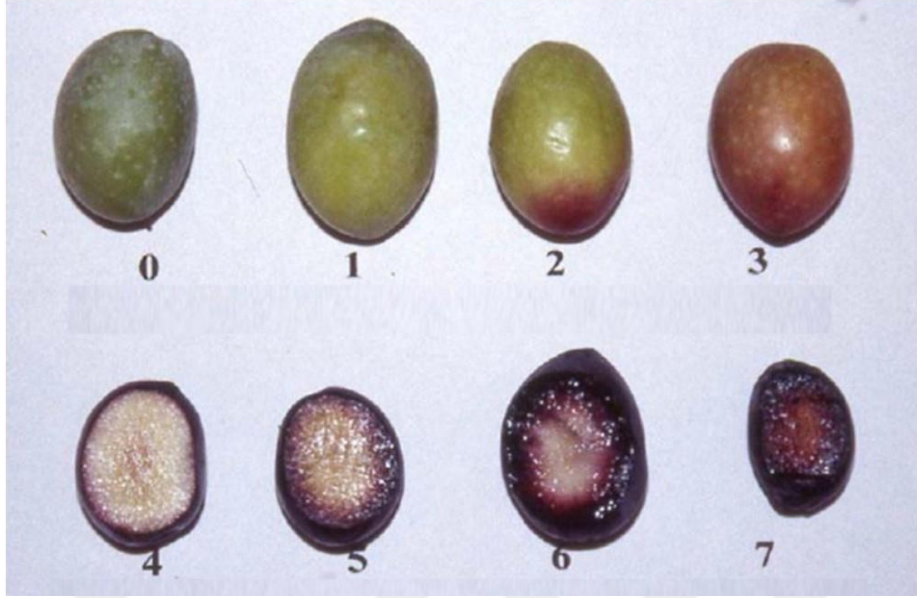
5= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti çekirdeğin yarısına doğru violet renkte,

6= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti hemen çekirdeğe kadar violet,

7= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti tamamen siyah olmak üzere;

8 kategoriye göre sınıflandırılmıştır. Bu sekiz kategori arasından 1, 3 ve 7 olmak üzere üç farklı olgunluk indeksine sahip zeytinler elle hasat edilerek toplanarak ve zeytinyağına işlenmiştir.

$$\text{Olgunluk indeksi} = [(0 \times n_0) + (1 \times n_1) + (2 \times n_2) + \dots + (7 \times n_7)] / 100$$



Resim 3.4. Zeytin örneklerinde olgunluk indeksinin hesaplanmasında kullanılan renk skalası (Anonim, 2007).

3.3. Zeytinyağı Elde Edilmesi

Zeytinler ev tipi aletlerden faydalanılarak mekanik yöntemle zeytinyağına işlenmiştir. Zeytinler işleme sırasında uygulanan aşamalar aşağıda sıralanmıştır.

Yıkama; Hasat edilen zeytinler saplarından ve yabancı maddelerinden uzaklaştırılarak musluk suyu ile yıkanmıştır.

Kırma; Yabancı maddelerden ayrılan zeytinler çekirdekleriyle birlikte ev tipi mikser yardımıyla kabaca kırılmıştır. Bu işlemden sonra gene mikser yardımıyla kırılan zeytinler hamur haline getirilmiştir.

Malaksasyon; Elde edilen hamur 30 dakika boyunca elle karıştırılmıştır. Bu aşamada ilk yağ zerrelere göz ile görülmüştür. Diğer taraftan, malaksasyon aşaması hamurun hava ile temas ettiği bir ortamda yapılmıştır.

Sıkma ve Filtreleme; 30 dakika boyunca elle karıştırılan ve ilk yağ zerrelere gözlenen zeytin hamuru üzerine ağırlık konularak sıkılmıştır daha sonra ince filtreden geçirilerek yağ ile suyun ayrışması sağlanmıştır. Bu aşamada da zeytin hamurunun ve sıkılan yağ-su karışımının hava ile temas etmesi engellenememiştir.

3.4. Kimyasal Analizler

Kimyasal analizler, Aydın Ticaret Borsası Özel Gıda Kontrol Laboratuvarından hizmet alımı şeklinde yapılmıştır. Yapılan kimyasal analizlerde izlenen metod aşağıdaki gibidir.

3.4.1. Yağ Asitliği Analizi

Zeytinyağlarının serbest asitlik tayini Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ no: 2010/36)'ya göre yapılmıştır. Bu metod zeytinyağındaki serbest yağ asitleri miktarının belirlenmesi prosedürünü tanımlar. Serbest yağ asitlerinin miktarı, genel olarak hesaplanan serbest asitlik (% , oleik asit cinsinden) şeklinde ifade edilir. Söz konusu tebliğ serbest yağ asitliği analizi metodunu aşağıdaki gibi açıklamıştır.

Numune çözücü karışımları içinde çözünür ve mevcut serbest yağ asitleri etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile titre edilmiştir. Tüm kimyasallar analitik saflıktadır ve saf su kullanılmıştır. Her 100 mL'lik etanol-dietil eter çözeltisi (1:1 oranında, v/v), kullanımdan hemen önce 0,3 mL fenolftalein indikatörlüğünde etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile nötralize edilmiştir.

Numune titrasyondan önce nötralize edilmiş 50 – 150 mL etanol-dietil eter çözeltisi içinde çözülür. 0,1 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile renk değişene kadar karıştırılarak titre edilmiştir. (Fenolftaleinin hafif pembe rengi en az 10 saniye kalıcı olmalıdır.) Titrasyonda kullanılan etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin yerine ilave edilen su miktarının faz ayırmasına sebep olmaması şartıyla potasyum veya sodyum hidroksitin sulu çözeltisi kullanılabilir. 0,1 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin sarfiyatı 10 mL'yi geçerse, 0,5 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisi kullanılır. Titrasyon sırasında bulanıklık oluşursa nötralize edilmiş etanol-dietil eter çözeltisinden bulanıklık kayboluncaya kadar ilave edilir.

Serbest yağ asitliği: % oleik asit cinsinden ifade edilir. Serbest yağ asitliği ağırlığın yüzdesi olarak aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$V \times c \times \frac{M}{1000} \times \frac{100}{m} = \frac{V \times c \times M}{10 \times m}$$

Burada:

V = Etanollü potasyum hidroksit sarfiyatı (mL)

c = Ayarlı etanollü potasyum hidroksit çözeltisinin derişimi (N),

M = Oleik asitin moleköl ağırlığı (= 282);

m = Numune miktarı (g)

3.4.2. Peroksit Değeri Tayini

Zeytinyağlarının peroksit değeri tayini Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ no: 2010/36)'ya göre yapılmıştır. Bu Tebliğ zeytinyağı ve pirina yağının peroksit değerinin saptanmasında kullanılan yöntemi tanımlamaktadır. Peroksit değeri: Tanımlanan analiz şartlarında potasyum iyodürü okside eden bir kilogram yağdaki aktif oksijenin milieşdeğer ağırlığıdır. Asetik asit-izooktan çözeltisi içinde çözünen numunenin potasyum iyodür çözeltisi ile muameleye tabi tutulması ve açığa çıkan serbest iyotun, ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmesidir.

Söz konusu tebliğ peroksit değeri tayini metodunu aşağıdaki gibi açıklamıştır.

Malzemeler

250 mL'lik şilifli cam balon

25 ya da 50 mL'lik büret (0,1 mL taksimatlı)

Reaktifler

Analitik saflıkta izooktan

Analitik saflıkta buzlu (glasiyel) asetik asit

İyot ve iyodat içermeyen doygun potasyum iyodürün sulu çözeltisi

0,1 N'lik sodyum tiyosülfatın sulu çözeltisi

5 g/L 'lik çözünür doğal nişasta çözeltisi

Numune, beklenen peroksit değerine göre aşağıdaki Tablo kullanılarak şilifli balon içerisine 0,001g hassasiyetle tartılır.

Beklenen peroksit değeri

(meq aktif oksijen/kg yağ)	Numune ağırlığı (g)
0 – 12	5,0 – 2,0
12 – 20	2,0 – 1,2
20 – 30	1,2 – 0,8
30 – 50	0,8 – 0,5
50 – 90	0,5 – 0,3

Asetik asit izooktan (60:40) çözeltisi hazırlanır. Hazırlanan bu çözülden 50 mL örnek üzerine ilave edilir, kapak kapatılır. Örnek çözünene kadar çalkalanır. Üzerine tam 0,5 mL doymuş potasyum iyodür ilave edilir. 1 dakika çalkalanır ve hemen 30 mL saf su ilave edilir. Sarı renk nerdeyse kaybolana kadar sodyum tiyosülfat ile titre edilir. Yaklaşık 0,5 mL nişasta çözeltisi eklenir. Mavi renk kaybolana kadar damla damla sodyum tiyosülfatla titre edilir.

(Beklenen peroksit değeri 12'nin altında ise titrasyonda 0,002 N ve 12'nin üstünde ise 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi kullanılmalıdır).

Eş zamanlı olarak bir kör deneme yapılır. Eğer kör denemede 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisinin sarfiyatı 0,1 mL'sini aşarsa kimyasallar değiştirilir.

Sonuçların ifade edilmesi

Peroksit değeri (PV) kilogram başına aktif oksijenin milieşdeğer ağırlık cinsinden aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$PV = \frac{1000 \times (V - V_0) \times c}{m}$$

Burada;

V = Analiz için harcanan ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisinin mililitre cinsinden hacmi, mililitre

V_0 =Kör deneme için harcanan ayarlı sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi, mililitre

c = Harcanan sodyum tiyosülfat çözeltisinin kesin molaritesi;

m = Numunenin g cinsinden ağırlığı

Analiz iki paralel olarak yapılır. Sonuç iki hesaplamamanın aritmetik ortalamasıdır.

3.4.3. Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde analizi, Aydın Ticaret Borsası Özel Gıda Kontrol Laboratuvarından hizmet alımı şeklinde yapılmıştır.

Zeytinyağlarında Biyofenollerin Hplc İle Belirlenmesi metodu, Uluslararası Zeytin Konseyi tarafından benimsenen ve prensipleri ortaya konulan bir metottur. Bu yöntem, oleuropein ve ligstrosidin doğal ve oksitlenmiş türevleri, lignanlar, flavonoidler ve fenolik asitler gibi zeytinyağlarındaki biyofenolik minör polar (BMP) bileşiklerin ekstraksiyonu ve HPLC miktarının belirlenmesi için bir prosedürü açıklamaktadır. Ölçüm aralığı 30 mg/kg ile 800 mg/kg arasındadır. Yöntem, biyofenolik minör polar bileşiklerin bir metanol çözeltisi aracılığıyla zeytinyağından doğrudan ekstraksiyonuna ve ardından 280 nm'de bir UV detektörü yardımıyla HPLC ile ölçülmesine dayanır. İç standart olarak siringik asit kullanılır. (COI/T.20/Doc. No 29/Rev.1 2017)

Prosedür; 10 mL vidalı kapaklı bir test tüpünde 2,0 g zeytinyağı doğru bir şekilde tartılır. Önceden tartılmış numuneye 1 mL dahili standart solüsyon aktarılır. Vidalı kapakla kapatın ve tam olarak 30 saniye sallayın. 5 mL (3.3) metanol / su 80/20 (V / V) ekstraksiyon solüsyonu ilave edin. Tam olarak 1 dakika çalkalayın. Oda sıcaklığında 15 dakika ultrasonik banyoda ekstrakte edilir. 25 dakika için 5000 devir / dakikada santrifüjleyin. Süpernatant fazından bir bölüntü alın ve 0.45 µm PVDF filtre ile 5 mL plastik şırıngadan süzün. (COI/T.20/Doc. No 29/Rev.1 2017)

HPLC analizi; UV spektrofotometreyi analizden en az 1 saat önce açın. Kromatografi kolonu, elüsyon çözücüsü (başlangıç bileşimi) (su% 0,2 H₃PO₄ (V / V) / metanol / asetonitril 96/2/2 (V / V / V)) (gradyan elüsyonu) ile en az 15 dakika koşullandırılmalıdır. HPLC sistemine 20 µL metanol / su 80/20 (V / V) (4.8) enjekte

edilerek her zaman bir ön boş gradyan kromatografik çalıştırma yapılmalıdır (araya giren ortak elüsyon zirveleri olmadığından emin olmak için). 20 µL harici kalibrasyon standart solüsyonu enjekte edin ve kromatogramı 280 nm'de kaydedin. 1 µg tirozol ve 1 µg siringik asit için yanıt faktörleri RF'nin değerlerini hesaplayın. RRF_{syr} / tyr adı verilen siringik asidin yanıt faktörünün tirosole oranını hesaplayın. Değerleri not edin (6.2). HPLC sistemine 20 µL nihai numune çözeltisi enjekte edin ve kromatogramı 280 nm'de kaydedin. Aynı numune üzerinde iki bağımsız belirleme gerçekleştirin ve sonuçların yöntemin kesinlik değerleri içinde kaldığını kontrol edin.

3.5. İstatistiki Değerlendirme

Deneme bölünmüş parseller deneme deseninde TARİST paket program yardımıyla analiz edilmiştir. Ortalamalar Duncan (%5) testi ile gruplandırılmıştır (Düzgüneş vd., 1987; Açıkgoz vd., 1994).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Meteorolojik Ölçümler

Örneklerin toplandığı ilde ilgili aylara ait ortalama sıcaklık değerleri 1928-2020 ölçüm periyodu verileri ile hesaplanarak Çizelge 4.1’de sunulmuştur (M.G.M. Resmi verileri) . Bu veriler her ne kadar ilin iklimsel yapısına dair bir fikir verse de örneklerin toplandığı 2020 yılına ilişkin meteorolojik veriler, örneklerin hangi koşullar altında yetiştirildiğine dair daha bilgilendirici olacaktır.

Çizelge 4.1. Muğla iline ait mevsim normalleri (Anonim, 2021)

MUĞLA	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	26,2	21,9	16,2	10,8	7,0	15,1
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	33,5	29,2	23,1	16,6	11,5	21,2
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	19,6	15,3	10,3	5,9	3,2	9,6
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	11,0	9,5	6,9	4,8	3,4	7,3
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	1,7	2,9	7,2	9,9	14,7	100,9
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)	14,7	23,3	73,4	136,5	265,5	1208,3

4.2. Kimyasal Analizler

Bu tez kapsamında yapılan analizler hizmet alımı ile Aydın Ticaret Borsası Laboratuvarında yaptırılmıştır. Elde edilen zeytinyağları üç temel analizden geçirilmiştir. Bu analizler, serbest yağ asitliği (Oleik asit cins.), peroksit sayısı tayini, toplam polifenol miktarı (tyrosol cins.) olarak sıralanmıştır.

4.2.1. Serbest Yağ Asitliği Analizi

Rakım ve olgunluk indekslerine göre serbest yağ asitliği özelliğindeki değişimler Çizelge 4.2’de topluca verilmiştir.

Çizelge 4.2. Rakım ve Olgunluk İndekslerine göre Serbest Yağ Asitliği Özelliğinin değişimi(%)

	Rakım				
		40	220	520	Ort
Olgunluk İndeksi	0	1,12 aB*	0,38 aA	1,75 aC	0,75 c
	3	4,75 cB	3,25 bA	3,20 bA	3,73 a
	7	3,9 bB	3,30 bA	3,08 bA	3,42 b
Ort		2,92 a	2,31 b	2,67 ab	

* Sütünlarda Olgunluk İndeksi ortalamaları küçük harflerle, satırlarda ise Rakım ortalamaları büyük harflerle gruplandırılmıştır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p<0,05$).

40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerin serbest yağ asitliği değerleri 0 olgunluk indeksinde 1.12; 3 olgunluk indeksinde 4.75 ve 7 olgunluk indeksinde ise 3.9 olarak tespit edilmiştir.

220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerin serbest yağ asitliği değerleri 0 olgunluk indeksinde 0.38; 3 olgunluk indeksinde 3.25 ve 7 olgunluk indeksinde ise 3.3 olarak tespit edilmiştir.

520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerin serbest yağ asitliği değerleri 0 olgunluk indeksinde 1,75; 3 olgunluk indeksinde 3.2 ve 7 olgunluk indeksinde ise 3.08 olarak tespit edilmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Tebliği'ne (Tebliğ No: 2017/26) göre serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2.0 gramdan fazla olan ve/veya duyusal ve karakteristik özellikleri bakımından doğrudan tüketime uygun olmayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlar olarak sınıflandırılmış olup Ham zeytinyağı/Rafinajlık olarak adlandırılmaktadır.

40 m rakımda 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerindeki zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değerlerinin ortalaması 2.92 (% oleik asit cinsinden) bulunmuştur. Serbest yağ asitliği 40 m rakımda 0 olgunluk indeksinde ortalamanın altında iken 40m rakımda 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

220 m rakımda 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerindeki zeytinlerin serbest yağ asitliği değerlerinin ortalaması 2.31 (% oleik asit cinsinden) bulunmuştur. Serbest yağ asitliği 220 m rakımda 0 olgunluk indeksinde ortalamanın altında iken 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

520 m rakımda 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerindeki zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değerlerinin ortalaması 2.67 (% oleik asit cinsinden) bulunmuştur. Serbest yağ asitliği 0 olgunluk indeksinde ortalamanın altında iken 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

Dolayısıyla, 0 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının tümünün serbest yağ asitliği değerleri ortalamanın altında bulunmuştur. Zeytin meyvesi olgunlaştıkça, elde edilecek zeytinyağının serbest yağ asitliği değerinin de artabileceği görülmektedir. Öte yandan, literatürde yapılan diğer çalışmalar serbest yağ asitliği parametresinin işleme, depolama, hasat şekli gibi diğer işlemlerden de ne şekilde etkilendiğini ortaya koymuştur.

0 olgunluk indeksinde 40 m, 220 m ve 520 m rakımlarda hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği ortalaması ise 0.75 bulunmuştur. 0 olgunluk indeksinde 220 m rakımda hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değeri ortalamanın oldukça altındadır. 0 olgunluk indeksinde 40 m rakım ve 0 olgunluk indeksinde 520 m rakımdan hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değeri ise ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

3 olgunluk indeksinde 40 m, 220 m ve 520 m rakımlarda hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği ortalaması ise 3.73 bulunmuştur. 3 olgunluk indeksinde 220 m ve 520 m rakımda hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değeri ortalamanın oldukça altındadır. 3 olgunluk indeksinde 40 m rakımda hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değeri ise ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

7 olgunluk indeksinde 40 m, 220 m ve 520 m rakımlarda hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği ortalaması ise 3.42 bulunmuştur. 7 olgunluk indeksinde 220 m ve 520 m rakımda hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değeri ortalamanın oldukça altındadır. 7 olgunluk indeksinde 40 m rakımda hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değeri ise

ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

Dolayısıyla, aynı olgunluk indekslerinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği değerlerinin rakım yükseldikçe ortalamanın altında olduğu, bir başka ifadeyle, rakımın artmasıyla serbest yağ asitliği değerinin ortalamalarının altında kaldığı görülmektedir. Bu itibarla, rakım artışının serbest yağ asitliği kalite parametresine olumlu bir etkiye sebep olacağı düşünülmektedir.

Örneklerin tümü incelendiğinde, 0 olgunluk indeksinde 220 m rakımdan hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının en düşük serbest yağ asitliği değerine sahip olduğu diğer yandan, 3 olgunluk indeksinde 40 m rakımdan hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağının ise en yüksek serbest yağ asitliği değerinde bulunduğu görülmüştür. Bu durumun nedeni zeytinyağlarının elde edilme sürecinde sıkma ve filtreleme aşamalarının süre olarak uzun sürmesi ve bu süre zarfında oksijen ve ışıkla çok fazla temas etmesi olduğu düşünülmektedir.

40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalama 2.92 (% oleik asit cins.) serbest yağ asitliği ölçülmüştür. 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalama 2,31 (% oleik asit cins.) serbest yağ asitliği ölçülmüştür. 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalama 2.67 (% oleik asit cins.) serbest yağ asitliği ölçülmüştür. Bu ortalamalara göre 40 m rakımda yüksek serbest yağ asitliği değeri içeren zeytinyağı elde edilmiş 220 m rakımda ise nispeten düşük ortalama serbest yağ asitliği değeri içeren zeytinyağı elde edilmiştir.

0 olgunluk indeksinde 40 m , 220 m ve 520 m rakımlı bahçelerden hasat edilen zeytinlerin yağlarına ait serbest yağ asitliği ortalaması 0,75 (% oleik asit cins.) serbest yağ asitliği ölçülmüştür. 3 olgunluk indeksinde 40m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait toplam fenolik madde miktarı ortalaması 3,73 (% oleik asit cins.) serbest yağ asitliği ölçülmüştür. 7 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen

zeytinyağları, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 520 m rakımlı Muğla ili Mentеше ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait toplam fenolik madde miktarı ortalaması 3,42 (% oleik asit cins.) serbest yağ asitliği ölçülmüştür. Bu veriler ışığında 0 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği miktarı ortalaması en düşük çıkarken, 3 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği miktarı ortalaması en yüksek çıkmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, serbest yağ asitliği değerine olgunluk İndeksinin istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, rakımın serbest yağ asitliği değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur.

Benzer şekilde, Akhisar zeytinlerinin yağ çıkarma öncesi farklı şekillerde bekletmenin ve sürenin zeytinyağı kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Gödeli (2015), yağ çıkarma öncesi farklı bekletme şekil ve sürelerinin Akhisar yöresi zeytinlerinden elde edilen yağların serbest yağ asit niceliklerinde meydana gelen değişimlere ait istatistiksel veriler incelendiğinde çeşit bekletme şekli bekletme süresi etkileşiminin serbest yağ asitliği üzerine (örneklerin serbest yağ içerikleri % 0,25 ile 2,70 arasında değişmektedir.) etkisi olduğu belirlenmiştir

Nizip ve çevresinde satışa sunulan zeytinyağı örneklerinin bazı özelliklerini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmada, Yağ örneklerinin serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden, 100 g yağda 0.04 g ile 6.68 g arasında belirlenmiştir. Gemlik (Ege), Nizip Yağlık, Derik ve Kızıltepe Yeşili zeytinyağı örneklerinin asitliğinin birden küçük olduğu belirlenmiştir. Asitlik bakımından bu yağların Extra Natürel sınıfına girdiği anlaşılmaktadır. Nizip/gemlik, Natürel ikinci sınıfa girerken, Basmalık Celep ve Hatay Naturel sızma zeytinyağları Naturel ikinci sınıfa bile giremeyecek düzeyde yüksek asitliğe sahiptir (Türkoğlu vd. 2012).

Türk zeytinyağlarının zeytin çeşitlerine göre aroma profillerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, yağ örneklerinin serbest asitliği oranları birinci yıl örneklerinde % 0.16 (A7) ile % 1.05 (A28), 2. yıl örneklerinde ise % 0.25 (B24)-% 3.46 (B8) arasında değişmiştir. Türk Gıda Kodeksi “Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği” ne göre serbest yağ asitliği esas alınarak yapılan sınıflandırmada Natürel sızma zeytinyağı için belirlenen üst sınır % 0.8, Natürel birinci zeytinyağı için ise % 2.0 olarak belirtilmiştir. /İlk yıl

örneklerinden A20 ve A28 nolu örnekler hariç diğerleri “Natürel sızma zeytinyağı” kategorisine girerken bu iki örnek “Natürel birinci zeytinyağı” kategorisine girmektedir (Kıralan 2010).

4.2.3. Peroksit Sayısı

Rakım ve olgunluk indekslerine göre peroksit sayısı değişimleri Çizelge 4.3’de topluca verilmiştir.

Çizelge 4.3. Rakım ve Olgunluk İndekslerine göre Peroksit Sayısının değişimi (meqO₂/kg)

	Rakım				
		40	220	520	Ort
Olgunluk İndeksi	0	9.07 aB	7.98 aC	30.1 bA	15.71 c
	3	17.30 bB	8.37 bC	34.31 aA	19.99 a
	7	25.58 cA	9 cC	15.45 cB	16.67 b
Ort		17.31 b	8.45 c	26.62 a	

* Sütünlarda Olgunluk İndeksi ortalamaları küçük harflerle, satırlarda ise Rakım ortalamaları büyük harflerle gruplandırılmıştır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir (p<0,05).

40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit değeri (meqO₂/kg) 0 olgunluk indeksinde 9.07; 3 olgunluk indeksinde 17.73 ve 7 olgunluk indeksinde ise 25.58 (meqO₂/kg) olarak tespit edilmiştir. 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı ortalaması 17.31 (meqO₂/kg) bulunmuştur. 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden elde edilen 0 ve 3 olgunluk indeksli zeytinlerin peroksit sayısı değeri ortalamasının altında bulunmuştur.

220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit değeri (meqO₂/kg) 0 olgunluk indeksinde 7,98; 3 olgunluk indeksinde 8.37 ve 7 olgunluk indeksinde ise 9 (meqO₂/kg) olarak tespit edilmiştir. 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden 0,3 ve 7

olgunluk indekslerinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı ortalaması 8.45 (meqO₂/kg) bulunmuştur. 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden elde edilen 0 ve 3 olgunluk indeksli zeytinlerin peroksit sayısı değeri ortalamanın altında bulunmuştur.

520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit değeri (meqO₂/kg) 0 olgunluk indeksinde 30,1; 3 olgunluk indeksinde 34.31 ve 7 olgunluk indeksinde ise 15.45 (meqO₂/kg) olarak tespit edilmiştir. 520 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden 0,3 ve 7 olgunluk indekslerinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı ortalaması 26.62 (meqO₂/kg) bulunmuştur. 520 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden elde edilen 7 olgunluk indeksli zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı değeri ortalamanın altında bulunmuştur.

0 olgunluk indeksinde, 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden ve 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı ortalaması 15.71 (meqO₂/kg) olarak bulunmuştur. 0 olgunluk indeksinde, 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden ve 0 olgunluk indeksinde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı değeri ortalamanın altında bulunmuştur. Diğer taraftan, 0 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

3 olgunluk indeksinde, 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden ve 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı ortalaması 19.99 (meqO₂/kg) olarak bulunmuştur. 3 olgunluk indeksinde, 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden ve 3 olgunluk indeksinde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı değeri ortalamanın altında bulunmuştur. Diğer taraftan, 3 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

7 olgunluk indeksinde, 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden ve 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı ortalaması 16.67 (meqO₂/kg) olarak bulunmuştur. 7 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 7 olgunluk indeksinde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı değeri ortalamanın altında bulunmuştur. Diğer taraftan, 7 olgunluk indeksinde, 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı ortalamanın üzerinde bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Tebliği'ne (Tebliğ No: 2017/26) göre peroksit değeri <20 (meqO₂/kg) olan yağlar natürel birinci ve ya natürel sızma zeytinyağı olarak sınıflandırılmaktadır. Örneklerin tamamı incelendiğinde, 0 olgunluk indeksinde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı değerinin en düşük olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan, 3 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının peroksit sayısı en yüksek olduğu bulunmuştur. Bu durumun nedeni tıpkı serbest yağ asitliğinde olduğu gibi zeytinyağlarının elde edilme sürecinde sıkma ve filtreleme aşamalarının süre olarak uzun sürmesi ve bu süre zarfında oksijen ve ışıqla çok fazla temas etmesi olduğu düşünülmektedir.

40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalama 17,31 (meqO₂/kg) peroksit sayısı bulunmuştur. 220m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalama 8,45 (meqO₂/kg) peroksit sayısı bulunmuştur. 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalama 26,62 (meqO₂/kg) peroksit sayısı bulunmuştur. Bu veriler incelendiğinde en düşük peroksit sayısı ortalaması 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait örneklerde ölçülmüştür. En yüksek peroksit sayısı ortalaması değeri ise

520 m rakımlı Muğla ili Mentеше ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait örneklerden ölçülmüştür.

0 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları, 0 olgunluk indeksinde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 0 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Mentеше ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait toplam peroksit sayısı ortalaması 15,71 (meqO₂/kg) bulunmuştur. 3 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 520 m rakımlı Muğla ili Mentеше ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait toplam peroksit sayısı ortalaması 19,99 (meqO₂/kg) bulunmuştur. 7 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 520 m rakımlı Muğla ili Mentеше ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait peroksit sayısı ortalaması 16,67 (meqO₂/kg) bulunmuştur. Bu veriler incelendiğinde en yüksek peroksit sayısı ortalaması değeri 3 olgunluk indeksinde ölçülürken, en düşük peroksit sayısı ortalaması değeri ise 0 olgunluk indeksinde ölçülmüştür.

Çalışmanın sonuçlarına göre, peroksit sayısı değerine olgunluk İndeksinin istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, rakımın da peroksit sayısı değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bir etkisi olduğu bulunmuştur. Hatay bölgesinde üretilen natürel zeytinyağlarının kalite kriterlerini araştıran bir çalışmada, oksidasyonun bir göstergesi olan peroksit sayısı örneklerde (8,22-52,65 meqO₂/kg) geniş değerler arasında değişim göstermiştir. Örneklerin %20'sinin peroksit değeri Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Tebliği'ne (Tebliğ No: 2017/26) göre belirlenen kıstaslara uymaktadır. Yağın hava ile teması ve ışığa maruz kalması oksidasyonu hızlandıran en önemli faktörler olarak belirlenmiştir (Güler vd. 2006). Türkiye'de farklı çeşitlerden erken hasat edilen zeytinlerin yağlarında peroksit değerleri 1,13 ve 26,02 meqO₂/kg yağ arasında degismekle birlikte örneklerden yalnızca % 16,7'si sınır deger olan 20 meqO₂/kg yağ degerinin üzerine çıkmıştır (Dıraman ve Dibekoğlu 2009).

Akhisar zeytinlerinin yağ çıkarma öncesi farklı şekillerde bekletmenin ve sürenin zeytinyağı kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, zeytinyağlarının peroksit analizlerinden elde edilen değerler 3,08-9,50 meqO₂/kg aralığında olup, TGK'inde yer alan değerler ile (≤ 20) uygunluk göstermektedir. Bir örneğin en yüksek peroksit değerine sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu örnekte oksidasyondan kaynaklanan acılaştırmanın başlamış olduğunu söyleyebiliriz (Gödeli 2015).

Oksijen molekülü zeytinyağında bulunan yağ asidinin hidrojenlerinden birini kolaylıkla koparabilir. Kopan hidrojen, yağ asidinin bir elektronun açığa kalmasına sebep olur ki böyle moleküllere serbest radikal adı verilir. Yağ asidi radikali, oksijenle birleşerek, peroksidi oluşturur. Bu itibarla, zeytinyağı, ışık ve oksijen alan bir ortamda çok hızlı okside olmaktadır. Zeytinyağında lezzet ve aroma kaybı başlar, kusurlar ortaya çıkar, sağlık veren maddeler yok olurlar. Hatta pigmentler değişir, yeşilimsi yağ açık sarı ve ya renksiz bir hale dönüşür. Işıksız ortamda bu sürecin için haftalar gerekirken, parlak ışıklar altında birkaç saat yeterlidir (Blatchly vd., 2017).

Bu durum, 3 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Mentеше ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının oksijen molekülleri ile diğerlerine göre daha fazla temas ettiğini, daha fazla okside olduğunu açıklamaktadır.

İlyasoğlu (2009), zeytinyağlarının kimyasal kompozisyonunun, zeytin çeşidi ve hasat sezonuna göre farklılıklar gösterdiğini tespit etmiştir. Zeytinyağı örneklerinin toplandığı Kuzey ve Güney Ege bölgelerinin iklim özelliklerindeki (sıcaklık ve yağış miktarı) hasat sezonlarına göre değişim ve analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, hasat sezonları arasındaki farklılıklara sıcaklık ve yağış gibi iklimsel faktörlerdeki değişimlerin neden olduğunu ortaya koymuştur. Kuzey ve Güney Ege bölgelerinin iklim özellikleri arasındaki farklılıklar, iklim özelliklerinin kimyasal kompozisyon üzerine etkileri ve analiz sonuçları bir arada değerlendirildiğinde ise zeytin çeşidinin, zeytinyağının kimyasal kompozisyondaki değişimler üzerine en etkili faktör olduğunu belirtmiştir.

4.2.4. Toplam Fenolik Madde

Rakım ve olgunluk indekslerine göre toplam fenolik madde değişimi (mg/kg) Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Rakım ve Olgunluk İndekslerine göre Toplam Fenolik Madde Özelliğinin değişimi (mg/kg)

	Rakım				
		40	220	520	Ort
Olgunluk İndeksi	0	270 bB	148 cC	376 aA	264,6 b
	3	358 aB	555 aA	287 cC	400 a
	7	223 cB	223 bB	328 bA	258 b
Ort		283,6 a	308,6 a	330,3 a	

* Sütünlarda Olgunluk İndeksi ortalamaları küçük harflerle, satırlarda ise Rakım ortalamaları büyük harflerle gruplandırılmıştır. Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemli değildir ($p < 0,05$).

40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri 0 olgunluk indeksinde 270 mg/kg; 3 olgunluk indeksinde 358 mg/kg ve 7 olgunluk indeksinde ise 223 mg/kg olarak tespit edilmiştir. 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri ortalaması 283,6 mg/kg olarak bulunmuştur. 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının 3 olgunluk indeksinde olan örnekler ortalamanın üzerinde bulunurken 0 ve 7 olgunluk indeksinde olanlar ise ortalamanın altında bulunmuştur.

220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri 0 olgunluk indeksinde 148 mg/kg; 3 olgunluk indeksinde 555 mg/kg ve 7 olgunluk indeksinde ise 223 mg/kg olarak tespit edilmiştir. 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri ortalaması 308,6 mg/kg olarak bulunmuştur. 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının 3 olgunluk indeksinde olanlar ortalamanın üzerinde bulunurken 0 ve 7 olgunluk indeksinde olanlar ise ortalamanın altında bulunmuştur.

520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri 0 olgunluk indeksinde 376

mg/kg; 3 olgunluk indeksinde 287 mg/kg ve 7 olgunluk indeksinde ise 328 mg/kg olarak tespit edilmiştir. 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri ortalaması 330,3 mg/kg olarak bulunmuştur. 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının 0 olgunluk indeksinde olanlar ortalamasının üzerinde bulunurken 3 ve 7 olgunluk indeksinde olanlar ortalamasının altında bulunmuştur

0 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden ve 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı ortalaması 264,6 mg/kg olarak bulunmuştur. 0 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri ile 0 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri ortalamasının üzerinde bulunmuştur. 0 olgunluk indeksinde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait örneklerde toplam fenolik madde miktarı ortalamasının altında bulunmuştur.

3 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden ve 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı ortalaması 400 (mg/kg) olarak bulunmuştur. 3 olgunluk indeksinde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait örneklerde toplam fenolik madde miktarı ortalamasının üzerinde bulunmuştur. Diğer taraftan, . 3 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri ile 3 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam biyofenol değeri ortalamasının altında bulunmuştur.

7 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden ve 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde

edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı ortalaması 258 (mg/kg) olarak bulunmuştur. 7 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde değeri ortalamanın üzerinde bulunmuştur. 7 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ile 7 olgunluk indeksinde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait örneklerde toplam fenolik madde miktarı ortalamanın altında bulunmuştur.

Toplam fenolik madde açısından değerler incelendiğinde, en yüksek fenolik madde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden 3 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağında ölçülmüştür. En düşük toplam fenolik madde miktarı ise 7 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait örneklerde bulunmuştur.

40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalama 283,6 mg/kg fenolik madde içerirken, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalama 308,6 mg/kg toplam fenolik madde içermektedir. 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları 0, 3 ve 7 olgunluk indekslerinde ortalama 330,3 mg/kg toplam fenolik madde miktarı içermektedir. Bu ortalamalara göre rakım arttıkça fenolik madde miktarının arttığı görülmektedir.

0 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları, 0 olgunluk indeksinde 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 0 olgunluk indeksinde 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait toplam fenolik madde miktarı ortalaması 264,6 mg/kg bulunmuştur. 3 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinaları Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat

edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait toplam fenolik madde miktarı ortalaması 400 mg/kg bulunmuştur. 7 olgunluk indeksinde 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Zeytinalanı Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarına ait toplam fenolik madde miktarı ortalaması 258 mg/kg bulunmuştur. Bu veriler ışığında 3 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı ortalaması en yüksek çıkarken, 7 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı ortalaması en düşük çıkmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, ortalama fenol miktarı değerine olgunluk İndeksinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, rakımın ortalama fenolik madde değeri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Ocakoğlu vd. (2009) yaptıkları çalışmada ekonomik açıdan önemli Türk zeytin çeşidinden (Memecik, Erkence, Domat, Nizip-Yagliç, Gemlik, Ayvalık) elde edilen sızma zeytinyağları, basit fenolikleri, fenolik asitleri ve flavonoid bileşikleri açısından 2005 ve 2006 hasat yıllarında incelenmiştir. Her iki yılda da tespit edilen en tipik fenolik bileşikler hidroksitirozol, tirozol, vanilik asit, p-kumarik asit, sinamik asit, luteolin ve apigenin'dir. Çok değişkenli veriler ana bileşen ve kısmi en küçük kare ayırıcı analizler ile analiz edilmiştir. Zeytinyağlarının fenolik profillerinin hasat mevsimine yüksek oranda bağlı olduğu gözlenmiştir. Ek olarak, farklı zeytin çeşitlerinin yağları farklı fenol dağılımına sahiptir. Oksidatif stabilite ile fenolik bileşikler arasında anlamlı bir ilişki gözlenmemiştir. Çalışmada en yüksek toplam fenolik madde miktarına 356 mg/kg ile Erkence çeşidi sahip olurken en düşük fenolik bileşik miktarına ise 102,4 mg/kg ile Nizip çeşidi sahip olmuştur.

Dinçer (2018), zeytin meyvelerinde olgunlaşmanın başladığı dönemlerde tüm çeşitler için toplam fenol miktarı yüksek iken, olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte bu değerlerde ciddi azalmalar olduğunu bulmuştur.

5. SONUÇ

Bu çalışma, farklı yükseklik ve hasat dönemlerinin zeytinyağı kalitesi üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Zeytinyağı kalitesine olan etkiler, üç parametre açısından ele alınmıştır; serbest yağ asitliği, peroksit sayısı ve toplam fenolik madde tayini. Zeytinyağı tüketici ve üreticilerinin tek çeşit zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının karakteristik özelliklerini bilmeleri, bu konuda bilinç oluşması açısından oldukça önemlidir.

Oksijen, zeytinyağı ile teması halinde büyük bir ihtimalle tepkimeye girer. Örneğin bir yağ asidinin hidrojenlerinden birini kolaylıkla koparabilir. Yağ asidinden bir hidrojen atomu kopunca kararsız radikal oluşur. Bu radikal önce bir oksijen molekülüyle, sonra başka bir yağ asidi ile tepkimeye girerek peroksidi oluşturur. Bu tepkime döngüsünün başlaması için tek bir oksijen molekülü yeterlidir. (Blatchly vd., 2017)

Analiz sonuçlarına göre, en düşük serbest yağ asitliği 220 m rakımlı Muğla İli Köyceğiz İlçesi Pınar mahallesinden hasat edilen zeytinlerin zeytinyağına aittir. En yüksek yağ asitliği ise, 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz İlçesi Zeytinalanı mahallesinden hasat edilen zeytinlerin zeytinyağlarına aittir. Örneklerin serbest yağ asitliği değerlerinin yüksek çıkmasının sebebi zeytinlerin zeytinyağına işlenmesi aşamasında hava, su ve ışık ile uzun süre temas etmesi olarak düşünülmektedir.

0 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği miktarı ortalaması en düşük çıkarken, 3 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği miktarı ortalaması en yüksek çıkmıştır.

Peroksit sayısı tayini açısından incelendiğinde, en düşük peroksit sayısı 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar mahallesinden hasat edilen zeytinlerin zeytinyağına ait olduğu görülmüştür. 7 olgunluk indeksli ve 40 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz İlçesi Zeytinalanı mahallesinden hasat edilen zeytinlerin zeytinyağları, 0 olgunluk indeksli 520 m rakımlı Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları ve 3 olgunluk indeksli Muğla ili Menteşe ilçesi Yeşilyurt Mahallesinden hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağları örnekleri peroksit değeri

açısından 20 meqO₂/kg yağın üzerinde olduğu görülmektedir. Söz konusu yağ numunelerinin analiz edilme zamanına kadar oksijenle temasının engellenememesi ve antioksidan içeriklerinin de yetersiz olması sebebiyle bu durumun olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, en yüksek peroksit sayısı ortalaması değeri 3 olgunluk indeksinde ölçülürken, en düşük peroksit sayısı ortalaması değeri ise 0 olgunluk indeksinde ölçülmüştür.

Toplam fenolik madde tayini açısından sonuçlara göre, 220 m rakımlı Muğla ili Köyceğiz ilçesi Pınar mahallesinden hasat edilen zeytinlerin zeytinyağının en yüksek fenolik madde miktarına sahip olduğu görülmektedir. En düşük fenolik madde miktarı 220 m rakımlı Muğla İli Köyceğiz İlçesi Pınar mahallesinden hasat edilen 0 olgunluk indeksli zeytinlerin zeytinyağına aittir.

3 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı ortalaması en yüksek çıkarken, 7 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam fenolik madde miktarı ortalaması en düşük çıkmıştır. Elde edilen verilere göre göre rakım arttıkça fenolik madde miktarının arttığı görülmektedir.

0 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği miktarı ortalaması en düşük çıkarken, 3 olgunluk indeksinde hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliği miktarı ortalaması en yüksek çıkmıştır.

Sonuç olarak, Muğla ilinde 220 m rakımlı bölgede 0 olgunluk indeksine sahip yeşil zeytinlerin zeytinyağlarının en iyi analiz değerlerine sahip olduğu ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz N., Akkaş, E., Moghaddam, A., Özcan, K. (1994). *Tarımsal Araştırmaların Değerlendirilmesi İçin Bir Pc Paketi. "Tarist" I.* Tarla Bitkileri Kongresi (25-29 Nisan 1994) Bornova-İzmir.
- Akyüz, H. (2017) 'Yamalak sarısı' zeytin (*olea europaea l.*) fidanlarında su stresi ve osmoprotektan uygulamasının fizyolojik ve morfolojik değişimler üzerine etkisinin belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Angerosa F, D'Alessandro N, Konstantinou P & Di Giacinto L (1995) GC-MS evaluation of phenolic compounds in virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 43, 1802-1807
- Angerosa F, Servili M, Selvaggini R, Taticchi A, Esposto S, Montedoro G. (2004) *Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality.* *Journal of Chromatography A*, 1054(1), 17-31.
- Angerosa, F., (2002) *Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels.* *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 104 639-660.
- Anonim 2010. Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35)
- Anonim, (2007). IOOC Optimal Harvest Time. In: Tombesi A. ve Tombesi S., Eds. *Production Techniques in Olive Growing.* Artegraf S.A., Madrid. 319-327.
- Anonim, (2021) M.G.M. Resmi verileri mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx
- Aparicio, R., Aparicio-Ruiz, R., (2000). *Authentication of Vegetable Oils By Chromatographic Techniques.* *Journal of Chromatography A*, 881, 93-104.
- Aparicio, R., ve Luna, G. (2002) *Characterisation of monovarietal virgin olive oils.* *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9-10), 614-627.)

- Artajo, L.S., Romero, M.P., Motilva, M.J. (2006) *Transfer of phenolic compounds during oliveoil extraction in relation to ripening stage of the fruit*. *J Sci Food Agric* 86:518–527
- Aruoma, O. I. (1997). *Extracts as antioxidant prophylactic agents*. *Inform*, 8, 1236-1242.
- Aunon-Calles, D., Canut, L., Visioli, F. (2013) *Toxicological evaluation of pure hydroxytyrosol*. *Food Chem. Toxicol.* 55, 498–504.
- Aurand, L.W., Woods, A.E. (1973). *Food chemistry*. Westpoit, Connecticut: The Avi. Pub. Co. Inc.
- Ayadi, M.A., Grati-Kamun, N.H., (2009). *Physico-Chemical Change and Heat Stability of Extra Virgin Olive Oils Flavored by Selected Tunisian Aromatic Plants*. *Food Chemistry and Toxicology*, (47): 2613–2619.
- Beauchamp GK, vd. (2005) *Íbuprofen-like activity in extra-virgin olive oil*. *Nature*.437:45–46.
- Belitz H.-D., W. Grosch, P. Schieberle (eds), (2004) *Food Chemistry* (3rd edition). Berlin: Springer Verlag,.
- Beltran G, Del Rio C, Sanchez S, Martinez L (2004) Influence of harvest date and crop yield on the fatty acid composition of virgin olive oils from cv. Picual. *J Agr Food Chem*, 52:3434-3440
- Bendini, A., Cerretani, L., Carrasco-Pancorbo, A., Gómez-Caravaca, A.M., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. (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.
- Benincasa C, De Nino A, Lombardo N, Perri E, Sindona G, Tagarelli A. (2003) *Assay of aroma active components of virgin olive oils from southern Italian regions by SPME-GC/ion trap mass spectrometry*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 733–741.
- Bisignano, G., (1999) *On the In-vitro Antimicrobial Activity of Oleuropein and Hydroxytyrosol*. . *Pharm. Pharmacol.* 1999, 51: 971-974

- Blatchly, R., Nircan, Z.D., Hara, P. (2017) *Zeytinlikten Sofraya Zeytinyağının Hikayesi-Her Üreticinin ve Tüketicinin Bilmesi Gerekenler*. Ankara: Türkiye İş Bankası Yayınları.
- Blekas, G., Tsimidou, M. and Boskou, D., (1995). *Contribution of α -tocopherol to olive oil stability*, Food Chemistry, 52, 289-294.
- Boskou, D. (1996). *Olive oil chemistry and technology. history and characteristics of the olive tree*. Champaign, Illinois: AOCS Press
- Choe, E., Min, D.B., (2006). *Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation*. Food and Biotechnology, 1:104–110.
- Dağdelen, A. (2008) Edremit (Balıkesir) Körfezi Çevresinde Yaygın Olarak Yetiştirilen Zeytin Çeşitlerinin Olgunlaşma Sürecinde Bazı Fizikokimyasal Özellikleri, Yağ Asidi Kompozisyonu, Tokoferol Ve Fenolik Bileşik Miktarlarının Belirlenmesi Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Dıraman, H., ve Dibekoğlu, H., (2009) *Characterization of Turkish Virgin Olive Oils Produced from Early Harvest Olives*. J Am Oil Chem Soc 86:663–674
- Diñçer, D. (2018) Farklı Hasat Dönemlerinin Ayvalık, Memecik Ve Gemlik Zeytinlerinden Elde Edilen Zeytinyağlarının Kimyasal Özellikleri Ve Biyoaktif Bileşenleri Üzerine Olan Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., ve Gürbüz, F., (1987) *Araştırma ve Deneme Metodları*. Ank. Üniv. Ziraat fak. Yay.1021. Ders Kitabı:295. 381s.
- England, TG, Jenner, A., Aruoma, OI, Halliwell, B., (1998) *Effect of Hydroxytyrosol Found in Extra Virgin Olive Oil on Oxidative DNA Damage and on Low-Density Lipoprotein Oxidation*. J. Agric. Food Chem. 46, 5181–5187
- Ertem, H., (1987) Boğazköy Metinlerine Göre Hititler Devri Anadolu'sunun Florası. *Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Tarih Kurumu Yayınları, VII. Dizi, Sayı 65. Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 181s.*
- Fernandez-Escobar, R., Beltran, G., Sanchez-Zamora, M. A., Garcia-Novelo, J., Aguilera, M. P., & Uceda, M. (2006). *Olive oil quality decreases with nitrogen over-fertilization*. HortScience, 41, 215–219

- Furneri, P.M., (2004) *Antimycoplasmal Activity of Hydroxytyrosol. Antimicrobial Agents And Chemotherapy*, 48, 4892–4894
- Gallardo-Guerrero, L., Gándul-Rojas, B., Roca, M., & Mínguez-Mosquera, M. I. (2005). *Effect of storage on the original pigment profile of Spanish virgin olive oil*. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 82, 33–39.
- Garibağaoğlu, M. ve Baysal, A., (1998) *Kırlangıç Zeytinyağı Tanıtım Kitapçığı*.
- Giuffrida, D., Salvo, F., Salvo, A., La Pera, L., Dugo, G., (2007). *Pigments composition in monovarietal virgin olive oils from various Sicilian olive varieties*. *Food Chemistry* 101: 833-837.
- Gödeli, T. (2015) *Akhisar zeytinlerinin yağ çıkarma öncesi farklı şekillerde bekletmenin ve sürenin zeytinyağı kalitesine etkisi*. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans tezi.
- Granados-Principal, S., Quiles, J. L., Ramirez-Tortosa, C. L., Sanchez-Rovira, P., (2010) *Hydroxytyrosol: from laboratory investigations to future clinical trials*. *Nutrition Reviews*, 68,191–206
- Guerfel, M., Ouni, Y., Boujnah, D. 2010. *Effects of The Planting Density on Water Relations and Production of 'Chemlali' Olive Trees (Olea europaeaL.)*. *Trees*,24: 1137-1142.
- Gunstone F., J. Harwood, F. Padley (eds), *The Lipid Handbook* (2nd Edition). London: Chapman and Hall, (1994).
- Güler, Z., Gürsoy-Balcı, A. C., Üstünel, M.A ve Taş, E.,(2006) *Hatay Bölgesinde Üretilen Natürel Zeytinyağlarının Kalite Kriterleri*. *Akademik Gıda*. Sayı 24: 18–21.
- Hehn, V., (1998) *Zeytin, Üzüm ve İncir*. Ankara: Dost Kitabevi Yayınları.
- Heywood, V.H. (1978) *Flowering Plants of the World*. Oxford, London. Melbourne: Oxford University press.
- Hu T, He XW, Jiang JG, Xu XL (2014) *Hydroxytyrosol and its potential therapeutic effects*. *J Agric Food Chem* 2014, 62(7):1449–1455.
- Ilarioni, L., and Proietti, P. (2014). "Olive tree cultivars," in *The Extra-Virgin Olive Oil Handbook*, Vol. 5, ed. C. Peri (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Ltd), 59–67.

- İlyasoğlu, H. (2009). Ayvalık Ve Memecik Zeytinyağlarının Coğrafi İisaretleme Amacıyla Karakterizasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kaleci N., (2010). Konvansiyonel ve Organik Olarak Yetiştirilen Ayvalık Zeytin Çeşidinin Bazı Meyve Özellikleri, Yağ asitleri ve Tokoferol Seviyelerinin Belirlenmesi. *Zeytin Bilimi 1* (1), 79-84
- Kalua, C. M., Allen, M. S., Bedgood, D. R., Bishop, A. G., Prenzler, P. D., Robards, K. (2007) *Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: a critical review*. Food Chem. 100 (1), 273–286.
- Kayahan, M. ve Tekin, A., 2006. Zeytinin Yağa İşlenmesi. Zeytinyağı Üretim Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi :15, Ankara.
- Kayahan, M., 2003. Yağ Kimyası. ODTÜ Yayıncılık, 220 s, Ankara
- Kıralan, M. (2010) *Türk Zeytinyağlarının Zeytin Çesitlerine Göre Aroma Profillerinin Belirlenmesi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi
- Kocaayan, Y., (2013) *Zeytinyağının depolanması sırasında ışığın ve bazı pigmentlerin (klorofil ve karoten) renk ve kalite özellikleri üzerine etkileri*. Y.Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Köseoğlu, O. (2019). Ege Bölgesinde Yetiştirilen Başlıca Zeytin Çesitlerinden (Ayvalık, Memecik) Elde Edilen Yağların Antioksidan Aktivitesi Üzerine Etki Eden Bileşenlerin Zeytinyağlarının Raf Ömrüne Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Mateos, R.; Dominguez, M. M.; Espartero, J. L.; Cert, A. (2003) *Antioxidant effect of phenolic compounds, α-tocopherol, and other minor components in virgin olive oil*. J. Agric. Food Chem. 51, 7170-7175.
- Minguez-Mosquera, M.I., Rejano-Navarro, L., Gandul-Rojas, B., Sanchez-Gomez, A.H., GarridoFernandez, I., (1991). *Color-pigment correlation in virgin olive oil*. Journal of the American Oil Chemists' Society 68:332-336.
- Ocakoglu, D., Tokatli, F., Ozen, B., Korel, F., 2009. *Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years*. Food Chem. 113, 401–410.

- Özkaya, M.T., Ulas, M. ve Çakır, E., (2008) *Zeytin Ağacı ve Zeytin Yetistirciliği*. Gögüs, F., Özkaya, M.T. ve Ötles, S. (Ed.), *Zeytinyağı* içinde (ss. 1-25) , Ankara: Eflatun Yayınevi.
- Öztürk, F., M. Yalçın & H. Dıraman, 2009. Türkiye Zeytinyağı Ekonomisine Genel Bir Bakış. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(2):(35-51).
- Rallo, L.,Barranco, D., Castro-Garcia, S., Connor, D. J., Gómez del Campo, M.,Rallo, P. 2013. High-Density Olive Plantations, in Horticultural Reviews Volume 41 (ed J. Janick), John Wiley&Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. doi: 10.1002/9781118707418.ch07
- Rannali, A., Tombesi, A., Ferrante, M. L., & De Mattia, G. (1998). *Respiratory rate olive drupes during their ripening cycle and quality of oil extracted*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 77, 359–367.
- Rasul, H.H.R., (2014) *Natürel zeytinyağındaki klorofil pigmentinin termal stabilitesi*. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Rotondi A. ve Magli M., (2004) *Ripening of olives var. Correggiolo: modification of oxidative stability of oils during fruit ripening and oil storage*. J Food Agric Environ 2: 193– 199.
- Sacchi, R., (2006) *Oleocanthal in olive oil: Between myth and reality*. Mol. Nutr. Food Res. 5 50, 5 – 6
- Servili, M., Esposito, S., Fabiani, R., Urbani, S., Taticchi, A., Mariucci, F., Selvaggini, R., Montedoro, G. F., (2009). *Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure*. Inflammopharmacology 17: 76-84
- Sevim D, Köseoğlu O, Çetin Ö. (2016) Bazı önemli zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların minör bileşenlerinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi. Zeytin Bilimi 6 (1): 1-7.
- Sezer, F. (2015) *Zeytin (Olea europaea l.) Tokoferol Biyosentezinde Rol Alan Genlerin Karakterizasyonu*. Doktora Tezi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

- Stefanoudaki E, Kotsikafi F, Koutsafakis A. (1999). Classification of virgin olive oils of the two major Cretan cultivars based on their fatty acid composition. *JAOCS*, 76: 623-626.
- Şeker, M., Gül, M. K., İpek, M., Toplu, C., ve Kaleci, N., 2007. 'Screening and comparing tocopherols in the rapeseed (*Brassica napus* L.) and olive (*Olea europaea* L.) varieties using high-performance liquid chromatography', *Inter. Jour. of Food Sci. and Nutr.*, 1-8.
- Şirin, S. (2013) *Memecik Zeytin Çeşidinde (Olea europaea L. ev. "Memecik") Kaolin ve Glisin Betain Uygulamalarının Verim ve Kalite Üzerine Etkileri*. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Therios, I.N., (2008) *Olives*, Devon: CABI Publisher.
- Toker, C. 2009. *Ayvalık Zeytin Çeşidinde Kuzey Ege Arkeolojik Şartlarında Meyve Kalitesinde ve Aroma Bileşenlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar*. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Proje No: 186, 70 s., İzmir.
- Tripoli E, Giammanco M, Tabacch G, Di Majo D, Giammanco S, La Guardia M (2005): *The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects on human health*. *Nutr Res Rev*, 18, 98–112.
- Tuck, KL ve Hayball, PJ. (2002). *Major Phenolic Compounds in Olive Oil: Metabolism and Health Effects*. *J Nutr Biochem*, 13, 636-644.
- Tunalıoğlu, R, (29 Mayıs 2009). *Türkiye’de Zeytincilik ve Pazarlama Politikaları: 2000-2010*. “Tarım 2015 Zeytin ve Zeytinyağı Sempozyumu” Yasar Üniversitesi, İzmir.
- Türk Gıda Kodeksi (2017). Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı Ve Pirina Yağı Tebliği(TebliğNo:2017/26)<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/11/20141120-21.htm> [Erişim Tarihi: 01/01/2022]
- Türkoğlu vd. (2012) *Akhisar Zeytinlerinin Yağ Çıkarma Öncesi Farklı Şekillerde Bekletmenin Ve Sürenin Zeytinyağı Kalitesine Etkisi*. *J.Agric. Fac. HR.U.*, 2012, 16(3): 1-8
- Ulubeli, B. (2019). Aydın’da Memecik Zeytin Çeşidinin Farklı Yüksekliklerde Fenolojik Pomolojik ve Bazı Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

Uluslararası Zeytin Konseyi 2019. <http://www.internationaloliveoil.org> [Erişim tarihi 01/01/2022]

Ünal, M. K., 1988. Tocopherols in Turkish olive oils. E.Ü.Müh. Fak. Derg. Seri, Gıda müh. Cilt: 6s: 131–136, Bornova, İzmir

Visioli F, Grande S, Bogani P, Galli C. (2006) Antioxidant properties of olive oil phenolics. Quiles JL, Ramirez-Tortosa MC, Yaqoob P, (Eds) *Olive Oil and Health* içinde (ss. 109-118) Oxford: CABI Publishing.

Visioli F, Poli A & Galli C (2002) *Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil*. Medicinal Research Reviews 22, 65–75.



T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLİMSEL ETİK BEYANI

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

.../.../2022

Elgin Can ALA