



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İŞLETME KOŞULLARINDA ERKEN HASAT VE NORMAL
HASAT ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ VE ÜRÜN ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALPER AYDIN

Tez Danışmanı

PROF. DR. EMİN YILMAZ

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İŞLETME KOŞULLARINDA ERKEN HASAT VE NORMAL HASAT
ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ VE ÜRÜN ÖZELLİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALPER AYDIN

Tez Danışmanı

PROF. DR. EMİN YILMAZ



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ



LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Alper AYDIN tarafından Prof. Dr. Emin YILMAZ hazırlanan ve **04/07/2022** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**İşletme Koşullarında Erken Hasat ve Normal Hasat Zeytinyağı Üretimi ve Ürün Özelliklerinin Karşılaştırılması**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Emin YILMAZ

.....

(Danışman)

Dr. Öğr. Üyesi Buket AYDENİZ
GÜNEŞER

.....

Dr. Öğr. Üyesi Esmâ ESER

.....

.

Tez No : 10469946

Tez Savunma Tarihi : 04/07/2022

.....

Doç. Dr. Yener PAZARCIK

Enstitü Müdürü

.././20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

(İmza)

Alper AYDIN

04/07/2022

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Emin YILMAZ'a, çalışma sũresince fabrikanın tũm imkanlarını bana sunan Adalı Efe Zeytin ve Zeytinyağı İŐletmesine, işletme alıŐanı Murat HAKAN, Hũseyin EROBAN ve Gũrkem HAZAR'a, ayrıca hayatın her aşamasında benimle uęraŐmak zorunda olan sevgili eŐim Songũl AYDIN ve aslan oğlum Sarp Demir AYDIN'a sonsuz teŐekkũrlerimi sunarım.

Alper AYDIN

anakkale, Temmuz 2022

ÖZET

İŞLETME KOŞULLARINDA ERKEN HASAT VE NORMAL HASAT ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ VE ÜRÜN ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Alper AYDIN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Emin YILMAZ

04/07/2022, 77

Bu yüksek lisans tezinin konusu, son yıllarda butik bir üretim şekli olan ‘erken hasat’ zeytinyağının, aynı koşullarda üretilen ‘normal hasat’ zeytinyağı ile karşılaştırılmasıdır. Genel olarak, meyvenin tamamen yeşil olduğu ve fizyolojik olgunlaşma sürecinin devam ettiği zaman yapılan hasada erken hasat denilmektedir. Tamamlanan bu çalışma kapsamında, aynı bahçeden farklı zamanlarda hasat edilen zeytinlerden, aynı fabrikada aynı koşullarda zeytinyağı üretilmiş ve iki ürünün (erken ve normal hasat zeytinyağı) kalite parametreleri karşılaştırılmıştır. Erken hasada göre normal hasatta yağ verimi artmıştır. Zeytinyağında L ve b* renk değerleri azalmışken, a* renk değerinde bir miktar artış gözlenmiştir. Yağ asitleri bileşiminin hasat döneminden önemli derecede etkilenmediği görülmüştür. Erken hasat zeytinyağında ölçülen sterol miktarı 1981 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Normal hasatta ise sterol miktarının artış göstererek 2379 mg/kg olduğu görülmüştür. Toplam fenolik içerikte de benzer bir eğilim bulunmaktadır; erken hasatta ölçülen 138 mg/kg toplam fenolik madde içeriği, normal hasatta 156,5 mg/kg’a kadar yükselmiştir. Ayrıca erken hasat üründe tespit edilen 101,25 mg/kg tokoferol düzeyi, normal hasat ile 86,35 mg/kg seviyesine düşmüştür. Uçucu bileşen analizi neticesinde erken hasat yağlarda daha yüksek miktarda *cis*-3-hekzenal bulunduğu, *trans*-2-hekzenal oranının ise olgunlukla beraber azaldığı görülmüştür. Genel olarak duyuusal tanımlayıcı terimlerden meyvemsilik-yeşil, acılık ve keskin-yakıcı özellikler erken hasat örnekte daha yüksek olarak ölçülmüştür. Tüketici toplam beğeni değerleri

açısından erken hasat zeytinyağı 4,95 skorunu alırken, normal hasat zeytinyağı 4,25 skorunu almıştır. Sonuç olarak erken hasat zeytinyağı, bazı kalite ve besin içeriği değerleri açısından normal hasat zeytinyağına göre bir miktar daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüm kalite nitelikleri dikkate alındığında erken ve normal hasat zeytinyağları arasında önemli bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır. Tüketiciler ve hükümet kontrol yetkililerinin erken hasat ürünlerin pazarlama algılarına dikkatli yaklaşımları gereği vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Zeytin, Hasat zamanı, Yağ kalitesi, Duyusal analiz, Uçucu bileşen



ABSTRACT

PRODUCTION OF EARLY AND REGULAR HARVEST OLIVE OILS IN PLANT CONDITIONS AND COMPARISON OF THE PRODUCTS PROPERTIES

Alper AYDIN

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Master of Science Thesis in Food Engineering

Advisor: Prof. Dr. Emin YILMAZ

07/04/2022, 77

The subject of this master's thesis is the comparison of the 'early harvest' olive oil, which has been a boutique production method in recent years, with the 'normal harvest' olive oil produced under the same conditions. Generally, early harvest was called when the olives harvested at the green stage where even the physiological maturity still continues. Harvest was made from specifically same orchard on two separate dates. The olives were processed into olive oil in the same factory. Same processes were applied to yield the early and normal harvest olive oil samples to compare with each other. Compared to early harvest, normal harvest olive oils had higher oil yield and a* color values, but color values of L and b* were decreased. There was no significant difference among the fatty acid compositions of samples obtained both harvest dates. The amount of total sterol was 1981 mg/kg in early harvest olive oil samples, and it was raised to 2379 mg/kg in the normal harvest samples. Similar trend in total phenolic contents were observed, and total phenolics were measured as 138 mg/kg in early harvest, and it was increased to 156,5 mg/kg in normal harvest olive oil samples. On the other hand, the determined 101,25 mg/kg total tocopherol in early harvest samples decreased to 86,35 mg/kg in normal harvest samples. The *cis*-3-hexenal content was higher in the early harvest oils, and the level of *trans*-2-hexenal decreased during maturity. Generally, the sensory definition terms of fruitiness-green, bitter and astringent-biting were higher in the early harvest samples. In terms of consumer total acceptance, the early harvest

olive oil had 4,95 score, while normal harvest sample had 4,25 score. In conclusion, even some quality and nutrition values were measured higher in the early harvest olive oil samples, there was no significant difference between early and normal harvest olive oil samples when all quality parameters considered together. It was emphasized that consumers and government control officials should approach the marketing perceptions of early harvest products carefully.

Key Words: Olive, Harvest time, Oil quality, Sensory analysis, Volatile compound



İÇİNDEKİLER

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Zeytin Ziraatı.....	2
1.2. Zeytin Hasatı.....	4
1.3. Zeytinyağı Üretim Teknolojisi.....	5
1.4. Zeytinyağı Kalitesini Etkileyen Faktörler.....	8
1.5. Zeytinyağında Ürün Sınıfları ve Standartlar.....	12
1.6. Zeytinyağının Duyusal Kalitesi ve Besin Değeri.....	14

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Önceki Çalışmalar.....	16
-----------------------------	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyaller.....	24
3.2. Zeytin Meyve ve Çekirdek Analizleri.....	31
3.3. Zeytinyağı Örneklerinin Fiziko-Kimyasal Özellik Analizleri.....	31

3.4.	Zeytinyağı Örneklerinin Yağ Asidi Bileşimi Analizi.....	34
3.5.	Zeytinyağı Örneklerinin Fitosterol Bileşimi Analizi.....	35
3.6.	Zeytinyağı Örneklerinin Tokoferol Bileşimi Analizi.....	37
3.7.	Zeytinyağı Örneklerinin Fenolik Bileşen Analizi.....	38
3.8.	Zeytinyağı Örneklerinin Uçucu Bileşen Analizi.....	40
3.9.	Zeytinyağı Örneklerinin Duyusal Tanımlama Analizi.....	41
3.10.	Zeytinyağı Örneklerinin Tüketici Testi.....	42
3.11.	İstatistiksel Analizler.....	42

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

43

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.	Erken ve Normal Hasat Zeytin Meyve ve Çekirdeklerinin Temel Özellikleri...	43
4.2.	Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Yağ Asitleri Bileşimi.....	45
4.3.	Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Fitosterol Bileşimi.....	48
4.4.	Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Tokoferol Bileşimi.....	50
4.5.	Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Fenolik Bileşenleri.....	51
4.6.	Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Uçucu Aromatik Bileşenleri.....	53
4.7.	Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Duyusal Tanımlama Analizleri.....	59
4.8.	Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Tüketici Testleri.....	61

BEŞİNCİ BÖLÜM

63

SONUÇ VE ÖNERİLER

KAYNAKÇA.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	I

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde oranı
A	Absorbans
a*	Kırmızılık- Yeşillik değeri
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AOCS	Amerikan Kimyacıları Birliği
b*	Sarılık- Mavilik değeri
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
HACCP	Kritik Kontrol Noktalarının Tehlike Analizi
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
IOOC	Uluslararası Zeytinyağı Konseyi
L	Parlaklık değeri
LDL	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
MUFA	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
PD	Peroksit Değeri
PUFA	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
SYA	Serbest Yağ Asitleri

TABLULAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Zeytinyağı üretimi (1000 ton)	1
Tablo 2	Zeytinyağı tüketimi (1000 ton)	2
Tablo 3	Ülkemizde yetişen başlıca salamuralık ve yağlık zeytin çeşitleri ile önemli özellikleri	3
Tablo 4	Zeytinyağının sağlık üzerine etkisi	15
Tablo 5	Zeytinyağındaki yağ asidi kompozisyonu	18
Tablo 6	Ayvalık zeytinyağındaki uçucu bileşenler	20
Tablo 7	Zeytinyağı kalite indeksinde, zeytin çeşidi ile hasat zamanının etkisinin p-değerleri	21
Tablo 8	Zeytinyağı fabrikasında uygulanan üretim parametreleri	29
Tablo 9	Erken ve normal hasat zeytin meyveleri ve çekirdeklerinin bazı analitik değerleri	43
Tablo 10	Erken ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri (%) kompozisyonu	45
Tablo 11	Türk gıda kodeksi natürel sızma zeytinyağı kriterleri	47
Tablo 12	Türkiye’de üretilen erken hasat natürel sızma zeytinyağlarının karşılaştırması	47
Tablo 13	Erken ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin fitosterol (%) kompozisyonu	48

Tablo 14	Erken ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin tokoferol (mg/kg yağ) kompozisyonu	50
Tablo 15	Erken ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/kg)	51
Tablo 16	Erken hasat ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin uçucu aromatik madde kompozisyonu	54
Tablo 17	Erken hasat ve normal hasat zeytinyağı örneklerinden elde edilen uçucu aromatik madde kompozisyonun majör bileşikleri	58
Tablo 18	Erken hasat ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin duyuşal tanımlama analiz sonuçları	60
Tablo 19	Erken hasat ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin tüketici testi sonuçları	61

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Zeytin yıkama ünitesi	6
Şekil 2	Zeytinyağı üretim akış şeması	7
Şekil 3	Hasat yapılan tarlanın ada parsel görüntüsü	24
Şekil 4	Erken hasat (A) ve normal hasat (B) öncesi ağaç üzerindeki zeytinler	25
Şekil 5	Erken hasat zeytinlerin toplanması	25
Şekil 6	Erken hasat (A) ve normal hasat (B) döneminde toplanan zeytinler	26
Şekil 7	Zeytinlerin fabrikaya gelişi	26
Şekil 8	Erken hasat (A) ve normal hasat (B) zeytinlerinin malaksördeki görünüşü	27
Şekil 9	Erken hasat zeytinyağının seperatörden çıkışı	27
Şekil 10	Fabrikada kullanılan makineler	28
Şekil 11	Erken hasat (A) ve normal hasat (B) zeytin meyveleri ve bu meyvelerden üretilen zeytinyağı örnekleri.	30
Şekil 12	Fenolik bileşen standartları (A) ve bir örneğe ait (B) kromatogram	39
Şekil 13	Zeytinyağı örneklerinin duyu analizinde kullanılan form	41
Şekil 14	Lipoksigenaz yoluyla uçucu bileşen sentezi	56

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Zeytin ağacı eski zamanlarda kutsal olarak görülen, mitolojide yer alan, *Olea prima omnium arborum est*. (Zeytin bütün ağaçların ilkidir) olarak tanımlanan önemli bir meyve ağacıdır (Efe vd., 2011). Akdeniz ikliminin en önemli biyolojik göstergesi olan zeytin ağacının ilk olarak 6000 yıl önce yakın doğuda evcilleştirildiği düşünülmektedir (Besnard vd., 2013)

Zeytin ağacı *Olea europaea*, Akdeniz, Avrupa, Asya ve Afrika'ya özgü, yaprak dökmeyen ağaç veya çalıdır. Zeytin ağacı 10 m yüksekliğe kadar büyüyebilir. Ağaç 3-4 yaşında meyve vermeye başlayıp, 12-20 yaşlarında istenilen verime ulaşır. 100 yıl kadar verimli bir şekilde meyve vermeye devam eder. Yapılacak budamalar ile gençleştirilerek uzun yıllar verim alınabilir (Ozturk vd., 2021).

Zeytin meyvesinden zeytinyağı, sofralık zeytin ve kozmetik ürünler gibi birçok ana ürün ve yan ürün elde edilmekte olup, en büyük ekonomik değer zeytinyağından elde edilmektedir. Dünyada üretilen zeytinlerin %90'ı yağlık, %10'u sofralık olarak değerlendirilmekte olup, zeytinyağının %60-70'lik kısmı (Tablo 1) Avrupa ülkelerinde üretilmektedir (Gündeşli ve Küden, 2020).

Tablo 1

Zeytinyağı üretimi (1000 ton)

	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
AB	2324,0	1752,0	2188,5	2263,5	1920,0	2051,0	1974,0
Türkiye	150,0	178,0	263,0	193,5	230,0	210,0	227,5
Tunus	140,0	100,0	325,0	140,0	440,0	140,0	240,0
Fas	130,0	110,0	140,0	200,0	145,0	160,0	200,0
Suriye	110,0	110,0	100,0	154,0	118,0	115,0	105,5
Cezayir	82,0	63,0	82,5	97,0	126,0	70,5	98,0
Diğer	240,5	248,5	280,0	256,0	287,5	263,5	253,5
Toplam	3176,5	2561,5	3379,0	3304,0	3266,5	3010,0	3098,5

(IOOC, 2021a)

Tüketim istatistikleri incelendiğinde zeytinyağının en çok üretildiği yerde tüketildiği görülmektedir (Tablo 2). Avrupa ülkeleri ve Türkiye ürettiği zeytinyağının yaklaşık %25'ini ihraç etmektedir. Ancak Avrupa ülkelerinde markalaşma ileri seviyede olduğu için, zeytinyağı ihracatında Avrupa ülkelerinin, Türkiye'ye nazaran daha yüksek gelir elde ettiği bilinmektedir.

Tablo 2
Zeytinyağı tüketimi (1000 ton)

	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
AB	1.660,0	1.402,0	1.595,0	1.508,5	1.520,0	1.476,5	1.505,0
ABD	321,0	315,0	315,0	351,0	402,5	389,0	401,0
Türkiye	116,0	150,0	176,5	163,0	170,0	160,0	170,0
Fas	120,0	120,0	120,0	150,0	140,0	140,0	150,0
Brezilya	50,0	59,5	76,5	86,0	104,0	106,5	109,5
Suriye	104,0	98,0	80,0	136,0	103,5	86,0	93,5
Cezayir	80,0	67,0	82,5	92,0	115,0	80,0	97,0
Japonya	53,5	54,5	55,5	69,0	69,5	59,0	60,0
Kanada	41	39,5	47	46,5	57,5	58	65
Diğer	434,0	420,5	491,0	508,0	586,5	570,0	563,5
Toplam	2979,5	2726,0	3039,0	3110,0	3268,5	3125,0	3214,5

(IOOC, 2021b)

1.1. Zeytin Ziraatı

Ilık kış mevsimi, sıcak ve kuru yaz mevsimi ile karakterize olan Akdeniz ikliminde 30° ve 45° enlemleri arasında yetişen zeytin ağacı, dünyada yaklaşık 10 milyon hektarlık alanda yetişmekte olup, yılda yaklaşık 19 milyon ton zeytin üretimi yapılmaktadır (Gündeşli ve Küden, 2020). Ülkemizde tarımı yapılan başlıca zeytin çeşitleri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3

Ülkemizde yetişen başlıca salamuralık ve yağlık zeytin çeşitleri ile önemli özellikleri

Zeytin Çeşidi	Orijin	Ort. Meyve Ağırlığı (g)	Et/ Çekirdek Oranı	Yağ İçeriği (%)	Çoğaltılma Şekli
Gemlik	Gemlik	3,7	6,4	29,98	Çelikle
Ayvalık	Edremit	3,6	5,86	24,72	Çelikle
Memecik	Muğla	4,78	7,53	24,5	Aşı ve çelikle
Çakır	İzmir	2,84	6,3	23,62	Aşı ve çelikle
Memeli	Menemen	4,63	7,7	20,2	Aşı ve çelikle
Erkence	İzmir	3,03	2,19	25,36	Aşı ve çelikle
Kilis yağlık		1,76	4,69	31,82	
Nizip yağlık	Kilis	2,17	4,4	27,36	Çelik ve yumru ile
Yağ çebebi	Gaziantep	4,42	5,4	21,1	Aşı ve çelikle
Büyük topak ulak	Tarsus	4,84	7,6	20,2	Aşı ile
Çekişte	Ödemiş	5,42	5,7	26,89	Aşı ve çelikle
Çelebi	İzmir	7,1	6,71	28,38	Aşı ile
Çülü	Kemalpaşa	4,9	8,07	20,55	Aşı ile
Domat	Akhisar	5,3	5,16	20,57	Aşı ile
Edincik su	Edincik	4,9	8,49	16,71	Aşı ve çelikle
Halhalı	Derik	3,83	4,88	21,11	Aşı ve çelikle
İzmir sofralık	İzmir	7,5	7,05	20,16	
Kalembezi	Nizip	2,2	5,5	31,5	Aşı ve çelikle
Kan çebebi	Nizip	6,15	8,04	16,9	Çelikle
Tavşan yüreği	Fethiye	6,08	6,4	20,2	Aşı ile
Uslu	Akhisar	3,53	5,7	21,5	Aşı ve çelikle

(Milli Eğitim Bakanlığı, 2017)

Zeytinlerin toplanmasının ardından gelecek yıl için hazırlıklar hemen başlamaktadır. Öncelikli olarak ağaçlarda bulunan kuru, yaşlı dallara budama yapılarak ağaçlar gençleştirilir. Bunun haricinde budamanın bir diğer amacı da ağaçların dallarının dikine değil de yanlara doğru büyümesini sağlayarak gelecek sezonlarda toplama işlemini kolaylaştırmaktır. Bu işlemler kış aylarında yapılmaktadır (Atmaca ve Ülger, 2017).

Hava sıcaklıklarının artmasıyla beraber ağaçlar uyunmaya başlayıp ilkbahar aylarında sürgün gelişimi ve somak oluşumu görülmekte, artan hava sıcaklıklarıyla beraber

ağaçlar ilkbaharın ortalarından sonra çiçek açmaya başlamaktadır. Bunu meyve bağlama denen dönem izlemekte ve yaz sıcaklığıyla beraber meyve olgunlaşmaya başlamaktadır (Sevilgen, 2008).

İlkbahar ve yaz ayları başlarında mantar, zeytin güvesi, pamuklu bit gibi zararlılarla mücadele için gerekli önlemlerin alınması, toprak analizleri sonucunda toprağın ihtiyacına göre gerekli gübreleme işlemlerinin yapılması zeytin verimi için önem taşımaktadır (Sevilgen, 2008).

Zeytin meyvesinin olgunlaşması sırasında en önemli sorun zeytin sineğinden kaynaklanmakta olup gerekli mücadele yapılmadığında %80-90 kayıplara, mücadele yapılsa bile %5-40 ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Puig-Montserrat vd., 2021).

Zeytin ziraatında toprağın sürülüp sürülmemesi itilaf konusu olup toprağın sürülmesi toprağın havalanmasını sağlamak ve dolayısıyla toprağın oksijen miktarını arttırmakta ancak kurak geçen mevsimlerde toprağın hızlı bir şekilde nem kaybetmesine neden olmaktadır. Toprak sürülmeden kontrollü şekilde toprak üstü bitkileriyle bırakılırsa toprak nemini korumakta fakat oksijen miktarı azalmaktadır. Ayrıca her iki yöntemin de yağmur suyunun toprağa işleminde farklı avantajları bulunmaktadır (İlgar, 2016; López-Vicente ve Álvarez, 2018)

1.2. Zeytin Hasatı

İlkbahar sonu, yaz aylarının başlangıcında meyve oluşum sürecinin başlamasıyla birlikte, yağ oluşumu temmuz-ağustos ayında başlamakta ve zeytin kararana kadar devam etmektedir. Zeytinin kararması iklim ve topografik koşullara bağlı olarak kasım-aralık-ocak aylarında olmaktadır (Kutlu ve Şen, 2011).

Maksimum yağ içeriği olgunlaşmanın başlamasından sonraki 60.-75. günler arasında meydana gelmektedir (Alowaiesh vd., 2018). Bu zaman zeytin ağacında hiç yeşil meyvenin kalmadığı zamana denk gelmektedir (Kutlu ve Şen, 2011). Hasat için en uygun zaman verimin en yüksek olduğu bu zamandır. Fakat günümüzde müşteri talepleri doğrultusunda daha yüksek polifenol içeriği ve aroma elde etmek için hasat daha erkene çekilmektedir.

Zeytin hasadında elle toplama, sıırıkla dallara vurarak toplama, makine ile toplama yöntemleri kullanılmaktadır. Her bir toplama yönteminin kendine göre avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Elle toplama ağaca zarar vermeden yapılan zeytin kalitesini en yüksek seviyede tutan yöntemdir. Fakat işçilik maliyetlerini çok fazla arttırmaktadır. Sırııkla dallara vurarak ve makine ile yapılan toplama yönteminde ağaç ve zeytin zarar görebilmektedir. Fakat işçilik maliyeti düşmektedir (Börklü ve Top, 2018).

Toplanan zeytinler tarlada kasalara konularak mümkün olan en kısa sürede işleneceği fabrikaya götürülmeli ve sıkım işlemine başlanmalıdır. Toplama ile sıkım arasındaki zaman ne kadar uzarsa hasarlı meyvelerden kaynaklanacak mikrobiyal gelişme nedeniyle zeytinyağının tat ve kokusunda bozulmalar oluşabilmektedir (Lechhab vd., 2022).

Zeytinyağı kalitesi zeytin çeşidi, zeytinin olgunluk derecesi, lokasyon, toprak, sulama, çevresel, iklimsel ve mevsimsel faktörler, toplanma zamanı ve işleme yöntemi gibi pek çok nedene bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Alowaiesh vd., 2018).

1.3. Zeytinyağı Üretim Teknolojisi

Zeytinyağı üretimi genel manada kesikli ve sürekli sistem olarak ikiye ayrılmaktadır. Sürekli sistemde kendi içerisinde 2 fazlı ve 3 fazlı olarak ayrılmaktadır (Di Giovacchino vd., 2002).

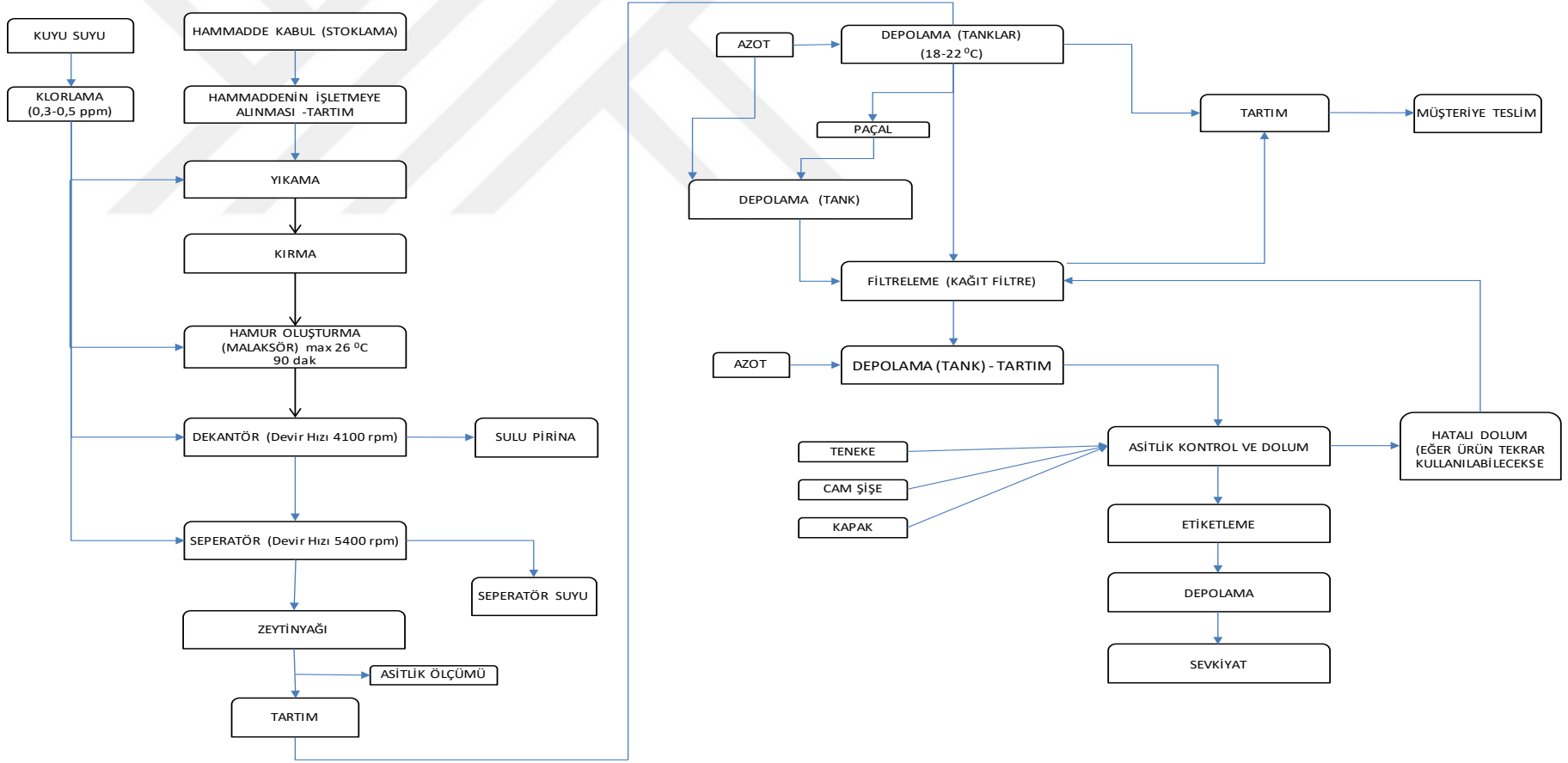
Her iki sistemde başlangıç olarak aynı aşamalardan oluşmaktadır. Öncelikle işletmeye getirilen zeytinler sap, yaprak vb. yabancı maddelerden ayrılır. Daha sonrasında bu zeytinler yıkamaya (Şekil 1) alınarak kaba kirlerinden arındırılır (Ramón Aparicio ve Harwood, 2013).



Şekil 1. Zeytin yıkama ünitesi (Adalıefe Zeytinyağı Fabrikası)

Kesikli klasik yöntemde yıkanan zeytinler taş değirmenler ya da modern kırıcılar ile parçalanarak hamur haline getirilir. Bu hamurdan pres yardımıyla zeytinyağı ve prina adı verilen posa elde edilir. Bu sistemle elde edilen zeytinyağı verimi daha düşüktür.

Ayrıca kırma işlemi kontrollü şekilde yapılmazsa sürtünmeden kaynaklı ısıdan dolayı zeytinyağında kusurlar oluşabilmektedir (Ramón Aparicio ve Harwood, 2013).



Şekil 2. Zeytinyağı üretimi akış şeması (Adalife Zeytinyağı Fabrikası)

Sürekli sistemde ise yıkama makinasından çıkan zeytinler, konveyörler yardımıyla kırıcıya gönderilir. Kırıcıda parçalanan zeytinler malaksör denilen makinalara aktarılır. Malaksör ısı kontrollü, içerisinde helezon bulunan zeytin hamurunun oluşturulduğu yerdir. Burada oluşan hamur dekantöre aktarılır. Dekantörde zeytin hamuru prina ve zeytinyağına ayrılır. İki fazlı sistem ile üç fazlı sistem bu aşamada farklılık göstermektedir. İki fazlı sistemde dekantörde zeytinyağı ve sulu pirina birbirinde ayrılır ve ortaya çıkan zeytinyağı santrifüj makinasına, oluşan sulu pirina da işlenmek üzere prina tanklarına alınır. Üç fazlı sistemde ise dekantörde üç çıktı elde edilir. Zeytinyağı, kuru pirina ve zeytin kara suyu. Üç fazlı sistemden elde edilen zeytinyağı santrifüj makinasına, kuru pirina, işlenmek üzere depo alanına, kara su ise çökertme havuzlarına gönderilir (Ramón Aparicio ve Harwood, 2013). Zeytin kara suyu içeriğindeki fenolik bileşikler nedeniyle çevreye zararlı bir atık olup toprağa, yeraltı sularına, derelere ya da denize deşarj edilmesi önemli sorunlara neden olmaktadır. Bu atıksu evsel atık sulara nazaran 100-400 kat daha kirleticidir (Murat Hocaoglu vd., 2017).

Son yıllarda ultra ses, atımlı elektrik alan, yüksek basınç işleme ve yüksek güç ultra ses gibi yeni yöntemler mevcut sistemlere entegre edilerek daha verimli ve daha kaliteli zeytinyağı elde edilmeye çalışılmaktadır. Örneğin kırıcıdan çıkan zeytinlere malaksöre girmeden önce uygulanan ultra ses yöntemi ile yağ veriminin arttığı ve azalan malaksörde kalma süresi ile zeytinde bulunan değerli minör bileşenlerin (fenolik bileşikler gibi) korunduğu görülmüştür (Pérez vd., 2021).

1.4. Zeytinyağı Kalitesini Etkileyen Faktörler

Zeytinyağı kalitesini etkileyen faktörleri üretim öncesi ve üretim süreci olarak ikiye ayırmak mümkündür. Üretim öncesi faktörler;

Zeytin çeşidi zeytinyağı kalitesini etkileyen faktörlerin en başında gelmektedir. Çünkü bazı zeytin çeşitleri doğası gereği yüksek miktarda polifenol ihtiva etmekte ve yüksek MUFA/PUFA oranına sahip olabilmektedir. Zeytinyağının antioksidan profili öncelikli olarak zeytin çeşidinden daha sonrasında ise çevresel etkilerden kaynaklanmaktadır (Tura vd., 2007).

İklimsel koşulların zeytinyağı kalitesi üzerine direkt etkileri bulunmaktadır. Çok yağışlı geçen dönemlerde oleik asit miktarı azalmakta, don zararı ise zeytinyağının stabilitesini azaltmakta, acılığının düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca don olayı zeytinyağındaki fenol miktarının bir miktar yükselmesini sağlamaktadır (Romero ve Motilva, 2010). Aynı mikro bölgede yetişen zeytinlerden elde edilen zeytinyağı kalitesinin yükseklik arttıkça (0-500 m), ortalama hava sıcaklığının düşmesiyle beraber arttığı gözlenmiştir (Mafrica vd., 2021).

Ağaç yaşları ile ilgili yapılan bir çalışmada, 30-50 yaşlarındaki zeytin ağaçlarından elde edilen zeytinyağlarının, 30 yaşından küçük ağaçlardan elde edilen zeytinyağına göre daha yüksek fenol içeriğine sahip olduğu, yağ asitlerinde ise kayda değer bir farklılık görülmediği belirtilmiştir (Lechhab vd., 2022).

Kullanılabilir potasyum ve nitrojence zengin topraklarda yetişen zeytin ağaçlarından elde edilen zeytin meyvesinin ağırlığı artmaktadır. Ayrıca toprakta bulunan B, Cr, Mn, Zn minerallerinin ise yağ asidi kompozisyonu etkilediği bilinmektedir (Lechhab vd., 2022).

Zeytin ağaçlarının gelişmesi için genellikle yağmur suyu yeterlidir. Fakat yeterli yağış olmadığında su stresi yaşayan ağaçlara, meyvede yağ oluşumunun başladığı dönemde yapılacak sulamanın zeytinyağı kalitesine ve miktarına olumlu etkileri bulunmaktadır. Zeytinin evaporasyon miktarının üzerinde yapılan sulama fenolik bileşiklerde azalmaya oksidatif stabilitenin düşmesine neden olmaktadır. Bu sebeple hem su tüketimini azaltmak hem de optimum verimi sağlamak için evaporasyon miktarının %30-40 altında sulamanın faydalı olabileceği gösterilmiştir (Gómez-Rico vd., 2007).

Budama, ağaçların daha iyi güneş ışığı almasını sağladığı, zararlılardan ve hastalıklardan koruduğu için dolaylı olarak zeytin ve zeytinyağı kalitesine olumlu sahiptir (Lechhab vd., 2022).

Zeytinyağı kalitesi, hasat zamanına bir başka ifadeyle zeytinin olgunluk derecesine göre değişmektedir. Genel olarak zeytinin olgunluk derecesinin artmasıyla fenolik bileşik, tokoferol ve uçucu bileşen miktarlarında azalma görülmektedir. Bu duruma zıt olarak yağ eldesi artmaktadır. Fakat zeytin çeşidine ve iklim koşullarına göre farklılıklar

görülebilmektedir (Lechhab vd., 2022). Bu nedenle zeytin hasat zamanına karar verilirken zeytin çeşidine, o yılki iklim koşullarına ve müşteri profiline göre karar verilmesi gerekmektedir.

Genel anlamda zeytin toplama yönteminin (elle, makine ile vb.) zeytinyağı kalitesinde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Toplama yönteminden ziyade toplama sonrası ürünün depolanma koşullarının ve işleme süresinin zeytinyağı kalitesi üzerinde önemli etkileri vardır. Bu nedenle toplanan zeytinlerin 25 °C'nin ve %75 bağıl nemin altında depolanması ve en geç 24 saat içerisinde işlenmesi gerekmektedir (Lechhab vd., 2022).

Zeytinyağı kalitesini etkileyen diğer bir faktör de üretim koşullarıdır. Üretim basamaklarında ilk sırada yaprak ayırma ve yıkama işlemi yer almaktadır. Kırıcıya giren zeytinle yaprak miktarının fazla olması durumunda zeytinyağı yeşil renkte olmakta ve acılığı yükselmektedir. Bu durum müşteriler tarafından olumsuz olarak değerlendirilmektedir (Di Giovacchino vd., 2002). Ayrıca yıkama işlemiyle taş, metal parçaları vs. gibi fiziksel bulaşanlar ayrılarak makinaların sağlığı da korunmuş olmaktadır. Kaba kir ve toz yıkama işlemiyle uzaklaştırılmakla birlikte çoğu pestisit suda çözünebilir olduğundan zeytinyağına geçebilecek pestisitlerin de kısmen önüne geçilebilmektedir. (Kalogianni vd., 2019).

Zeytin kırma (parçalama) işlemi zeytin hücrelerinin parçalanarak zeytinyağının serbest kalması için önemlidir. Sürekli sistemde malaksör öncesinde kullanılan metal kırıcılar, granit değirmen kırıcılara oranla zeytini çok küçük parçalara ayırdığı için daha iyi yağ verimi elde edilmesini ve fenolik madde içeriğinin artmasına neden olmaktadır. Ancak uçucu bileşenlerde azalmaya neden olmaktadır. Uçucu bileşenlerdeki azalmanın metal kırıcılarda sıcaklığın 10-15 °C artmasından kaynakladığı söylenebilir (Di Giovacchino vd., 2002). Kırıcılarda kullanılan eleğin delik çapları küçüldükçe ve kırıcının dönme hızı arttıkça elde edilen yağ miktarı da artmaktadır (Kalogianni vd., 2019).

Kırıcıdan çıkan zeytinler hamur halini almış bir şekilde malaksöre gelir. Malaksördeki malaksiyon (yoğurma) işlemi zeytin hücrelerindeki küçük yağ damlacıklarının birleşerek bir araya gelmesini sağlar. Bu nedenle zeytinyağının verimini, kalitesini ve besin değerini önemli derecede etkileyen işlem basamağıdır. Burada en kritik

iki değişken sıcaklık ve süredir. (Kalogianni vd., 2019). Malaksöredeki sıcaklık, zaman ve atmosfer koşullarının etkileri aşığıdaki gibi sıralanabilir (Clodoveo, 2012).

- Malaksiyon süresi, sıcaklık ve zeytin hamuruyla etkileşimdeki atmosfer, zeytinyağının kalitesini ve organoleptik özellikleri etkileyen enzimlerin aktiviteleri için önemlidir.

- En iyi yağı elde etmek için malaksörlerin hermetik olarak kapalı olması ve içerideki oksijen konsantrasyonunu kontrol edilebilmesi için inert gazların kullanılması gerekmektedir. Kısacası kontrollü bir atmosfer sağlanmalıdır.

- İ inert gaz kullanımı fenolik bileşiklerin yıkımını önleyerek malaksiyon süresinin uzatılması ve böylece fenolik bileşik kaybı olmadan yağ eldesinin artmasını sağlamaktadır.

- Malaksöre ılık su eklenmesi yağ eldesini arttırmakla birlikte hidrofilik fenollerin su miktarıyla orantılı olarak azalmasına neden olmaktadır.

- 30 °C altında ve 30-45 dakikalık malaksiyon işlemleri yağ eldesini etkilemeden en iyi kalitede zeytinyağı üretimine imkan sağlamaktadır.

Özellikle düşük sıcaklıklardaki malaksiyon işlemi, zeytinyağının çekici özelliğini veren esterlerin konsantrasyonun yüksek kalmasına ve *trans*-2-hekzen-1-ol ve hekzan-1-ol gibi istenmeyen bileşiklerin düşük konsantrasyonda kalmasını sağlar. Ayrıca düşük sıcaklıkta yapılan malaksiyon işlemi ile yağın raf ömrünü uzatan ikincil bileşiklerin zeytinyağında daha yüksek oranda bulunması sağlamaktadır (Di Giovacchino vd., 2002).

Dekantasyon işleminde kullanılan 2-fazlı ya da 3-fazlı sistem yağın kalitesi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Özellikle 3-fazlı sistemlerde, dekantör suyla yüklenmektedir. Bu durum da fenolik ve uçucu bileşiklerin miktarının azalmasına neden olmaktadır. İki fazlı sistemde ise dekantörde çok az ya da hiç su kullanılmadığı için bahsi geçen bileşiklerin konsantrasyonları daha yüksek olmaktadır. Bu durum da yağın renginden duyuşal özelliklerine birçok kalite kriterine önemli etkide bulunmaktadır (Kalogianni vd., 2019).

Dekantörden çıkan yağın santrifüj makinasına gelmesiyle yağ içerisinde bulunan su ve katı partiküller ayrılır. Fakat bu aşamada eklenen su miktarına bağlı olarak fenol miktarında azalma görülür. Ayrıca santrifüj işlemi yağ oksidasyonuna da neden olmaktadır (Kalogianni vd., 2019).

Zeytinyağının depolanması sırasındaki sıcaklık, gün ışığı, süre, oksijen varlığı zeytinyağı kalitesini etkilemektedir. En iyi zeytinyağı için depolamanın serin (özellikle 4 °C) ve ışık almayan bir ortamda yapılması gerekmektedir. Ayrıca kontrollü bir atmosfer de sağlanmalıdır. Bu parametrelerdeki olumsuz değişiklikler zeytinyağının oksidasyonunu hızlandırmakta, fenolik bileşiklerin azalmasına ve serbest yağ asidi yüzdesinin artması neden olmaktadır (Lechhab vd., 2022).

1.5. Zeytinyağında Ürün Sınıfları ve Standartlar

Ülkemizde zeytinyağları Avrupa Birliği mevzuatına uyum çerçevesinde 17.09.2017 tarih ve 30183 sayılı Resmi Gazete ile yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği ile düzenlenmektedir.

Bu tebliğde; “Natürel zeytinyağı: Zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, dekantasyon, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen; kendi kategorisindeki ürünlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerini taşıyan yağlardır. Çözücü veya kimyasal ya da biyokimyasal etkisi olan yardımcıları kullanılarak veya reesterifikasyonla elde edilen yağlar bu tanımın dışındadır. Natürel zeytinyağları; Natürel sızma zeytinyağı: Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramdan fazla olmayan yağlar,...” olarak tanımlanmaktadır (TGK, 2017).

Bunun haricinde son yıllarda ilk hasat zeytinyağı ya da erken hasat zeytinyağı gibi yeni kavramlar ortaya çıkmıştır. Bu kavramlar natürel sızma zeytinyağının alt sınıfları olarak kullanılmakta olup tebliğde tanımlarına yer verilmediği için ürün üzerinde kullanılmasında bir mâni bulunmamaktadır.

Erken hasat; zeytin sezonunun başlangıç döneminde yeşilden pembe renge kadar uzanan renk skalasında yer alan zeytinlerden elde edilen yüksek kaliteli zeytinyağları olarak tanımlanabilir (Dıraman ve Dibeklioğlu, 2009).

“Bu kavramı açıklarken zeytin olgunluk indeksinden de bahsetmek gerekmektedir. Olgunluk indeksi; zeytin örneklerinden 100 adet meyve alınarak kabuk ve meyve eti rengine göre 0-7 arasında derecelendirilen örneklerin adetleri belirlenerek aşağıda verilen eşitlik yardımı ile hesaplanmasıdır” (Gündoğdu ve Şeker, 2012).

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

Burada: $n_0, n_1, n_2, \dots, n_7$ aşağıdaki 8 kategorinin her birine ait zeytin adedidir.

0: Kabuk rengi koyu yeşil olan zeytinler

1: Kabuk rengi sarı veya sarımsı-yeşil olan zeytinler

2: Kabuk renginin yarısından azı kırmızımsı lekeli sarımsı olan zeytinler

3: Kabuk renginin yarısından fazlası kırmızımsı veya açık menekşe olan zeytinler

4: Kabuk rengi tamamen siyah ve meyve eti hala tamamen yeşil veya beyaz olan zeytinler

5: Kabuk rengi tamamen siyah ve meyve eti kalınlığının yarısına kadar menekşe rengi olan zeytinler

6: Kabuk rengi tamamen siyah ve meyve etinin çekirdeğe kadar olan kısmı menekşe rengi olan zeytinler

7: Kabuk rengi tamamen siyah ve meyve eti ve çekirdek tamamen koyu renk olan zeytinler” (Gündoğdu ve Şeker, 2012).

Erken hasat tanımından yola çıkarak erken hasat zeytinyağının, olgunluk indeksi 0 ila 3 arasında olan zeytinlerden elde edilen yağlar olduğu söylenebilir.

Ayrıca bir diğer kavram olan soğuk sıkım ise tebliğde “Zeytin hamurunun 27 °C’nin altında perkolasyonu veya santrifüjü ile elde edilen natürel sızma veya natürel birinci zeytinyağları için kullanılabilir.” ifadesi yer almaktadır. Malaksiyon aşamasında zeytin hamurunun ısısı 27 °C altında tutularak zeytinyağındaki fenolik ve uçucu bileşen miktarının artması sağlanmaktadır (TGK, 2017)

Son yıllarda özellikle butik işletmelerin de artmasıyla erken hasat, ilk hasat, soğuk sıkım gibi kavramlar ürün pazarlaması sırasında daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Erken hasat ve soğuk sıkım ürünlerde yağ eldesi daha düşük olduğu için bu kayıp fiyatlara yansıtılmakta ve bu ürünler daha yüksek fiyatlara alıcılarla buluşturulmaktadır.

Erken hasat zeytinyağının sağlık üzerindeki pozitif etkisi, tekli doymamış yağ asitleri ile çoklu doymamış yağ asitlerinin optimal oranından, klorofil, polifenol ve tokoferol gibi minör bileşiklerin çokluğundan kaynaklanmaktadır (Dag vd., 2011).

1.6. Zeytinyağının Duyusal Kalitesi ve Besin Değeri

Zeytinyağının duyusal kalitesini belirleyen tat ve aroma, çok düşük yoğunlukta bulunan antioksidan etkiye sahip polar uçucu ve fenolik bileşikler tarafından sağlanır (Kiritsakis, 1998). Bu bileşikler, kırma ve malaksiyon aşamalarında enzimler (özellikle lipoksigenaz) vasıtasıyla ortaya çıkmaktadır (Pérez vd., 2014).

Uçucu bileşenler çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu ile oluşmaktadır (Fernandes-Silva vd., 2013). Zeytinyağı aromasına katkıda bulunan bileşenlerin %50-75'i aldehitlerdir. Hekzanal, *trans*-2-hekzenal, 1-hekzanol, ve 3-metilbutanol zeytinyağına aroma veren uçucu bileşenlerin başında gelmektedir (Kiritsakis, 1998). Ayrıca zeytinyağına yeşil (ham meyve) tadı, koku ve burukluk tadı gibi olumlu duyusal özellikler veren 6 karbonlu bileşikler (aldehitler, alkoller, asetil esterler) toplam uçucu bileşenlerin %60-80'ini oluşturmaktadır (Fernandes-Silva vd., 2013).

Polifenoller, hidroksitirozol, tirozol, kafeik asit, kumarik asit ve hidroksibenzoik asit zeytinyağının duyusal karakteristikleri üzerinde en büyük etkiye sahip bileşiklerdir. Kaliteli zeytinyağının önemli göstergesi olan acılık tadını ise oleuropeinin hidrolizi ile ortaya çıkan hidroksifenil-etanollerin esterleri vermektedir (Kiritsakis, 1998).

Zeytinyağının duyusal özelliklerinin değerlendirilmesi için standart oluşturulmuş ve zeytinyağının duyusal özelliklerinin nasıl değerlendirileceği Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metotları Tebliğinde belirtilmiştir. Bu tebliğde zeytinyağının pozitif ve negatif duyusal özellikleri tanımlanmıştır. Natürel sızma zeytinyağlarında kusurların (negatif özellikler) medyanı sıfır ve meyvemsi özelliğin medyanının sıfırdan büyük olması gerekmektedir (TGK, 2017).

Yapılan birçok çalışmada Akdeniz diyetinin önemli bir parçası olan natürel sızma zeytinyağının kalp hastalıklarına karşı koruyucu özelliği olduğu gösterilmiştir. Özellikle

bileşiminin %98'ini oluşturan yağ asitleri ve bu yağ asitlerinde bulunan oleik asit gibi tekli doymamış yağ asitleri ve bileşimin %2 'sini oluşturan fenolikler, tokoferoller, sekualen gibi bileşikler insan sağlığına olumlu katkılar sağlamaktadır (Davis vd., 2015; Romani vd., 2019). Tablo 4'te zeytinyağında bulunan bazı bileşikler ve iyi geldiği hastalıklar verilmiştir.

Tablo 4

Zeytinyağının sağlık etkisi

Zeytinyağında bulunan bileşen	İyi Geldiği Hastalıklar
Quercetin, catechin, epicatechin	Kanser, inflamasyon, nörodegrasyon (alzaimer, parkinson)
Hidroksitirozol, tirozol, oleuropein	Kan basıncını düşürme
Flavonoidler, lignanlar	Kolon kanseri, bağışıklık sistemi
Hidroksitirozol, tirozol	Kanser metastazının önlenmesi

(Frankel, 2011)

İKİNCİ BÖLÜM ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Önceki Çalışmalar

Zeytin ağacı (*Olea europaea L*) Akdeniz bölgesinde yaygın olarak yetiştirilmektedir ve bu bölgenin önemli bitkilerinde biridir. Hem yağ ekstraksiyonu için hem de sofralık zeytin olarak kullanılabilen bir meyvedir (Beltrán vd., 2004). Beltran vd. (2004)'e göre tarımsal ve çevresel koşullardan etkilenir. Olgunlaşma süreci, çeşitle ve çeşidin çevre ile ilişkisiyle, çeşidin suya ulaşılabilirliğiyle doğrudan ilgilidir. Su yoksunluğu, meyve gelişimi ve yağ içeriği üzerinde en büyük etkiye sahip faktördür.

Hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmadan sadece fiziksel işlemler yardımıyla elde edilen natürel sızma zeytinyağı içerdiği besin değeri, organoleptik özellikleri, yapısındaki çoklu doymamış yağ asitleri ve antioksidanlardan dolayı değerli bir yağdır. Ayrıca kimyasal işlem görmeden tüketilebilen tek bitkisel yağdır (Dıraman ve Dibeklioğlu, 2009).

Zeytinyağının kimyasal bileşimi ve kalitesi; rakım, toprak bileşimi, enlem, zeytin zararlıları, üretim yılında hüküm süren iklim koşulları, çeşit ve yağ sıkım süreci gibi çeşitli faktörlerden etkilenir (Dag vd., 2011). Erken hasat zeytinler yeşilden pembeye, henüz siyahlaşmaya başlamamış genellikle Eylül-Ekim aylarında toplanan yağlık zeytinler olarak tanımlanabilir (Dıraman ve Dibeklioğlu, 2009). Olgunlaşma süreciyle beraber meyve ağırlığı, meyve eti-çekirdek oranı, yağ rengi, yağ içeriği, yağın kimyasal bileşimi ve enzim aktivitesi ile meyve sıklığı, yağ çıkarma kolaylığı ve duyuşal niteliği gibi özellikler değişim gösterir (Beltrán vd., 2004).

Erken hasat zeytinyağları olgunluk indeksin 0-1-2-3 numaralarında yer alan zeytinlerden elde edilmektedir. Yağ asitlerinin bileşimi, polifenoller, tokoferoller, steroller ve pigmentler olgunlaşma ile değişir. Bu değişiklikler ürünün kalite derecesine, duyuşal karakteristiklerine, oksidatif kararlılığına ve besin değerine yansır (Dag vd., 2011).

Erken hasat zeytinlerden elde edilen zeytinyağları, yüksek kaliteli zeytinyağlarında olması beklenen düşük serbest yağ asidi (SYA) ve peroksit değerlerine (PD) sahiptir. Erken

hasat zeytinyağları içeriğindeki yüksek klorofil ve antioksidanlar nedeniyle oksidasyona karşı daha karardır. Fenoller ve aromatik bileşikler bakımından zengindirler. Bu nedenle, erken hasat yağları yüksek kalitededir ve olgun hasat edilen zeytinlerden elde edilen yağlara kıyasla daha yüksek bir piyasa değerine sahiptir (Dıraman ve Dibekliolu, 2009).

Dalmaçya yarımadasında yetişen zeytin çeşitlerinin (Buhavica, Drobnica, Lastovka ve Oblica) hasat zamanına göre kimyasal ve duyuşal özellikleri hakkında yapılan çalışmada; 2016 ekim ayının başlarında toplanan zeytinlerden elde edilen erken hasat zeytinyağları ile 2016 kasım ayının sonlarında toplanan zeytinlerden elde edilen zeytinyağları kıyaslanmıştır. Bu çalışmada yağ sıkım işlemi laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Buhavica ve Oblica çeşitlerinde erken hasat yağların toplam fenolik bileşen miktarının geç hasada göre yaklaşık 2 kat fazla olduğu, Drobnica'da bu oranın değişmediği, Lastovka'da ise 2 kat az olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle fenolik içerik miktarının hasat zamanından ziyade zeytin çeşidi ile alakalı olduğu belirtilmiştir. Yine bu çalışmada yağ asidi bileşiminin hasat zamanı ile küçük değişiklikler gösterdiği, özellikle yağ asitleri içerisinde linoleik asidin oranının neredeyse aynı kaldığı, sekualen miktarının ise geç hasatta düştüğü gösterilmiştir. Erken hasat edilen Drobnica ve Lastovka çeşitlerin elde edilen yağlarda yüksek acılık tespit edilmiş olup geç hasatla birlikte Drobnica çeşidinin acılığının düştüğü fakat Lastovka çeşidinin acılığında önemli bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. Duyusal özellikler bakımından zeytinyağının özelliklerinin hasat zamanına değil ürün çeşidine bağlı olarak değiştiği gözlemlenmiştir (Bilušić vd., 2018).

İsrailde Kibbutz Revivim ve Kefar Menahem lokasyonlarında 2005/6-2008/9 arasındaki 4 sezon boyunca aynı tarlalardan toplanan Barnea ve Souri çeşitleri incelenmiştir. Bu çalışmada erken hasat eylül sonu-ekim başı gibi yapılmıştır. Daha sonra yaklaşık her 15 günde bir tarlalardan hasat yapıp örneklerin sıkım işlemi laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Zeytin ağaçları, var sezonunda olgunluk indeksi olan 2,5'e aralık ayının başında gelirken, yok sezonunda aynı seviyeye kasım ayının başında geldiği görülmüştür. Meyve ağırlığı olgunluk indeksi arttıkça artmaktadır. Zeytin meyvesindeki yağ miktarının var senelerinde, ekim ayından ocak ayına Barnea çeşidinde %45, Souri çeşidinde ise %100 arttığı gözlemlenmiştir. Diğer birçok çalışmada olduğu gibi olgunluk indeksi ilerledikçe serbest yağ asitliğinin %0,1'den, %0,25'e yükseldiği ayrıca Souri cinsinde 3,2 olgunluk derecesine kadar serbest yağ asitliğinde hafif bir yükselme gözlenirken, olgunluk seviyesinin

3,2'nin üzerine çıkmasıyla serbest yağ asitliğinde keskin bir yükseliş gözlenmiştir. Bu durum zeytinin olgunlaşması ile mekanik etkilerden daha çok etkilenmesi ve lipaz enziminin aktivitelerinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada toplam fenol miktarının her iki çeşitte de olgunluğun ilerlemesiyle açık bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Yine olgunlaşma değeri arttıkça tekli doymamış yağ miktarının çoklu doymamış yağ miktarına oranı azalmaktadır. Bu durum oleik asit miktarı azalırken, linoleik asit miktarının artmasından kaynaklanmaktadır (Dag vd., 2011).

Özellikle günlük diyetle alınan yüksek tekli doymamış yağ miktarının (MUFA), çoklu doymamış yağ (PUFA) miktarına oranı yüksek olan ürünlerin, kalp damar sağlığı üzerine olumlu etkileri bulunmaktadır (Tablo 5). Bu ürünlerin başında zeytinyağı gelmektedir.

Tablo 5

Zeytinyağındaki yağ asidi kompozisyonu

Toplam Tekli Doymamış Yağ Asitleri (MUFA)	73,7 g
Oleik Asit	72,5 g
Palmitoleik Asit	1,2 g
Toplam Doymuş Yağ Asitleri	13,5 g
Pamitic Asit	11,0 g
Stearik Asit	2,2 g
Toplam Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (PUFA)	8,4 g
Linoleik Asit	7,9 g
Alfa Linoleik Asit	0,6 g

(Assy vd., 2010)

Hırvatistan'ın Istria bölgesinde 1997, 1998, 1999, 2000 yıllarında 3 değişik hasat zamanı belirlenerek (birinci hasat-Ekim ayının ilk yarısı, ikinci hasat-Kasım ayının ilk yarısı, üçüncü hasat-Kasım ayının ikinci yarısı) Hırvatistan çeşidi olan Bianchera, Busa ve İtalyan çeşidi Leccino zeytinlerinden elde edilen yağlarla ilgili bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada elde edilen zeytinlerin laboratuvar ortamında sıklımı gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda yağ asidi kompozisyonlarının hasat zamanına göre minimal değişiklikler gösterdiği belirtilmiştir. Olgunlaşmanın artmasıyla fenol içeriğinin azaldığı tüm çeşitler için gözlenmiştir. Örneğin Leccino çeşidi ilk hasatta döneminde toplam fenol miktarı 277 mg/kg iken üçüncü hasat döneminde bu değer 130 mg/kg'a düştüğü gözlenmiştir. İklim

koşullarıyla zeytinin olgunluk süreci arasındaki bağı, doğrudan fenol miktarını da etkilediği belirtilmiştir. Zeytin çeşidinin fenol miktarı ile istatistiki olarak anlamlı bir ilişkisi olmakla birlikte, zeytinin olgunluk derecesinin fenolik bileşik miktarı üzerinde daha büyük bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Škevin vd., 2003).

İtalyanın Kalabria bölgesindeki Carolea, Grossa di Gerace, Ottobratica, Sinopolese çeşitleri üzerine 2012-2013 ve 2013-2014 sezonunda yapılan çalışmada, ekim ayının ikinci yarısında ve kasım ayının ikinci yarısında yapılan hasatlardan elde edilen yağlar karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada yağ sıkım işlemi laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamakla beraber hasat zamanı ilerledikçe toplam fenolik bileşik ve tokoferol içeriğinde azalma trendi gözlemlenmiştir. Örneğin Ottobratica çeşidinde toplam fenol miktarı ilk hasatta 469 mg/kg iken ikinci hasatta 326 mg/kg düşmüştür. Yine aynı çeşitte tokoferol miktarı ilk hasat ve ikinci hasatta sırasıyla 330 mg/kg ve 278 mg/kg olarak belirlenmiştir. Sterol kompozisyonu çeşide ve zeytin olgunluğuna bağlı olarak, yağ asidi kompozisyonunun ise hasat zamanına bağlı olarak değişiklik göstermediği belirtilmiştir (Piscopo vd., 2018).

Cezayir'in Kaizar bölgesinde yapılan bir çalışmada aynı tarlada bulunan rastgele seçilmiş Chemlal çeşidine ait 10 zeytin ağacı sırasıyla 15.11.2011-05.12.2011-26.12.2011 ve 15.01.2012 tarihlerinde hasat edilerek elde edilen zeytinyağlarının kimyasal ve duyuşal özellikleri karşılaştırılmıştır. Yağ sıkım işlemi laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda zeytinyağı serbest yağ asitliğinin hasat dönemi boyunca %0,2'den %0,3'e yükseldiği gözlenmiştir. Yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde tekli doymamış yağ asitlerinin miktarında önemli değişiklikler olmadığı, fakat çoklu yağ asitlerinin miktarının arttığı gözlenmiştir. İlk hasat ile son hasat verileri karşılaştırıldığında tekli doymamış yağ asitlerinin, çoklu doymamış yağ asitlerine oranı sırasıyla 7 ve 5,1 olarak bulunmuştur. Bu durum oleik asitin oleat desaturaz enzimi etkisiyle linoleik aside dönüşmesinden kaynaklanmaktadır. Yine aynı şekilde toplam fenol ve tokoferol içeriğinin ilk hasat zamanı ile son hasat zamanı arasında azaldığı görülmüştür. Toplam fenol miktarı ilk hasat ile son hasat arasında 126 mg/kg'dan 85 mg/kg'a, tokoferol miktarı ise 203 mg/kg'dan 175 mg/kg'a düştüğü görülmüştür. Fakat bu düşüşler istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir. Ayrıca fenolik bileşiklerdeki azalma ile birlikte zeytinyağında önemli bir kriter olan acılığın da hasat zamanı ilerledikçe azaldığı gösterilmiştir (Bengana vd., 2013).

Zeytinde bulunan fenolik bileşikler, zeytin meyvesinin rengini, besin değerini, zeytinyağının stabilitesini, mikroorganizmalara karşı dayanıklılığını etkilemektedir. Bu maddelerin kardiyovasküler ve trombotik hastalıklara karşı etkili bir koruma sağladığı bildirilmiştir. Zeytinde bulunan başlıca fenolik bileşikler; tirozol, hidroksitirozol bu fenollerin konjuge ürünleri ile elenolik asit ve oleuropeindir. Zeytindeki bu fenollerin miktarı; zeytinin cinsi, yetiştiği yer, iklim koşulları, olgunlaşma ve depolama koşullarına gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Türkoğlu vd., 2012). Tirozol, hidroksitirozol, vanilik asit, *p*-kumarik asit, luteolin ve apigenin seviyeleri, analiz edilen hemen hemen tüm erken hasat yağ numunelerinde daha yüksek bulunmuştur (Franco vd., 2014).

Zeytinyağına aroma ve koku veren bileşikler linoleik ve linolenik asidin lipoksigenaz yardımıyla, enzimatik oksidasyonu sonucunda ortaya çıkmaktadır. Ayvalık çeşidinden elde edilen zeytinyağlarında; (E)-2-hekzenal'ın olgunlaşma ile %33,1'den %64,7'e çıktığı belirlenmiştir. Buna karşın aynı süreçte hekzenal miktarının %39,8'den %16,6'ya düştüğü görülmüştür. Olgunluk indeksine göre elde edilen değerler aşağıdaki tabloda (Tablo 6) verilmiştir (Karagoz vd., 2017).

Tablo 6

Ayvalık zeytinyağındaki uçucu bileşenler

Uçucu Bileşikler (%)	Olgunluk İndeksi		
	2,26	3,93	4,34
2-Pental	0,53	0,52	0,74
(Z)-3-Hekzenal	4,51	3,33	2,09
Hekzenal	39,8	31,2	16,6
(E)-2-Hekzenal	33,1	48	64,7
1-Hekzanol	-	0,46	0,4
(Z)-3-Hekzenil asetat	-	-	2,6
Hekzil asetat	-	0,33	0,6
Toplam	77,9	83,8	87,8

(Karagoz vd., 2017)

Zeytinyağının kalitesine hasat zamanı ve zeytin çeşidinin etkileri istatistiksel olarak Tablo 7’de gösterilmiştir. $\Delta 7$ -Stigmastenol değeri dışında çeşidin kalite indeksi parametrelerinde önemli etkisi bulunmaktadır. Hasat zamanının ise kalite parametrelerini anlamlı olarak etkilemediği görülmektedir.

Tablo 7

Zeytinyağı kalite indeksinde, zeytin çeşidi ile hasat zamanının etkisinin p-değerleri ($p < 0,05$: Kalite indeksini etkilediğini göstermektedir)

	Zeytin Çeşidi	Hasat Zamanı
Serbest Asitlik	0,090	0,147
Peroksit Değeri	0,000	0,125
ΔK	0,007	0,304
C17:1	0,000	0,799
C18:1	0,018	0,806
Toplam vakslar	0,007	0,640
Σ Yağ Asidi Etil Esterleri	0,035	0,645
Toplam Fenolik Bileşik	0,000	0,815
Toplam Tokoferol	0,005	0,181
Oksidatif Stabilité	0,000	0,000
$\Delta 7$ -Stigmastenol	0,285	0,257

(Piscopo vd., 2018)

Erken hasat zeytinyağları, serbest yağ asitleri miktarı, peroksit değeri, polifenol içeriği, acılık, keskinlik, aroma özellikleri bakımından olumlu özellikler sahip olmakla birlikte, randıman açısından olumsuz özelliğe sahiptir. Olgunlaşma evresini tamamlamış 4,5-5 kg zeytinden, 1 kg zeytinyağı elde edilebilirken, erken hasat edilen 7-8 kg zeytinden, 1 kg yağ elde edilebilmektedir. Fakat randıman açısından olumsuz olan özelliği, erken hasat zeytinyağlarının piyasa satış fiyatlarının, zamanında hasat edilen zeytinlerden elde edilen yağlara göre daha yüksek fiyatlara satılmasıyla bertaraf edilebilmektedir. Ayrıca erken hasat zeytin yağları, zeytine önemli zarar verebilen zeytin sineği zararlarından korunma açısından da önemlidir (Dag vd., 2011).

Erken hasat zeytinyağlarının yüksek piyasa fiyatları nedeniyle, bazı kötü niyetli üreticiler tarafından haksız rekabet aracı olarak kullanılmaktadır. Bu üreticiler erken hasat edilmemiş olgun zeytinleri, erken hasat gibi lanse ederek yüksek fiyatlara satmaya çalışmakta ve böylelikle de haksız kazançlar elde edebilmektedir.

Kitle iletişim araçlarıyla tüketicilerin bilgili, bilgisiz, bilgili-bilgisiz kişiler tarafından yanlış yönlendirilmesi, kötü niyetli üreticilere destek olmaktadır. Bu gibi durumların önüne geçebilmek için erken hasat zeytinyağlarının kimyasal kompozisyonlarının ve organoleptik özelliklerinin ayrıntılı olarak araştırılarak ortaya konması gerekmektedir.

Erken hasat ve normal hasat ürünlerin analizle ayırt edilmesini sağlayacak müspet kriterler geliştirilmeye çalışılmalıdır. Eğer geliştirilemiyorsa çıkarılacak kanun ve yönetmelikler yardımıyla tüketici algısını etkileyen ve haksız kazançta neden olan erken hasat vb. ibarelerin; zeytinyağlarının ambalajları üzerinde ve ürün reklamlarında kullanılmasının yasaklanması gerekmektedir.

Natürel zeytinyağı yalnızca fiziksel işlemlerle elde edilen, rafine edilmeyen ve dolayısıyla herhangi bir kimyasal madde ile temas etmeden üretilen ve bundan dolayı natürel (virgin) olarak anılan yemeklik bir yağdır. Ayrıca, natürel zeytinyağı bileşiminde bulunan biyo-aktif maddeler (fenolikler, steroller, tokoller vb.) nedeniyle de beslenme açısından önemlidir. Zeytinyağı kalitesinde, kodeksin belirlediği kriterler yanında, son yıllarda yağın fenolik madde içeriği ve uçucu aromatik bileşenleri de çok fazla önem kazanmıştır. Zeytin meyvesinin hasat zamanının yağın bileşimini ve dolayısıyla da besin değerini doğrudan etkilediği birçok araştırma ile ortaya konulmuştur. Hasadın daha erken tarihlere alınması, yağda fenolik içeriği genelde artırırken, aromada genel tüketici profili tarafından olumsuz karşılanan bazı özelliklere (fazla acılık gibi) neden olabilmektedir. Ayrıca yağ veriminde de düşüş olmaktadır. Her bölgede hasat zamanı birbirinden farklıdır. Bölgenin enlem ve boylamı, iklim ve toprak durumu ve tarım pratikleri bu farklılığa neden olan başlıca faktörlerdir. Literatürdeki benzer çalışmalarda daha çok laboratuvar koşullarında yağ çıkarılmakta ve analizler yapılmaktadır.

Bu tez çalışmasının amaçları ise aşağıda sunulmuştur;

- Gerçek fabrika koşullarında aynı bahçeden erken ve normal hasat edilmiş zeytinlerden aynı üretim hattında ve üretim koşullarında zeytinyağı üretmek,
- Fabrika koşullarında gerçek yağ verimini karşılaştırmak,
- Erken ve normal hasat zeytinlerin temel özelliklerini laboratuvarında analiz ederek karşılaştırmak,

- Erken ve normal hasat zeytinyağlarının tüm temel analizlerini yaparak hem birbirleri ile hem de kodeks ile karşılaştırmak,
- Erken ve normal hasat zeytinyağlarının detaylı bileşim analizlerini (yağ asidi, sterol, fenolik bileşenler ve uçucu aromatik maddeler) yapmak ve karşılaştırmak,
- Erken ve normal hasat zeytinyağlarının standart duysal testlerini ve tüketici beğeni testlerini yapmak ve sonuçları karşılaştırmak,
- Bilimsel verilerle erken hasadın durumunu belirlemek ve zeytinyağı üretimi yapan firmalar için bilimsel verileri sunmaktır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyaller

Bu araştırmada endüstriyel koşullarda zeytinyağı üretiminde kullanılmış olan Edremit çeşidi zeytinler Balıkesir-Burhaniye Bahadınlı Köyü'nde 112 ada 34 parselde (<https://parselsorgu.tkgm.gov.tr/#ara/idari/166756/112/34/1650149146666>) bulunan 32,2 dönüm zeytinlikten hasat edilmiştir (şekil 3). Erken hasat üretimi 4 Ekim 2021 tarihinde, normal hasat ise 8 Aralık 2021 tarihinde yapılmıştır. Her iki dönemdeki hasat aynı tarladan rastgele seçilen ağaçlardan yapılmıştır. Hasat edilen zeytinler aynı gün fabrikaya getirilerek 2 tekerrürlü olarak zeytinyağı üretimi gerçekteşirilmifitir. Aynı zamanda hasat edilen zeytinlerden iki paralel örnek alınarak laboratuvara getirilmiş ve zeytin meyve analizleri de 24 saat içerisinde gerçekteşirilmifitir (şekil 4, 5, 6, 7).



şekil 3. Hasat yapılan tarlanın ada parsel görüntüsü

Zeytinyağı üretimi Adalı Efe Zeytinyağı-Yasemin Zengin fabrikasında gerçekteşirilmifitir (İşletme Kayıt No: TR-10-K-022393 Bahadınlı/Burhaniye/Balıkesir). Her iki hasat tarihindeki üretimler de, 2 fazlı sistemde (HA-US marka 20 ton/gün hamur kapasitesi, 750 kg'lık 2 malaksör, DMV 2342 dekantör) gerçekteşirilmifitir. Erken hasat

retiminin yapıldığı 4 Ekim 2021’de bölgenin hava raporu şöyledir: 16,8 °C, açık, %61 nem, kuzeydoğudan 13 m/sn rüzgâr hızı. Normal hasat üretiminde yapıldığı 8 Aralık 2021 tarihinin hava raporu ise şöyledir: 10,1 °C, yağışlı, %100 nem, güneydoğudan 5 m/sn rüzgar hızı. retime ait fabrika parametreleri Tablo 8’de verilmiştir. Her retimde, 2 paralel olacak şekilde zeytinyağı üretimi gerçekleştirilmiş ve üretimi takiben örnekleri kahverengi renkli, kapaklı şişelere alınan numunelerde analizlere başlanmıştır. Hasat dönemlerinde ve sonrasında çekilen fotoğraflar şekil 8, 9 ve 10’da gösterilmiştir. Araştırmada kullanılan zeytin meyveleri ve aynı fabrikada üretilen zeytinyağları ise şekil 11’de gösterilmiştir.



şekil 4. Erken hasat (A) ve normal hasat (B) ncesi ağaç üzerindeki zeytinler



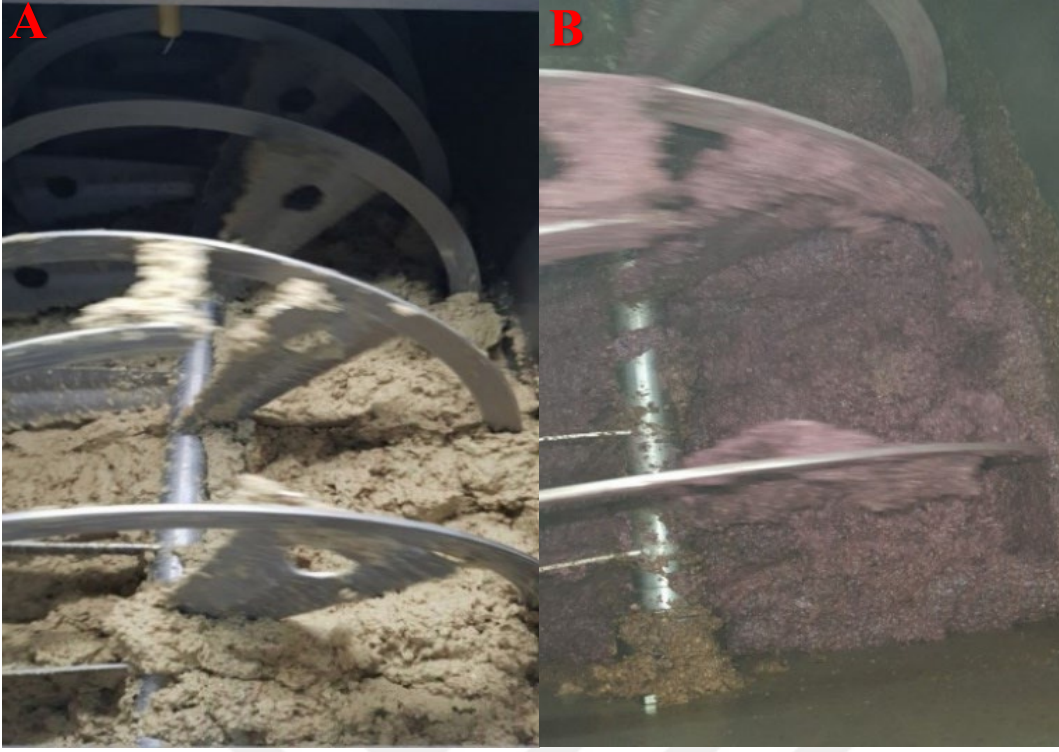
şekil 5. Erken hasat zeytinlerin toplanması



Şekil 6. Erken hasat (A) ve normal hasat (B) döneminde toplanan zeytinler (Adalıefe Zeytinyağı Fabrikası)



Şekil 7. Zeytinlerin fabrikaya gelişi (Adalıefe Zeytinyağı Fabrikası)



Şekil 8. Erken hasat (A) ve normal hasat (B) zeytinlerinin malaksördeki görünüşü (Adalıefe Zeytinyağı Fabrikası)



Şekil 9. Erken hasat zeytinyağının seperatörden çıkışı (Adalıefe Zeytinyağı Fabrikası)



Şekil 10. Fabrikada kullanılan makinalar (soldan sağa dekantör, malaksör, kırıcı, Adalıfe Zeytinyağı Fabrikası)

Bu tez çalışmasında kullanılan tüm kimyasal maddeler, sarf malzemeleri, standartlar ve diğer gereçler Sigma Chem Co. (St. Louis, ABD), Merck (Darmstadt, Almanya) ve yerel firmalardan satın alınmıştır.

Tablo 8

Zeytinyağı fabrikasında uygulanan üretim parametreleri

Tekerrür	Ortam Sıcaklığı (°C)	Tarih	Fabrikaya Giriş Saati	Üretime Giriş Saati	Giren Zeytin Miktarı (Kg)	Yıkama Suyu Sıcaklığı	Malaksör Numarası	Malaksöre Giriş Saati	Hamur Sıcaklığı	Malaksör Çıkış Saati	Dekantör Torku	Seperatör Çıkış Saati	Çıkan Yağ Miktarı (Kg)	Randman	Serbest Yağ Asidi %
Erken Hasat Fabrika Üretim Parametreleri															
1. Üretim	22,8	4.10.2021	16:30	17:00	158	21,5	1	17:08	27,1	17:25	4084	17:50	18,20	11,52%	0,40
2. Üretim	22,4	4.10.2021	16:30	17:26	151,4	21,8	2	17:34	25,6	17:51	4084	18:16	17,00	11,23%	0,38
Normal Hasat Fabrika Üretim Parametreleri															
1. Üretim	13,1	8.12.2021	15:45	16:05	384	17,2	1	16:16	19,2	16:33	4084	17:17	49,20	12,81%	0,34
2. Üretim	12,9	8.12.2021	15:45	17:00	337	16,1	2	17:09	19	17:28	4084	18:18	49,00	14,54%	0,30



Şekil 11. Erken hasat (A) ve normal hasat (B) zeytin meyveleri ve bu meyvelerden üretilen zeytinyağı örnekleri.

3.2. Zeytin Meyve ve Çekirdek Analizleri

Belirtilen tarihlerde hasat edilen zeytin örnekleri laboratuvara getirilmiş ve önce meyve analizleri daha sonra da çekirdekleri çıkarılarak çekirdek analizleri yapılmıştır. Boyut ölçümü (en ve boy), bir dijital kumpas (Leo, Nikko Ltd., Çin) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örneklerin aletsel renk değerleri ölçümü Minolta CR-400 Reflektans kolorimetresi (Japonya) ile yapılmıştır. Cihaz her kullanımdan önce, kendi kullanma talimatnamesine göre beyaz seramik plakaya karşı standardize edilmiştir. Ölçümlerle, örneklerin L, a* ve b* değerleri belirlenmiştir. L değeri; koyu renk (L=0) ile açık renk (L=100) arasındaki farkı veya parlaklık değerini göstermektedir. Benzer şekilde a* değeri; kırmızılık (+a*) ile yeşillik (-a*) değerini göstermektedir. Son olarak b* değeri ise sarılık (+b*) ile mavilik (-b*) durumunu göstermektedir. Meyve ve çekirdeklerin boyut ve renk ölçümleri rastgele seçilen 10 adet örnek üzerinde yapılmış ve ortalama değerler verilmiştir.

Zeytin meyveleri Waring blender ile iyice parçalandıktan sonra, bütün halde ortamda kalan çekirdekler ayıklanmış ve kalan parçalanmış zeytin meyve eti kısmından nem ve toplam yağ miktarı analizleri yapılmıştır. Nem analizi (%) Infrared Ohaus MB45 (Ohaus, Pine Brook, US) cihazı kullanılarak örneklerin sabit ağırlığa kadar 120 °C’de kurutulmasıyla gerçekleştirilmiştir. Zeytin meyvelerinin toplam yağ miktarı ise otomatik Soxhlet cihazı (SER 148 Solvent Extractor, VELP Scientifica, İtalya) kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar kurumaddede % yağ olarak verilmiştir.

3.3. Zeytinyağı Örneklerinin Fiziko-Kimyasal Özellik Analizleri

Erken ve normal hasat zeytinlerden aynı fabrikada eş koşullarda üretilmiş olan zeytinyağı örneklerinde (Şekil 11) bazı önemli fiziko-kimyasal analizler yapılmıştır. Yağlarının renk ölçümleri Minolta CR-400 Reflektans kolorimetresi (Osaka, Japonya) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümü sonrası elde edilen sonuçlar CIE sistemine ait olan L (0 = siyah, 100 = beyaz), a* (+a* = kırmızı, -a* = yeşil) ve b* (+b* = sarı, -b* = mavi) değerleriyle gösterilmiştir. Cihaz, beyaz seramik plaka kullanılarak kalibre edildikten sonra örneklerde rasgele bir çok noktada ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Zeytinyağı örneklerinin kırılma indisi değerleri Abbe 5 (Bellingham and Stanley, İngiltere) refraktometresi kullanılarak tespit edilmiştir. Saf su ile kalibre edilen ($n_{D20} = 1,333$) refraktometrede prizma üzerine yüzeyi kaplayacak kadar yağ örneği koyularak kırılma indisi değeri belirlenmiştir (Nas vd., 2001).

Yağ örneklerinin özgül ağırlıkları AOCS Cc 10c-95 metodu izlenerek bir yağ piknometresi yardımıyla ölçülmüştür (AOCS, 1998b) .

Örneklerin özgül absorbans değerleri AOCS Ch 5-91 metodu izlenerek belirlenmiştir (AOCS, 2017b). Bu amaçla, izooktanda çözündürülen yağ örneğinin 232 nm ve 270 nm dalga boylarındaki absorbans değerleri spektrofotometre (Shimadzu UV-1800, Shimadzu Co., Japonya) yardımıyla belirlenmiştir. Ayrıca Delta K değerleri hesaplanmıştır.

Zeytinyağı örneklerinin toplam biofenol (polifenol) içerikleri COI/T.20/Doc No 29 metodu takip edilerek ölçülmüştür (International Olive Council, 2017). Analizde; Agilent 1260 model infinity 2 HPLC cihazı, Spherisorb ODS-2 C18 reverse-phase (4.6 mm x 25 cm) kolonu, UV dedektörü ve 280 nm integrator kullanılmıştır. Metoda göre, 2 g örnek cam bir tüp içinde tartılmış ve üzerine 1 ml standart çözelti (şiringik asit) eklenmiştir. Vorteksle 30 sn karıştırmayı takiben 5 ml metanol/su 80/20 (v/v) ilavesiyle örnekler, 15 dk ultrasonik banyoda tutulmuş ve son aşamada santrifüj (25 dak boyunca 5000 devir/dakika) edilmiştir. Toplam fenolik bileşikler tirozol cinsinden mg/kg olarak hesaplanmıştır.

Zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri AOCS Ca 5a-40 metoduyla ölçülmüştür (AOCS, 1998a). Kısaca, önce 2 gram örnek 250 ml'lik bir erlene tartılmıştır. Daha sonra, üzerine 30 ml dietil eter-etanol (1:1) (v/v) karışımı (0,1 N etanollü KOH çözeltisiyle %1'lik fenolftaleyn eşliğinde önceden nötrlenmiş) eklenip çalkalanarak yağ örneği çözündürülmüştür. Birkaç damla fenolftaleyn indikatörü eklenip 0,1 N etanollü KOH ile açık pembe renge kadar titre edilmiştir. Harcanan KOH miktarı, metottaki formülde yerine yazılarak % serbest yağ asitliği (% oleik asit)ve asit sayısı değerleri hesaplanmıştır.

Örneklerin peroksit sayısı değerleri AOCS Cd 8-53 metodu baz alınarak belirlenmiştir (AOCS, 1998d). 1,5 gram yağ örneği 250 ml'lik ağız kapalı erlene tartıldıktan sonra üzerine 10 ml kloroform konularak örnek çözdürülmüştür. Daha sonra, sırasıyla 15 ml

glasiyel asetik asit ve 1 ml doygun KI çözeltisi eklenmiştir. Erlenin ağzı kapatılmış ve 1 dakika çalkalandıktan sonra 15 dakika karanlıkta ağzı kapalı olarak bekletilmiştir. Süre sonunda erlene, 75 ml saf su ve 1 ml %'1lik nişasta çözeltisi eklenmiştir. Daha sonra 0,01 N sodyum tiyosülfat ile renk açılana kadar titre edilerek harcanan sodyum tiyosülfat miktarı kaydedilmiştir. Ayrıca, şahit deneme de yapılarak peroksit sayısı değerleri metotta yer alan formüle göre hesaplanmıştır.

Zeytinyağı örneklerinin iyot sayısı değerleri AOCS Cd 1-25 metodu takip edilerek belirlenmiştir (AOCS, 1998c). Öncelikle 0,2 gram yağ örneği 250 ml'lik erlene tartılmıştır. Daha sonra, yağın çözünmesi için kloroform eklenip erlen iyice çalkalanmıştır. 25 ml Wijs çözeltisi ilave edilmiş ve erlenin kapağı kapatılarak yavaşça çalkalanıp 16 saat karanlık bir yerde bekletilmiştir. 16 saatin sonunda, 20 ml %10'luk KI çözeltisi ve 150 ml saf su ilave edilmiştir. 1 ml %1'lik nişasta çözeltisi eklendikten sonra 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile sıvı renksiz hale gelinceye kadar titre edilmiştir. Bütün işlemler bir de şahit deneme için yapılmıştır. Metotta bulunan eşitlik kullanılarak yağların iyot sayıları hesaplanmıştır.

Yağ örneklerinin sabunlaşma sayıları AOCS Cd 3-25 metodu kullanılarak ölçülmüştür (AOCS, 2017a). Bunun için önce balon içerisine 2 g örnek tartılıp üzerine 25 ml 0,5 N etanollü KOH eklenmiştir. Balon geri soğutucuya bağlanıp bir yüzey ısıtıcı üzerinde ve aralıklarla karıştırılarak 60 dakika süreyle kaynatılmıştır. Bu sürenin sonunda, geri soğutucunun içi balona doğru yıkanmıştır. Daha sonra, balonun içerisine 4-5 damla fenolftaleyn ilave edilip, örnek sıcakken, 0,5 N HCl ile renksiz nokta yakalanıncaya kadar titre edilmiştir. Aynı işlemler bir de şahit deney için yapılmıştır. Harcanan HCl miktarı kullanılarak metottaki formüle göre sabunlaşma sayısı hesaplanmıştır.

Zeytinyağı örneklerinin sabunlaşmayan madde içerikleri TSE 894 metoduna göre belirlenmiştir (TSE 894, 1970). Yaklaşık 5 g örnek bir yağ balonunun içerisine tartılmıştır. Daha sonra, sabunlaşma işlemini gerçekleştirmek üzere 50 ml 2 N etanollü potasyum hidroksit çözeltisi örnek üzerine eklenmiş ve balon geri soğutucuya bağlanmıştır. 1 saat süreyle örnek kaynatılmış ve süre sonunda balon geri soğutucudan ayrılarak balon içeriği bir ayırma hunisine aktarılmıştır. Balon 100 ml su ile yıkanmış ve bu yıkama suyu da ayırma hunisine eklenmiştir. Daha sonra, balon 100 ml dietil eter ile yıkanmış ve bu dietil eter de ayırma hunisine aktarılmıştır. Ayırma hunisinin kapağı kapatılarak kuvvetlice çalkalanmış

ve faz ayırımının gözlemlendiği ana kadar ayırma hunisi düşey olarak tutulmuştur. Ayrılan sulu ve etanollü faz balona, eterli faz ise içinde 40 ml saf su bulunan ikinci bir ayırma hunisine aktarılmıştır. Yağ balonuna alınan sulu ve etanollü faz, 100'er ml dietil eter kullanarak iki kez daha aynı şekilde yıkanmış ve eterli fazlar ikinci ayırma hunisinde biriktirilmiştir. Birinci ayırma hunisi 50 ml su ile yıkanmış ve bu su da ikinci ayırma hunisine eklenmiştir. İçinde su ve eterli faz bulunan ikinci huni çalkalanmış ve ayırma hunisi faz ayırımına kadar düşeyde tutulmuştur. Faz ayırımı için beklenmiş ve yıkama suları alt taraftan akıtılarak atılmıştır. Su ile yıkama işlemine yıkama yeterli olana kadar devam edilmiştir. Yıkamanın yeterli olup olmadığına yıkama suyuna birkaç damla fenolftalein çözeltisi eklenerek karar verilmiştir. Yıkama suyu ile fenolftaleyn pembelik vermediğinde yıkamanın yeterli olduğuna karar verilmiştir. Yıkama bitiminde ayırma hunisindeki eterli kısım, darası bilinen bir yağ balonuna aktarılmıştır. Huni 40 ml dietil eterle çalkanarak bu kısımda yağ balonuna alınmıştır. Yağ balonu içerisindeki solventler vakumlu bir evaporatörde (Heidolph Rotavapor, Almanya) 50 °C'de uzaklaştırılmıştır. Daha sonra balonlar 105 °C'deki etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuş ve desikatörde soğutularak tartılmıştır. Örneğin içerdiği sabunlaşmayan madde miktarı metottaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

3.4. Zeytinyağı Örneklerinin Yağ Asidi Bileşimi Analizi

Zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri bileşimi, AOCS Ce 2-66 metodu yardımıyla belirlenmiştir (AOCS, 1998e). İlk olarak yağ örneklerinin yağ asitleri metil esterleri hazırlanmıştır. Ağzı kapaklı olan test tüplerine 100 mg yağ örneği tartılıp, tüp içerisine 10 ml hekzan eklenerek, numunenin çözdürülmesi için 30 sn boyunca karıştırılmıştır. Tüpe 2 N metanollü KOH'tan 100 µl eklenerek 30 sn süren karıştırma işlemine devam edilmiştir. Santrifüj işlemi uygulanarak berrak faz ayrılmıştır. Ayrılan berrak faz tüpten alınarak 2 ml'lik viallere alınarak GC'nin enjektör kısmına yerleştirilmiştir. Uygulanan analizin detayları aşağıda verilmiştir;

GC çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

- Kromatografi sistemi: Agilent 890B Gaz Kromatografisi (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD)
- Dedektör: Alev iyonizasyon dedektörü (FID) (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD)

- Otomatik örnekleyici: Agilent G4513A (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD)
- Kolon: HP-88, 100 m x 0,25 mm çap x 0,2 mikrometre film kalınlığı (J&W Scientific Co, CA, ABD)
- Analize ait çalışma koşulları ise aşağıdaki gibidir:
- Inlet sıcaklığı: 250 °C
- Enjeksiyon hacmi: 1 mikrolitre
- Split oranı: 1/50
- Taşıyıcı gaz: Hidrojen
- Akış hızı: 2 ml/dk
- Dedektör sıcaklığı: 280 °C
- Dedektör gazları: Hidrojen, 40 ml/dk; Kuru hava, 450 ml/dk

Analiz sırasında kullanılan metot ise şu şekildedir; 120 °C’de 1 dk bekleme, 10 °C/dk hız ile 175°C’ye ısıtma ve bu sıcaklıkta 10 dk bekleme, 5 °C/dk hız ile 210°C’ye ısıtma ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme, 5 °C/dk hız ile 230 °C’ye ısıtma ve bu sıcaklıkta 5 dk bekleme.

Örneklerdeki yağ asitlerinin tanımlanmasında aynı koşullarda analiz edilen yağ asidi metil esterleri standart (37-bileşenli) karışımı (Supelco, Bellefonte, PA, ABD) kullanılmıştır. Örneğe ait yağ asitleri kompozisyonu % yağ asidi olarak ifade edilmiştir. Yağ asitlerinin karşılık geldiği pikin alanının tüm piklerin alanlarının toplamına oranlanması sonucu bu yüzdesel ifade elde edilmiştir.

3.5. Zeytinyağı Örneklerinin Fitosterol Bileşimi Analizi

Zeytinyağı örneklerinin sterol bileşimi TSE EN ISO 12228 metodu kullanılarak belirlenmiştir (ISO, 1999). Sterol analizinin ilk aşamasında, sabunlaşmayan madde miktarı analizinde uygulanan tüm prosedürler gerçekleştirilmiş ve sabunlaşmayan maddelerin yağdan ekstraksiyonu sağlanmıştır. Sabunlaşma işleminden önce, sterol bileşenlerin miktarı belirleyebilmek için yağ balonlarının içerisine %0,2’lik α -kolestanol iç standart olarak eklenerek, nitrojen gazı ile sıvı kısım ortamdan uzaklaştırılmıştır. Devamında sabunlaşmayan madde miktarı analizinde uygulanan işlemler takip edilerek yağ örnekleri tartılmıştır. Ayrımın gerçekleşebilmesi için bazik ortam hazırlanmıştır. 0,2 N etanollü

potasyum hidroksit çözeltisi içerisinde silika kaplı camlar 10 sn bekletilmiştir. Bu sayede plakalardaki çözeltilerin homojen bir şekilde yayılması sağlanmıştır. Plakalar belli bir süre oda sıcaklığında bekletilerek, kuruması sağlanmıştır. Kurutma işlemine etüvde de 100 °C sıcaklıkta 2 saat bekletilerek devam edilmiştir. Plakalar konulacağı yürütme tankının içerisine, taşınma zamanını kısaltmak için adi filtre kağıtları şerit halinde kesilerek 1 cm yükseklik olacak biçimde konmuştur. Üzerine hekzan/dietil eter karışımı 65:35'lik (v/v) eklenerek, serin bir ortamda 20 °C'de 30 dakika bekletilmek üzere tankın kapağı kapatılmıştır. Bu işlemle, yürütme tankının içerisinde sıvı-buhar dengesi oluşturulmuştur. Örnekteki sabunlaşmayan madde miktarı düşünülerek, %5'lik esil asetat içerisinde çözeltiler hazırlanmıştır. Plakalarda 300 µL çözelti olacak şekilde enjeksiyon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Silikaların üzerine ufak aralıklarla delikler açılarak hazırlanmış olan çözelti damla damla olacak şekilde enjekte edilmiştir. Plaka üzerindeki ilk noktaya 70 µl çözeltiden (%0,2'lik α -kolestanol) enjekte edilerek, sterol bandı belirlenmiştir. Buhar dengesi oluşuktan sonra plakalar yürütme tankı içerisine yerleştirilmiş ve 20 °C sıcaklıkta bekletilmiştir.

Uygulanan işlem sonrasında plakalar tankın içerisinden çıkartılarak soğuma için ortam sıcaklığında tutularak kurumaları sağlanıp, UV altında sterol bandını net olarak görebilmek için %0,2'lik etanollü 2,7-dikloroflorosein çözeltisinden plakanın yüzeyine damlatılmıştır. Bir müddet yüzeyin kuruması için beklenilmiştir. Daha sonra 254 nm ve 366 nm dalga boylarında UV sterol bandının sınırları işaretlenerek ışık altında plakalar kazınmıştır. Kazınan sterol bantlarına huni kullanılarak süzülme gerçekleştirilmiştir. Bir sonraki aşamada sterol bantları yıkanıp bir rotary balonu içinde toplanıp 40 °C sıcaklıkta balon içeriği 3 ml kalacak şekilde vakum yardımıyla uçurma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kalan kısma ise azot gazı yardımıyla kurutma işlemi uygulanmıştır.

Fitosterol analizinde kullanılan cihaz bilgileri aşağıdadır;

Dedektör: Alev iyonizasyon dedektörü (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD)

Kromatografi sistemi: Agilent 7890B Gaz Kromatografisi (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD)

Kolon: DB5, 30 m x 0,25 mm id x 0,10 µm film kalınlığı (J&W Scientific Co, CA, ABD)

Otomatik örnekleyici: Agilent G4513A (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, ABD).

Analizin çalışma koşulları ise şu şekildedir;

- Taşıyıcı gaz akış hızı: 0,7 ml/dk
- Inlet sıcaklığı: 290 °C
- Split oranı: 1/100
- Dedektör sıcaklığı: 300 °C
- Dedektör gazları: Hidrojen, 30 ml/dk; Kuru hava, 400 ml/dk
- Enjeksiyon hacmi: 1 µl
- Taşıyıcı gaz: Hidrojen,

Uygulanan analiz tekniği kısaca şöyledir;

Enjekte edilen örnek 60 °C sıcaklıkta 2 dakika boyunca bekletilmiştir. 220 °C’de ısıtma gerçekleştirmek için 40 °C/dk hızla tam olarak 1 dakika boyunca bekletilmiştir. 310 °C’deki sıcaklığa ulaşabilmek için 5 °C/dk hız ile 30 dakika bekletilmiştir. Sterolleri tanımlayabilmek için sterol standart karışımlar kullanılmıştır. Sterol miktarı hesaplamasında α-kolestanol iç standart olarak kullanılmış ve pik alanından yararlanılmıştır.

3.6. Zeytinyağı Örneklerinin Tokoferol Bileşimi Analizi

Zeytinyağı örneklerinin tokoferol bileşimi analizi için yağ numunesinden 200 µl tartılmış, diklorometan ilave edilerek 5 ml’ye tamamlanmıştır. Daha sonra 30 sn süren karıştırma işlemi uygulanmış ve 2 ml’lik viallere alınan örnekler aşağıdaki işlem koşullarına göre analiz edilmiştir (Grilo vd., 2014).

Kullanılan HPLC cihazının bilgileri aşağıda verilmiştir;

Kolon: Inertsil ODS-3, 250 mm x 4,6 mm id x 5 µm film kalınlığı (GL Sciences Inc. Japonya)

Kromatografi sistemi: Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi-HPLC (Shimadzu, UFLCXR, JAPONYA)

Pompa bölümü: Shimadzu LC-20AT

Dedektör: Shimadzu RF-20A Floresans dedektör

Degaz bölümü: Shimadzu DGU-20A5R

Kolon firması: Shimadzu CTQ-10ASVP

Otomatik örnekleyici: Shimadzu SIL-20AHT

Uygulanan analiz koşulları aşağıdadır;

- Enjeksiyon hacmi: 20 µl

- Mobil faz: Isokratik akış (metanol:su, 97:3 v/v)
- Kolon fırını sıcaklığı: 30 °C
- Akış hızı: 1,6 ml/dk
- Dalga boyu: Ekstinsiyon (uyarım): 290 nm, emisyon (yayım): 330 nm

Tokoferollerin tanımlanması için aynı koşullar altında uygulanmış olan tokoferol standartları kullanılmıştır. Elde edilmiş kromatogramlardan sonuçlar mg tokoferol/kg yağ şeklinde hesaplanmıştır.

3.7. Zeytinyağı Örneklerinin Fenolik Bileşen Analizi

Zeytinyağı örneklerinin fenolik fraksiyonu Vallverdú–Queralt vd. (2014)'da belirtilen teknik izlenerek ekstrakte edilmiştir. Yağ örneklerinden fenolik bileşiklerin ekstrakte edilebilmesi için katı faz ekstraksiyon (SPE) tekniği kullanılmıştır. Yağ örneğinden 3 g tartılmış ve 3 ml hekzan eklenerek örnek çözdürülmüştür. Daha sonra, 5 ml metanol ve 5 ml hekzan kullanılarak önceden şartlandırılmış kartuşlara (CNWBOND Poly-Sery, GmbH, Almanya) vakum altında yükleme yapılmıştır. Apolar kısımların uzaklaştırılması için kartuşlar 5 ml hekzanla yıkanmış ve nitrojen gazı yardımıyla kartuş içindeki hekzan uçurulmuştur. Kartuş içerisinde bulunan fenolik bileşikler 10 ml metanol kullanılarak vakum altında elüe edilmiştir. Elde edilen ekstrakt, 0,45 µm PTFE filtrelerden geçirilerek 2 ml'lik viallere alınmış ve böylece enjeksiyona hazır hale getirilmiştir (Vallverdú-Queralt vd., 2014).

Fenolik ekstraktlarının bileşiminin belirlenmesi için (Moulehi vd., 2012)'da belirtilen metot bazı değişiklikler yapılarak kullanılmıştır.

Analizde kullanılan kromatografi sistemi aşağıdaki gibidir;

Kromatografi sistemi: Shimadzu Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (Shimadzu, Kyoto, Japonya)

Degaz bölümü: Shimadzu DGU-20A5R (Shimadzu, Kyoto, Japonya)

Pompa bölümü: Shimadzu LC-20AT (Shimadzu, Kyoto, Japonya)

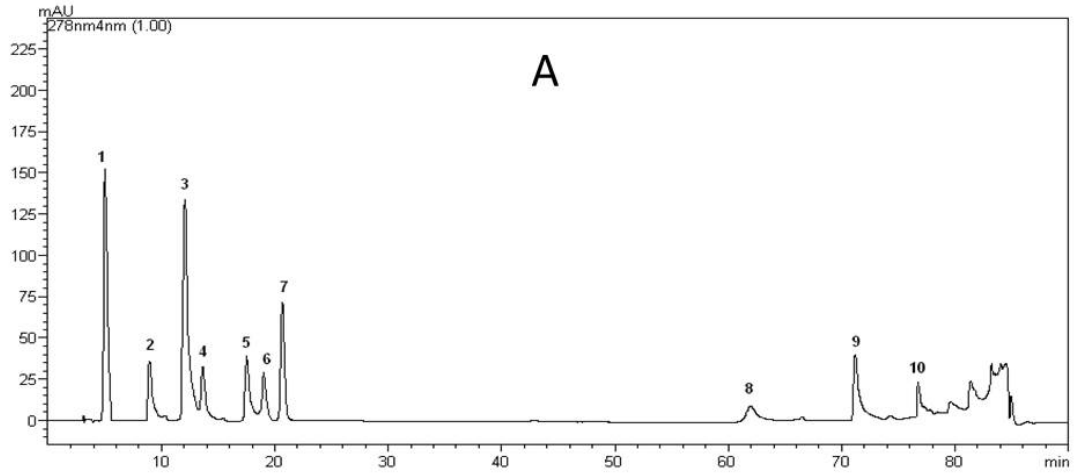
Otomatik örnekleyici: Shimadzu SIL-20AHT (Shimadzu, Kyoto, Japonya)

Kolon: Zorbax Eclipse Plus C18 (250 mm x 4.6 mm id x 5µm film kalınlığı)

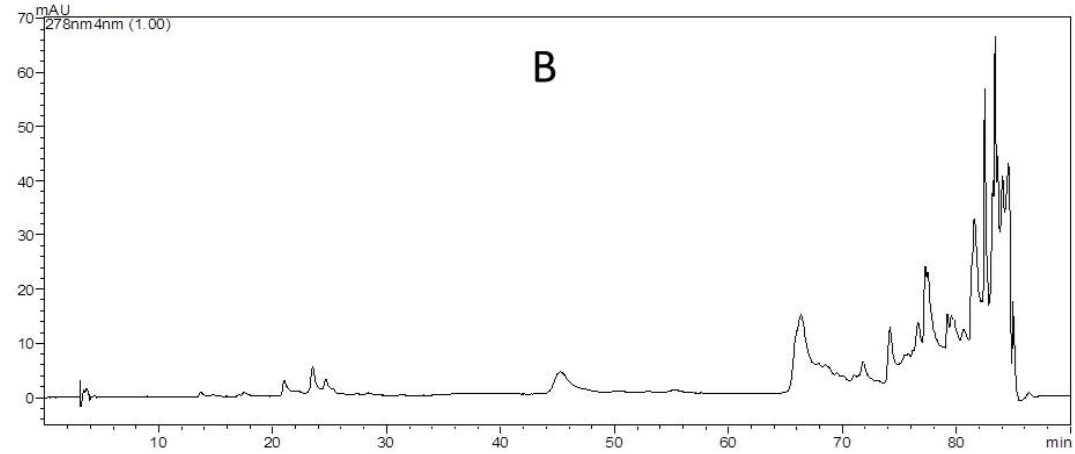
Kolon fırını: Shimadzu CTQ-10ASVP (Shimadzu, Kyoto, Japonya)

Dedektör: Shimadzu SPD-M20A Diyot Dizilim Dedektörü (DAD)

Fenolik standartı ve bir örneğe ait kromatogram aşağıda Şekil 12’de gösterilmiştir.



1:gallic acid 2:hidroksitirozol 3:catechin 4:tirozol 5:caffeic acid 6:epicatechin
7:syngic acid 8:oleuropein 9:quercetin 10:kamferol



Şekil 12. Fenolik bileşen standartları (A) ve bir örneğe ait (B) kromatogram.

Analize ait çalışma koşulları ise aşağıdaki gibidir;

- Kolon fırını sıcaklığı: 25 °C
- Enjeksiyon hacmi: 20 mikrolitre
- Akış hızı: 0,5 ml/dk
- Mobil faz: A; sülfirik asit:su, 2:998, v:v, B; asetonitril

Analizde kullanılan akış gradiyentleri ise şu şekildedir; 0. dk %0 A, 0,1-18 dk %80 A, 18-24 dk %70 A, 24-30 dk %67,5 A, 30-36 dk %45 A, 36-40 dk %0 A, 40-45 dk %60A, 45-47 dk %80A. Fenolik bileşenlerin tanımlanması ve miktarlarının hesaplanması için aynı koşullarda analiz edilen fenolik standartlarından yararlanılmıştır.

3.8. Zeytinyağı Örneklerinin Uçucu Bileşen Analizi

Zeytinyağı örneklerinin aromatik bileşen analizi hizmet alımı yoluyla Süleyman Demirel Üniversitesi Yetem-Yenilikçi Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yağ örneklerinin aromatik bileşenlerinin tespitinde Gaz Kromatografi Kütle Spektrometresi ve SPME sistemi (Shimadzu 2010 SE, Shimadzu MS QP 5050) kullanılmıştır. 2 g zeytinyağı örneği 30 dakika kadar 60 °C'de tutulmuş ardından 75 µm inceliğinde Carbokzen/Polidimetilsiloksan (CAR/PDMS) kaplı fused silica fiber ile tepe boşluğundan uçucu bileşenler absorbe edilmiştir. Sonrasında HS-SPME uyumlu GC-MS (Shimadzu 2010 SE) cihazının kapiler kolonuna (Restek Rx-5 Sil MS 30 m x 0.25 mm, 0.25 µm) enjekte edilmiştir. Fırın sıcaklığı 40 °C'de 2 dakika bekledikten sonra 250 °C'ye dakika da 4 °C'lik artışla ulaşılacak şekilde programlanmıştır. Enjektör ve dedektör sıcaklıkları 250 °C ye ayarlanmıştır. İyonlaştırma türü olarak EI (70 eV) ve taşıyıcı gaz olarak Helyum (1.61 mL/dakika) kullanılmıştır. Uçucu yağ bileşenlerinin tanımlanmasında Wiley, Nist, Tutor, FFNSC kütüphanesinden yararlanılmıştır. LRI (Linear Retention Indices) değerleri, bir seri C7-C30 doymuş n-alkan standartları (Sigma-Aldrich Chemical Co. USA) referans alınarak hesaplanmıştır (Baydar ve Erbaş, 2016).

3.9. Zeytinyağı Örneklerinin Duyusal Tanımlama Analizi

Zeytinyağı örneklerinin duyusal analizinde, Uluslararası Zeytinyağı Konsilinin (IOOC) metodu olan COI/T.20/Doc. No 15/ Rev. 10 kullanılmıştır (International Olive Council, 2018). Bu metotta kullanılan duyusal değerlendirme skalası ve terimler aşağıda Şekil 13'te gösterilmiştir. Panelde 11 eğitimli panelist (7 kadın, 4 erkek, 21-52 yaş aralığında) yer almıştır. Farklı gün ve oturumlardaki panellerde, panelistlere en az 15 saat eğitim verilmiştir. Duyusal değerlendirmeler farklı gün ve oturumlarda her tekerrürler için paralelli olarak yapılmıştır.

COI/T.20/Doc.No15/Rev.10

NATÜREL ZEYTİNYAĞI DUYUSAL DEĞERLENDİRME FORMU

KUSURLARIN ALGILANMASI

Kızışma-çamurlu tortu _____→

Küflü-rutubetli-topraksı _____→

Şarabımsı-sirkemsi-asit-ekşi _____→

Islak odun (Don vuruğu) _____→

Eskimiş-bayat _____→

Diğerleri (belirtiniz) _____→

Metalik Odunumsu-samanımsı Kurtlu Kaba Salamura

Isıtılmış-yanmış Karasu Halfa otu Salatalık Makine yağı

POZİTİF ÖZELLİKLERİN ALGILANMASI

Meyvensilik _____→
yeşil ○ olgun ○

Acılık _____→

Keskin/Yakıcılık _____→

Tadımcının adı:

Numune kodu:

Tarih/İmza:

Yorumlar:

Şekil 13. Zeytinyağı örneklerinin duyusal analizinde kullanılan form.

İlk oturumda, panelistlere analiz hakkında bilgiler verildikten sonra, farklı standart, yağ ve diğer gıda örnekleri kullanılarak eğitim yapılmıştır. Daha sonra, yukarıda gösterilen 10 puanlık skalalar kullanılarak, analizler gerçekleştirilmiştir. Oturumlarda yağ örnekleri farklı 3 basamaklı sayılarla kodlanmış ve oda sıcaklığındaki ağzı kapaklı cam bardaklarda servis edilmiştir. Oturumlar sırasında, panelistlerin duyularını dinlendirebilmeleri için, su, tuzsuz kraker, bir dilim elma ve tükürme kabı sunulmuştur. Sonuçlar ortalama ve standart hata olarak verilmiştir.

3.10. Zeytinyağı Örneklerinin Tüketici Testi

Zeytinyağı örneklerinin görünüş/rengi, koku, tat/lezzet ve toplam beğeni niteliklerinin tüketiciler üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla tüketici testi gerçekleştirilmiştir (Meilgaard vd., 1991). Yağ örnekleri ağzı kapaklı şeffaf cam bardaklarda, farklı üç haneli sayılarla kodlanarak, tüketiciye sunulmuştur. Tüketiciler örnekleri gözleyerek, koklayarak ve tadarak adı geçen nitelikler için 5-noktalı hedonik skala (1-hiç beğenmedim, 5-çok beğendim) kullanarak değerlendirmişlerdir. Örnekler 20-62 yaş aralığına sahip, 22'si kadın, 38'i erkek olmak üzere toplam 50 gönüllü tüketici tarafından değerlendirilmiştir. Pandemi koşullarında daha fazla sayıda tüketiciye ulaşmak mümkün olamamıştır.

3.11. İstatistiksel Analizler

Bu çalışmada iki farklı hasat tarihinde hasat edilen zeytinler aynı gün 2 tekerrürlü olarak aynı fabrikada işlenerek zeytinyağı üretilmiştir. Her tekerrür üretiminden de 2 paralel olarak örnekler alınmıştır. Her bir tekerrür örnekte yapılan analizler ise 3 paralelli olarak yapılmıştır. Dolayısıyla sunulan veriler 6 farklı ölçümün ortalama değerleridir. Ortalama değerler, standart sapma değerleriyle ifade edilmiştir. Erken hasat ve normal hasat zeytinyağı örnekleri arasındaki farklılıkların tespitinde varyans analizi (ANOVA) ve çoklu karşılaştırma testinden (Tukey) faydalanılmıştır. İstatistik analizlerin yapılmasında Minitab Ver 16.1.1 paket programı kullanılmıştır (Minitab, 2010). Bütün analizler %95 güven aralığında gerçekleştirilmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

İkinci bölümün sonunda açıklanmış olan amaçlar doğrultusunda, bir önceki bölümde açıklanan materyaller ve yöntemler kullanılarak elde edilen bulgular tablolar halinde aşağıda sunulmuş ve tartışılmıştır.

4.1. Erken ve Normal Hasat Zeytin Meyve ve Çekirdeklerinin Temel Özellikleri

Erken ve normal döneminde hasat edilmiş zeytin meyvelerinin ve çekirdeklerinin renk, ağırlık, boyut ve toplam yağ içerikleri analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9

Erken ve normal hasat zeytin meyveleri ve çekirdeklerinin bazı analitik değerleri.

	Erken Hasat		Normal Hasat	
	Zeytin Meyvesi	Zeytin Çekirdeği	Zeytin Meyvesi	Zeytin Çekirdeği
L değeri	65,87 ± 4,92	45,23 ± 1,98	27,25 ± 0,34	51,43 ± 5,04
a* değeri	-17,84 ± 1,71	8,23 ± 0,94	3,59 ± 1,33	11,79 ± 2,28
b* değeri	41,54 ± 5,26	25,64 ± 0,85	0,32 ± 0,09	27,58 ± 2,65
Ağırlık (g)	2,47 ± 0,44	0,65 ± 0,40	3,91 ± 1,1	0,71 ± 0,1
En (mm)	14,70 ± 1,20	8,24 ± 1,02	16,54 ± 2,51	8,69 ± 0,37
Boy (mm)	19,06 ± 2,32	13,84 ± 0,78	21,59 ± 0,75	13,54 ± 0,35
Nem (%)	51,05 ± 0,01	-	52,44 ± 1,75	-
Yağ (%KM)	36,75 ± 0,52	-	45,85 ± 5,06	-

Erken ve normal hasat zeytin meyvelerinin aletsel renk değerleri karşılaştırıldığında L, a* ve b* değerleri için bazı farklılıkların olduğu görülmektedir. L parametresi parlaklığın bir ölçüsü olup 100 değeri tam parlak veya beyaz rengi, 0 ise tam mat veya siyah rengi ifade etmektedir (Pomeranz ve Meloan, 1995). Görüldüğü gibi (Şekil 11) erken hasat zeytin meyveleri çok daha parlak veya açık tonlardadır. Normal hasat zamanına gelindiğinde zeytinlerin çoğunlukla karardığı ve L değerinin düştüğü anlaşılmaktadır. Açıkça anlaşılacağı üzere, erken hasat zeytinlerde yeşil renk bulunurken, normal hasat dönemine gelindiğinde rengin yeşilden çıkıp bir miktar kırmızılık içermeye başladığı görülmektedir. Benzer şekilde sarılık/mavilik değerini ifade eden b* parametresi de hasat zamanıyla önemli ölçüde

değişmiş olup, yüksek olan sarılık değeri (+b*), azalmıştır. Meyve çekirdeklerindeki renk değerleri de benzer şekilde değişim göstermiştir.

Zeytin meyveleri erken dönemde ortalama 2,47 g ağırlığa sahip iken, normal hasat zamanında ortalama ağırlık 3,91 g'a kadar yükselmiştir. Bu durum 2 aylık dönemde %58 artışa tekabül etmektedir. Bu beklenen bir bulgudur, çünkü meyve ağaç üstünde daha uzun kaldığından kütsel bir artış oluşmuştur. Zeytin meyvesinde olgunluk seviyesi arttıkça meyve ağırlığı da artmaktadır (Dag vd., 2011; Lavee ve Wodner, 2004). Barnea zeytin çeşidinin 2005/2006 ve 2006/2007 hasat sezonlarında eylül sonu şubat başı arasındaki dönemde zeytin ağırlığının sırasıyla 2,20g'den 2,95g'e (%34 artış) ve 1,95g'den 2,46 g'a (%26 artış) yükseldiği gösterilmiştir (Dag vd., 2011). Zeytinlerin var yılı ile yok yılı arasındaki meyve gelişimi incelendiğinde; var yılında zeytin ağırlığında linear bir artış görülürken, yok yılında daha stabil kaldığı görülmüştür (Lavee ve Wodner, 2004). Buradan hareketle yaptığımız çalışmada toplanan zeytinlerin var yılında olduğu görülmektedir.

Kuru maddede yağ oranı incelendiğinde erken hasatta zeytin meyvesinde %37 olan yağ miktarı, normal hasatta %46'ya ulaşmıştır. Zeytinde devam eden olgunlaşma ile meyve ağırlığı arttığı için yağ miktarının artması beklenmektedir. Dritta çeşidi zeytinler üzerine yapılan bir araştırmada 27 Eylül'de ve 21 Kasım'da hasat edilen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının kuru maddede yağ oranı sırasıyla %44,9 ve %63,1 olduğu tespit edilmiştir (Flamminii vd., 2021). Yine başka bir çalışmada Barnea cinsi zeytinler 1 Eylül ve 14 Aralık arasında kurumaddede yağ oranının yaklaşık %36'dan %55'e çıktığı gözlemlenmiştir (Lavee ve Wodner, 2004).

Çalışmamızda zeytin meyve ağırlığı artışı diğer çalışmalara oranla %40-50 daha fazla olduğu görülmektedir. İklim koşullarına bağlı olarak nem miktarında dalgalanmalar olması muhtemeldir. Memecik zeytinleri üzerinde yapılan bir çalışmada özellikle ekim ayında nem miktarında hızlı bir yükseliş gözlemlenmiştir (Nergiz ve Engez, 2000). Yağ miktarındaki artışın diğer örneklere göre %10-15 daha az olmasının nedeni zeytin çeşidiyle alakalı olabileceği gibi (Alowaiesh vd., 2018) yağ sentezinin durmasından da kaynaklanabilir. Altı karbonlu şekerlerin ürünü olan ve yağ sentezinde önemli rol oynayan Asetil Co-A miktarının azalması daha doğru ifadeyle zeytin meyvesinin şeker oranının düşük olması nedeniyle yağ sentezi durmuş olabilir (Cherubini vd., 2009). Bir diğer neden

de meyve miktarında yaşanan artışa nazaran yağ miktarındaki artışın oransal olarak daha düşük kalması olabilir. Bu durumla ilgili net kaniya varabilmek için daha fazla örnek üzerinde tüm olgunlaşma zamanını kapsayan çalışmalar yapılması gerekmektedir.

4.2. Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Yağ Asitleri Bileşimi

Erken ve normal dönemde hasat edilmiş aynı bahçeden aynı fabrikada eş koşullarda üretilmiş olan zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri bileşimi analiz edilmiş ve sonuçlar aşağıda Tablo 10'da özetlenmiştir.

Tablo 10

Erken ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri (%) kompozisyonu.

Yağ Asitleri	Erken Hasat Zeytinyağı	Normal Hasat Zeytinyağı
Miristik (C14:0)	0,02 ± 0,01 ^{a*}	0,02 ± 0,01 ^a
Palmitik (C16:0)	13,67 ± 0,05 ^a	11,77 ± 0,13 ^b
Palmitoleik (C16:1)	0,87 ± 0,10 ^a	0,66 ± 0,01 ^b
Heptadekanoik (C17:0)	0,13 ± 0,01 ^b	0,15 ± 0,01 ^a
Heptadesenoik (C17:1)	0,23 ± 0,01 ^a	0,21 ± 0,00 ^b
Stearik (C18:0)	2,53 ± 0,06 ^b	2,99 ± 0,05 ^a
Oleik (C18:1)	71,49 ± 0,02 ^b	71,81 ± 0,10 ^a
Linoleik (C18:2)	9,55 ± 0,50 ^b	10,87 ± 0,15 ^a
Linolenik (C18:3)	0,63 ± 0,10 ^a	0,56 ± 0,02 ^b
Arakhidik (C20:0)	0,42 ± 0,10 ^b	0,49 ± 0,03 ^a
Gadoleik (Eikosenoik) (C20:1)	0,26 ± 0,10 ^a	0,27 ± 0,00 ^a
Behinik (C22:0)	0,11 ± 0,31 ^a	0,12 ± 0,00 ^a
Lignoserik (C24:0)	0,09 ± 0,01 ^a	0,05 ± 0,01 ^b

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden önemli ölçüde farklıdır (p ≤ 0,05).

Örneklerin yağ asitleri bileşimi genel olarak birbirlerine benzemektedir. Erken ve normal hasat arasında bazı yağ asitlerinde küçük farklılıklar meydana gelmiştir.

Palmitik asit (C16:0) ve linolenik asit (C18:3) yüzdesel düşüş (sırasıyla %13,67→%11,77 ve %0,63→%0,56) değerleri göstermiştir. Diğer çalışmalarda da gösterildiği gibi palmitik asit (C16:0) ve linolenik asit (C18:3) miktarı olgunlaşma ile değişmemektedir. Yağ sentezinin devam etmesiyle beraber yağ miktarı artmakta ve palmitik

asit (C16:0) ve linolenik asit (C18:3) yüzdesi “dilution effect” (dilüsyon etkisi) nedeniyle oransal olarak düşmektedir (Dag vd., 2011; Guti rrez vd., 1999).

Oleik asit (C18:1) ve linoleik asit (C18:2) ise sırasıyla %71,49→%71,81 ve %9,55→%10,87 değerlerine yükselmiştir. Bunun nedeni yağ oluşumunun devam etmesiyle beraber oleik asit miktarı artmakta ve oleate desaturase enziminin aktif olması nedeniyle oleik asit, linoleik aside dönüşmektedir (Guti rrez vd., 1999). Ayrıca bazı çalışmalarda soğuk havanın oleat desaturaz enziminin aktivitesini arttırdığı da belirtilmiştir (Dag vd., 2011). Bizim alışmamızda linoleik asit artışının nispeten düşük kalmasının sebebi hava sıcaklıklarının hasat döneminde ılık geçmesinden de kaynaklanabilir.

Çalışmamızda stearik asit (C18:0)'in %2,53'ten %2,99'a yükseldiğı görülmektedir. Olgunlaşma sırasında stearik asit oluşumu olmamaktadır. Bu nedenle hasat zamanı ilerledikçe yağ oluşumunun artmasıyla birlikte stearik asit yüzdesinin düşmesi beklenmektedir (Flamminii vd., 2021). Ancak bazı çalışmalarda bizim çalışmamızda olduğu gibi hasat zamanının ilerlemesiyle stearik asit yüzdesinde artış görülmüştür (Beltr n vd., 2004).

Yağ asitleri bileşimi incelendiğinde miktarlarına göre sırasıyla oleik asit, palmitik asit, linoleik asit, stearik asit, palmitoleik asit şeklinde sıralanması diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Flamminii vd., 2021; şkevin vd., 2003).

Tablo 11'de çalışmamızda elde edilen zeytinyağlarının Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Tebliğı kriterlerine uygun olduğu görülmektedir (TGK, 2017).

Tablo 11

Türk Gıda Kodeksi Natürel Sızma Zeytinyağı Kriterleri

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Tebliği (Natürel Sızma Zeytinyağı Kriterleri)	Erken Hasat Zeytinyağı	Normal Hasat Zeytinyağı
Miristik asit (C14:0)	≤ 0,03	0,02 ± 0,01 ^{a*}
Palmitik asit (C16:0)	7,5-20	13,67 ± 0,05 ^a
Palmitoleik asit (C16:1)	0,3-3,5	0,87 ± 0,10 ^a
Heptadekanoik/margarik asit (C17:0)	≤ 0,4	0,13 ± 0,01 ^b
Heptadesenoik/margoleik asit (C17:1)	≤ 0,6	0,23 ± 0,01 ^a
Stearik asit (C18:0)	0,5-5,0	2,53 ± 0,06 ^b
Oleik asit (C18:1)	55,0-83,0	71,49 ± 0,02 ^b
Linoleik asit (C18:2)	2,5-21,0	9,55 ± 0,50 ^b
Linolenik asit (C18:3)	≤ 1,0	0,63 ± 0,10 ^a
Araşidik asit (C20:0)	≤ 0,6	0,42 ± 0,10 ^b
Gadoleik/eikosenoik asit (C20:1)	≤ 0,5	0,26 ± 0,10 ^a
Behenik asit (C22:0)	≤ 0,2	0,11 ± 0,31 ^a
Lignoserik asit (C24:0)	≤ 0,2	0,09 ± 0,01 ^a

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden önemli ölçüde farklıdır (p ≤ 0,05).

Türkiye’de elde edilen erken hasat zeytin yağları ile ilgili yapılan çalışmadan elde edilen veriler ile çalışmamız karşılaştırıldığında (Tablo 12), sonuçlarımızın neredeyse Kuzey Ege zeytinyağlarının yağ asitleri kompozisyonu ile örtüştüğü görülmektedir (Dıraman ve Dibeklioğlu, 2009).

Tablo 12

Türkiye’de Üretilen Erken Hasat Natürel Sızma Zeytinyağlarının Karşılaştırması

Yağ Asitleri (%)	Çalışma bulguları	Literatür bulguları (Kuzey Ege)
Miristik (C14:0)	0,02	0,02
Palmitik (C16:0)	13,67	12,39
Palmitoleik (C16:1)	0,87	0,87
Heptadekanoik (C17:0)	0,13	0,13
Heptadesenoik (C17:1)	0,23	0,20
Stearik (18:0)	2,53	2,84
Oleik (C18:1)	71,49	72,01
Linoleik (C18:2)	9,55	9,98
Linolenik (C18:3)	0,63	0,55
Araşidik (C20:0)	0,42	0,46
Gadoleik (Eikosenoik) (C20:1)	0,26	0,29
Behinik (C22:0)	0,11	0,13
Lignoserik (C24:0)	0,09	0,06
MUFA/PUFA	7,16	6,97

Günlük diyetle kalp damar hastalıkları önlenmesi açısından önemli bir yere sahip olan oleik asit miktarı Türkiye ortalamalarında görünürken, literatürdeki diğer çalışmalar

incelendiğinde de ortalamaya yakın görünmektedir (Flamminii vd., 2021; Piscopo vd., 2018; Schwingshackl ve Hoffmann, 2014).

Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği'nde "Diyette doymuş yağların doymamış yağlarla yer değiştirmesi, normal kan kolesterol düzeyinin korunmasına katkıda bulunur. Oleik asit bir doymamış yağdır." ifadesi "Gıdadaki yağ asitlerinin en az %70'inin doymamış yağlardan oluşması ve bu doymamış yağların gıdanın enerjisinin %20'sinden fazlasını sağlaması" koşulu ile kullanılabilirliği belirtilmiştir (T.C. Resmi Gazete, 2017). Eldeki veriler incelendiğinde elde ettiğimiz erken hasat ve normal hasat yağları bu koşulu sağlamaktadır. Özellikle günlük diyetle alınan yüksek tekli doymamış yağ miktarının, çoklu doymamış yağ miktarına oranı yüksek ürünler kalp damar sağlığı açısından olumlu etkilere sahip olduğu belirtilmiştir.

4.3. Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Fitosterol Bileşimi

Erken ve normal dönemde aynı bahçeden hasat edilmiş ve aynı fabrikada eş koşullarda üretilmiş olan zeytinyağı örneklerinin fitosterol bileşimi analiz edilmiş ve sonuçlar aşağıda Tablo 13'te özetlenmiştir.

Tablo 13

Erken ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin fitosterol (%) kompozisyonu

	Erken Hasat Zeytinyağı (%)	Erken Hasat Zeytinyağı (ppm)	Normal Hasat Zeytinyağı (%)	Normal Hasat Zeytinyağı (ppm)	Zeytinyağı Tebliği
Brassicasterol	T.e.	-	T.e.	-	≤ 0,1
Kampesterol	3,65 ^a *	72,31	3,07 ^a	73,04	≤ 4,0
Delta 7-Avenesterol	1,18 ^a	23,38	1,36 ^a	32,35	
Delta 7-Stigmastenol	0,47	9,31	0,38	9,04	≤ 0,5
Delta-5-Avenesterol	9,89 ^b	195,92	13,65 ^a	324,73	
Diğerleri	T.e.	-	T.e.	-	
Eritrodiol+uvaol toplamı	1,33 ^b	26,35	1,64 ^a	39,02	≤4,5
Kolesterol	0,14 ^a	2,77	0,14 ^a	3,33	≤0,5
Stigmasterol	0,31 ^a	6,14	0,18 ^b	4,28	≤Kampesterol
Toplam Beta-sitosterol (Beta-sitosterol+delta-5-avenesterol+delta-5,23-stigmastadienol+kolesterol+sitostanol+delta-5,24-stigmastadienol)	94,00 ^a	1862,14	94,50 ^a	2248,16	≥93
Toplam Sterol (mg/kg)	1981 ^b		2379 ^a		≥1000

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden önemli ölçüde farklıdır (p ≤ 0,05). Te: Tespit edilemedi.

Yapılan çalışma neticesinde hem erken hasat hem normal hasat ürünlerde fitosterol bileşimi (Tablo 13) Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Tebliği'nde belirtilen Natürel Sızma Zeytinyağı kriterlerine uygun olduğu görülmektedir (TGK, 2017).

Fitosterol kompozisyonu oluşturan bileşenlerin çoğu olgunlaşma ile değişmemektedir (Piscopo vd., 2018). β -Sitosterol bileşeninin desaturaz enzimi ile Δ -5-Avenasterol dönüştüğü için olgunlaşma ile β -sitosterol azalırken, Δ -5-Avenasterol'ün artması beklenmektedir (Gutiérrez vd., 1999; Piscopo vd., 2018). Bizim çalışmamızda da Δ -5-Avenasterol olgunlaşma ile artış gösterdiği gözlenmiştir. Toplam sterol miktarı olgunlaşmayla birlikte artış gösterip, tam olgunlaşma döneminde azalma gösterdiğini gösteren çalışmalar baz alındığında bizim çalışmamızda toplanan örneklerin tam olgunlaşmasını tamamlamadığı söylenebilir. Toplam sterol miktarının olgunlaşma sürecinde bir pik yapıp sonra azalmasının nedeni sterol oluşumunu sağlayan enzimlerin ilerleyen olgunlaşma ile aktivitesini yitirmesinden kaynaklanmaktadır (Lukić vd., 2013).

Yüksek kaliteli zeytinyağlarında stigmasterol miktarı 10 ppm'den küçüktür. Yüksek stigmasterol miktarı yağın asitliğinin yüksek ve organoleptik özelliklerinin kötü olduğunu göstermektedir (Azadmard-Damirchi ve Dutta, 2010). Bizim çalışmamızda erken hasat zeytinyağında bu miktar 6,14 ppm iken normal hasatta 4,28 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca kampesterol/stigmasterol oranı önemli bir kalite kriteri olarak kabul edilmektedir. Kalitesiz ham lampante zeytinyağlarında daha fazla stigmasterol bulunmaktadır. Bu nedenle bu yağlarda kampesterol/stigmasterol oranı daha düşüktür. Bizim çalışmamızda bu oran 11,78 ve 17,07 olarak bulunmuştur. Bu oran yağın kalitesini göstermesi ve rafinasyon sonrasında bile değişmemesinden dolayı taşıyıcı göstergesi olarak kullanılabilmesi nedeniyle önemlidir (Azadmard-Damirchi ve Dutta, 2010).

Tüm bunların dışında steroller insan sağlığında önemli avantajlara sahiptir. Bunlar arasında kanser hücrelerinin gelişimini yavaşlatması, ülsere ve damar sertliğine karşı olumlu etkisi gösterilebilir (Lukić vd., 2013).

4.4. Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Tokoferol Bileşimi

Erken ve normal dönemde hasat edilmiş aynı bahçeden aynı fabrikada eş koşullarda üretilmiş olan zeytinyağı örneklerinin tokoferol bileşimi analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 14'te özetlenmiştir.

Tablo 14

Erken ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin tokoferol (mg/kg yağ) kompozisyonu.

	Erken Hasat Zeytinyağı	Normal Hasat Zeytinyağı
Alfa-tokoferol	101,25 ± 1,75 ^{a*}	86,35 ± 3,95 ^b
Beta-tokoferol	T.e.	T.e.
Delta-tokoferol	T.e.	T.e.
Gama-tokoferol	T.e.	T.e.
Toplam Tokoferol	101,25 ± 1,75 ^a	86,35 ± 3,95 ^b

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden önemli ölçüde farklıdır (p ≤ 0,05). Te: Tespit edilemedi.

Tokoferoller yağda çözünebilir en önemli doğal antioksidanlardır. Zarların içerisindeki radikalleri ve lipoprotein parçalarını temizleyerek oksidasyonu önlemektedirler. Bunun yanı sıra fotooksidasyonu da önlemeye yardımcı olmaktadır. Ayrıca vücudu serbest radikallere karşı koruyarak damar sertliğinin, deri hastalıklarının ve kanserlerin önlenmesine yardımcı olmaktadır (Ghanbari vd., 2012).

Zeytinde α -tokoferol miktarının olgunlaşma ile beraber azaldığı gösterilmiştir (Bengana vd., 2013). Çalışmamızda da hasat zamanına göre α -tokoferol miktarının sırasıyla 101,25 mg/kg ve 86,35 mg/kg olduğu görülmüştür. Ayvalık çeşidi zeytinler üzerine yapılan bir çalışmada ortalama tokoferol değeri 150,2 mg/kg olarak bulunmuştur (Andjelkovic vd., 2009). Yapılan birçok çalışmada tokoferol değerleri çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerden oldukça yüksektir (Bengana vd., 2013; Franco vd., 2014; Nsir vd., 2017). Sadece Portekiz'de yapılan bir çalışmada elde edilen değerlere (102,26 mg/kg, 99,53 mg/kg) yakın görülmektedir (Cunha vd., 2006). Yapılan başka bir çalışmada tokoferol miktarında en önemli etkinin çeşitten kaynaklandığı, hasat zamanının ise önemli bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Piscopo vd., 2018). Çalışmamızdan elde edilen değerlerin düşük olması zeytin çeşidinde kaynaklanabileceği gibi, deneysel hatalardan da kaynaklanmış olabilir. Ama yine de bu konuda ayrıntılı bir araştırma yapılması gerekliliği mevcuttur.

4.5. Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Fenolik Bileşenleri

Erken ve normal dönemde hasat edilmiş aynı bahçeden aynı fabrikada eş koşullarda üretilmiş olan zeytinyağı örneklerinin fenolik bileşimi analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 15’te özetlenmiştir.

Tablo 15

Erken ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin fenolik bileşen kompozisyonu (mg/kg)

	Erken Hasat Zeytinyağı	Normal Hasat Zeytinyağı
Fenolik Asitler		
Gallic acid	T.e.	T.e.
Syringic acid	T.e.	T.e.
Caffeic acid	0,10 ± 0,00	T.e.
Flavonoidler		
Hidroksitirozol	0,15 ± 0,05 ^{b*}	0,45 ± 0,15 ^a
Catechin	1,5 ± 1,5	T.e.
Tirozol	0,65 ± 0,05 ^a	0,25 ± 0,05 ^b
Epicatechin	0,20 ± 0,02	T.e.
Oleuropein	T.e.	T.e.
Quercetin	1,00 ± 0,10	T.e.
Kaemferol	T.e.	0,45 ± 0,45
Toplam Fenol (Tirozol Cinsinden)	138±5	156,5±5,5

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden önemli ölçüde farklıdır (p ≤ 0,05). Te: Tespit edilemedi.

Natürel sızma zeytinyağında en az 30 çeşit fenolik bileşik bulunmaktadır ve fenolik bileşikler oksidatif stabilite üzerinde önemli etkilere sahiptir. Oksidasyon geri döndürülemez bir reaksiyon olup zeytinyağının depolanması sırasında kusurlara neden olmaktadır. Oleuropein türevi olan hidroksitirozol en aktif antioksidandır (Bendini vd., 2007). Ayrıca serbest radikalleri temizleme özelliğine sahiptir. Kalp damar hastalıklarına karşı etkilidir. Bunların haricinde antimikrobiyal özelliği sayesinde bağırsak ve akciğer hastalıklarını önleyici etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Bendini vd., 2007).

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (European Food Safety Authority, EFSA) tarafından günlük 5 mg hidroksitirozol ve/veya türevleri (oleuropein kompleks, tirozol vb) / 20 g zeytinyağı tüketiminin LDL partiküllerini oksidasyon hasarına karşı koruduğunu ve kanda HDL-kolestrol dengesini koruduğunu belirtmiştir (López-Yerena vd., 2021). Bu bildirim aynı zamanda Avrupa Birliği ülkelerinde zeytinyağı etiketlerinde sağlık beyanı olarak kullanılabilir (EU, 2012).

Çalışmamız sonucunda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde hasat zamanına göre sırasıyla hidrokstitirozol değerleri 0,15 mg/kg ve 0,45 mg/kg, tirozol değerleri ise 0,65 mg/kg ve 0,25 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Ayvalık çeşidi zeytinlerle yapılan bir diğer çalışmada ise hidrokstitirozol miktarı hasat zamanına göre sırasıyla 0,34 mg/kg ve 0,65 mg/kg, tirozol miktarı ise 0,80 mg/kg ve 1,13 mg/kg olarak bulunmuştur (Dagdelen vd., 2013). Yine Hırvatistan'da Drobница çeşidi zeytinler için yapılan bir çalışmada hidrokstitirozol miktarı 20.09.1999'da 2,59 mg/kg, 09.10.1999 tarihinde 1,98 mg/kg, 03.11.1999 tarihinde ise 3,62 mg/kg olarak bulunmuş, aynı tarihlerde tirozol için sırasıyla 1,70 mg/kg, 0,34 mg/kg ve 0,93 mg/kg olarak bulunmuştur (Giacometti vd., 2018). Elde edilen değerler çalışmamızda elde ettiğimiz değerlerin oldukça üzerindedir. Diğer fenolik bileşikler için de benzer sonuçlar görülmektedir. Ancak elde ettiğimiz sonuçlar tirozol varlığının hasat zamanı ilerledikçe dalgalanma gösterse de azalması yönünden Hırvatistan'da yapılan çalışma ile paralellik göstermekte olup, Ayvalık çeşidi zeytinler ile ilgili yapılan çalışmadan farklılık göstermektedir.

Türk natürel sızma zeytinyağları üzerine iki farklı yılda yapılan çalışmada fenolik bileşik kompozisyonu ve toplam fenol miktarının zeytin çeşidine ve hasat yılına göre oldukça değiştiği gösterilmiştir (Ocakoglu vd., 2009).

Diğer tüm çalışmalarda da gösterildiği gibi fenolik bileşik kompozisyonu hasat zamanına göre dalgalanmalar göstermektedir. Genel olarak zeytinin olgunlaşma evresinin başında fenolik bileşik miktarı yüksekken ilerleyen aşamalarda bu miktarın düşüşe geçtiği gösterilse de bunun tam tersi durumlar da mevcuttur (Arslan ve Ok, 2020; Dagdelen vd., 2013; Fratianni vd., 2019; Giacometti vd., 2018; Köseoğlu vd., 2016; Ocakoglu vd., 2009). Çalışmamızda da toplam fenol miktarı erken hasat zeytinyağında 138,5 mg/kg iken, normal hasatta 156,5 mg/kg'a çıktığı görülmüştür. Bu durum çeşit, tarımsal faktörler gibi durumlardan kaynaklanacağı gibi fenolik bileşiklerin tespitinde kullanılan farklı yöntemler ve ölçme zorluklarından da kaynaklanabilmektedir.

Fenolik bileşiklerin zeytin meyvesindeki birincil fonksiyonu zeytin hücrelerinin çevresel etkilere ve hastalıklara karşı korumaktır (Ryan ve Robards, 1998). Ayrıca yağışın ve yüksekliğin fazla olduğu yerlerden elde edilen zeytin yağlarının daha düşük miktarda

fenolik bileşik içerdiği belirtilmiştir (Arslan ve Ok, 2020). Buradan yola çıkararak zeytin meyvesinin su eksikliği, hastalık vb. stresler altında kendisini korumak için daha yüksek miktarda fenolik bileşik sentezlediği düşünülebilir. Bu durumun açıklığa kavuşturulması için daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç olduğu şüphesizdir.

4.6. Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Uçucu Aromatik Bileşenleri

Zeytinyağı duysal kalitesi ve tüketicilerde son derece büyük öneme sahip olan uçucu aromatik bileşenler analiz edilmiş ve bulgular aşağıda Tablo 16’da sunulmuştur. Natürel bir yağ olarak üretilen ve rafine edilmeyen zeytinyağında tüketicilerin beklediği ve beğendiği bazı aromalar bulunmaktadır. Bu çalışmada diğer tüm faktörler aynı olduğu için uçucu aromatik bileşenlerde gözlenen farklılık sadece hasat zamanından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla erken hasatın durumunu belirlemek için önemli bilgiler sağlamaktadır.

Tablo 16

Erken hasat ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin uçucu aromatik madde kompozisyonu (%)

L.R.T.* (min)	Uçucu Bileşen	Aroma Tanımı**	Erken Hasat Zeytinyağı		Normal Hasat Zeytinyağı	
			Ortalama Pik Alanı	Ort. Değeri (%)	Ortalama Pik Alanı	Ort. Değeri (%)
1,377	Ethanol (CAS) Ethyl alcohol	Güçlü alkol, eter, medikal	204633	0,96	90515	0,34
1,440	2-Propenal (CAS) Acrolein	Meyvemsi, badem çekirdeği	25960	0,10	0	0,00
1,450	1-(1-Pyrolidinyl)-1-cyclopentene	-	15860	0,09	0	0,00
1,460	Pentane (CAS) n-Pentane	-	0	0,00	54088	0,21
1,531	1,3-Pentadiene, (E)- (CAS) trans-Piperylene	-	117769	0,43	242485	0,89
1,565	1,4-Pentadiene (CAS) Penta-1,4-diene	-	22303	0,12	0	0,00
1,575	1,3-Pentadiene, (Z)- (CAS) cis-Piperylene	-	77236	0,43	102272	0,39
1,766	Acetic acid	Güçlü kekremsi, ekşi, sirke	166580	0,70	25668	0,08
1,820	Hexane (CAS) n-Hexane	-	26016	0,15	0	0,00
1,916	CH ₃ C(O)CH ₂ CH ₂ OH	-	8967	0,05	0	0,00
1,925	Acetic acid, ethyl ester (CAS) Acetic acid ethyl ester (CAS) Ethyl acetate	Eter, meyvemsi, tatlı, odunsu yeşil	0	0,00	26549	0,10
2,557	1-Penten-3-one (CAS) Ethyl vinyl ketone	Yeşil	344788	1,42	750796	2,80
2,706	3-Pentanone (CAS) Diethyl ketone	Eterli aseton	58576	0,28	137436	0,54
2,760	Furan, 2-ethyl-	Baklamsı-ekmeğimsi kimyasal, malt gibi	0	0,00	38362	0,12
3,476	2-Pentalen, (E)-	Kekremsi, yeşil, elma-benzeri	52921	0,22	115991	0,43
3,635	2,4-Pentadienal-	Meyvemsi	4386	0,02	0	0,00
3,878	Benzene, methyl- (CAS) Toluene	Tatlı	48052	0,23	53612	0,20
3,985	Cis 2 pentenol	Eterli, meyvemsi, kiraz şurubu	0	0,00	6254	0,03
4,010	2-Penten-1-ol, (Z)- (CAS) cis-PENT-2-ENOL	Yeşil	22790	0,09	76675	0,29
4,597	cis-3-Hekzenal	Yeşil, çimen, odunsu, meyvemsi	4541835	19,09	9614899	35,79
4,670	Hekzenal (CAS) n-Hekzenal	Yeşil, çimen, odunsu, meyvemsi, portakal	0	0,00	2480512	9,23
6,133	2-Hekzenal, (E)- (CAS) (E)-2-Hekzenal	Yeşil yaprak	2971976	12,90	1643115	6,00
6,250	3-Hexen-1-ol, (Z)- (CAS) cis-3-Hexene-1-ol	Yeşil, çimen, taze	472456	2,10	757293	2,78
6,529	Octane, 2-methyl- (CAS) 2-Metiloktan	-	3341894	18,32	0	0,00
6,614	Benzene, 1,2-dimethyl- (CAS) o-Xylene	Sardunya, ıtır	47152	0,17	47971	0,18
6,735	1-Hexanol (CAS) n-Hexanol	Kekremsi, eter, meyvemsi, alkol	35776	0,13	0	0,00
6,744	Formic acid	Elma, erik, muz, tatlı	17336	0,10	0	0,00
6,751	1-Hexanol (CAS) n-Hexanol	Yeşil, tatlı, elma benzeri	0	0,00	62540	0,23
7,340	Benzene, 1,4-dimethyl- (CAS) p-Xylene	-	14608	0,06	9492	0,03
7,445	methyl-2-(1-methyl-2-propenyl)	-	0	0,00	3487	0,01
7,607	3-Ethyl-1,5-octadiene	-	0	0,00	60005	0,25
7,698	Nonane	Gazyağı	935187	5,13	0	0,00
8,044	2,4-Hexadienal (CAS) Sorbaldehyde	Yağlı, tatlı, yeşil, baharatlı	294434	1,08	171309	0,60
8,050	2,4 HEXADIENAL, TRANS-,TRANS -	-	2884	0,02	15084	0,07
8,820	.ALPHA.-PINENE, (-)-	Taze kafur, çam, tatlı	262720	1,44	0	0,00
9,241	3-Ethyl-1,5-octadiene	-	56625	0,27	685971	2,62

Tablo 16'nın devamı...

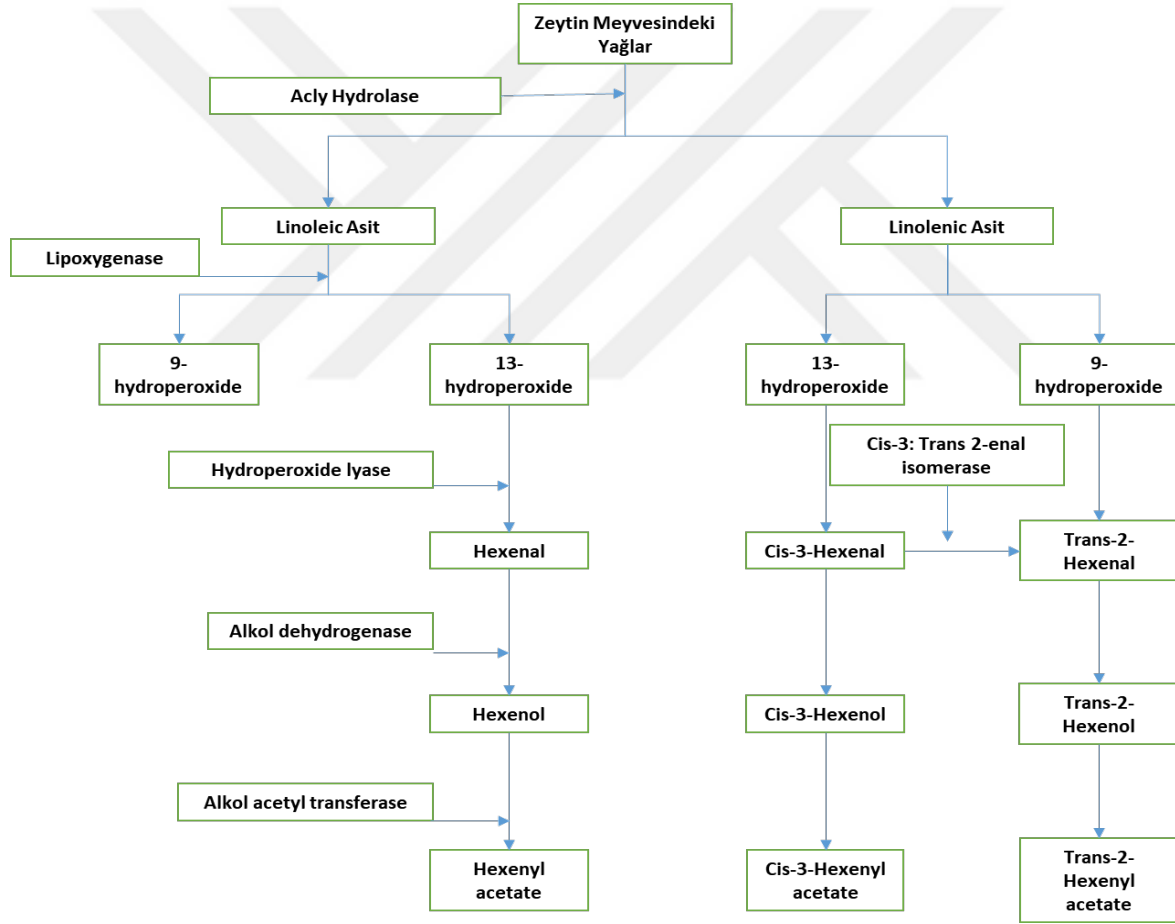
L.R.T.* (min)	Uçucu Bileşen	Aroma Tanımı**	Erken Hasat Zeytinyağı		Normal Hasat Zeytinyağı	
			Ortalama Pik Alanı	Ort. Değeri (%)	Ortalama Pik Alanı	Ort. Değeri (%)
9,735	2-Heptenal, (E)- (CAS) trans-2-Heptenal	Yeşil, yağlı	12809	0,05	0	0,00
9,890	2(5H)-Furanone, 5-ethyl-	Baharat	289393	1,06	152815	0,52
10,291	Nonane, 3-methyl- (CAS) 3-Methylnonane	-	172242	0,95	0	0,00
10,972	.beta.-Myrcene	Biberli, terpenik, baharatlı	52332	0,24	0	0,00
11,225	3-Ethyl-1,5-octadiene	-	229949	0,93	1265820	4,64
11,511	Octanal (CAS) n-Octanal	Aldehit, mumlu, portakal kabuğu, otsu	27424	0,10	0	0,00
11,601	3-Hexen-1-ol, acetate, (Z)- (CAS) cis-3-Hexenyl acetate	Taze yeşil, tatlı meyvemsi, elma	809804	3,17	421186	1,60
11,893	Acetic acid, hexyl ester	Meyvemsi, yeşil elma, muz	324148	1,29	86271	0,33
12,472	l-Limonene	Terpenik, çam, otsu, biberli	39200	0,22	0	0,00
13,009	Benzenecetaldehyde (CAS) Hyacinthin	Yeşil, tatlı, çiçekli	24779	0,09	0	0,00
13,181	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-, (E)- (CAS) .BETA. OCIMENE Y	Tatlı otsu	23033	0,09	93091	0,35
13,917	Decane, 2-methyl- (CAS) 2-Methyldecane	-	49340	0,27	0	0,00
15,319	Undecane	-	57732	0,32	0	0,00
15,446	Nonanal (CAS) n-Nonanal	Mumsu, portakal kabuğu, kabuksu	133967	0,56	49763	0,18
15,789	1,1-Dimethyl-3-methylidene-2-vinylcyclohexane	-	172933	0,63	0	0,00
15,798	Cyclohexane, 2-ethenyl-1,1-dimethyl-3-methylene-	-	23569	0,13	0	0,00
18,786	Benzoic acid, 2-hidroksi-, methyl ester (CAS) Methyl salicylate	Serinetici, ferah	0	0,00	23413	0,08
19,327	5-Octadecene, (E)-	-	2447441	9,55	6429982	23,47
20,093	1,9-Tetradecadiene (CAS)	-	23917	0,09	22461	0,07
25,400	.alpha.-Copaene	Odunsu, baharatlı, bal	38441	0,14	46654	0,18
25,814	Sesquithujene <7-epi->	Odun, yeşil, otsu	475099	1,81	105243	0,37
27,339	.alpha.-Bergamotene	-	631706	2,46	0	0,00
27,578	Cedrene <beta->	Sedir ağacı	1421102	5,52	70377	0,22
27,601	.alpha.-Cedrol	-	0	0,00	31304	0,14
27,981	Farnesene <(E)-, beta->	Odunsu, naranciyeye, tatlı	175209	0,64	0	0,00
27,990	trans-Caryophyllene	Tatlı, odun, baharat	25103	0,14	0	0,00
28,789	.beta.-Himachalene	-	86292	0,32	13794	0,05
28,887	ar-Curcumene	-	125254	0,49	0	0,00
28,912	Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)-4-methyl- (CAS) ar-Curcumene	-	0	0,00	51740	0,19
29,648	Farnesene	Turunç, lavanta, yeşil	442314	1,70	764390	2,84
29,817	Cedrene <alpha->	Odunsu, tatlı, taze	204454	0,75	42292	0,14

*L.R.T.: doğrusal alıkonma zamanı, **Uçucu bileşenlerin aroma tanımları

<https://www.thegoodscentscompany.com/index.html#> adresinden alıntılanmıştır.

Zeytinyağında aromayı aldehitler, alkoller, esterler, hidrokarbonlar, ketonlar, furanlar ve birçok tanımlanmamış bileşikler oluşturmaktadır. Zeytinyağındaki majör aroma bileşikleri C5 ve C6 uçucu bileşenleridir (Kalua vd., 2007).

Zeytinyağında aromatik uçucu bileşenlerin ortaya çıkması zeytinlerin kırılması aşamasında hücrelerin parçalanması esnasında meydana gelen enzimatik oksidasyon (lipoksigenaz-LOX) ile olmaktadır. Şekil 14’de bu proses gösterilmiştir Uçucu bileşiklerin oluşumu Linoleik ve Linolenik asidin LOX ile bu asitlerin 9-13 hidroperoksitlerine dönüşmesiyle başlamaktadır (Kalua vd., 2007).



Şekil 14. Lipoksigenaz yoluyla uçucu bileşen sentezi (Kalua vd., 2007)

C6 aldehytleri yüksek kaliteli zeytinyağlarında en çok bulunan bileşikleridir. C7-C11 tekli doymamış aldehytleri, C6-C10 dienalleri ya da bazı C8 ketonları ise zeytinyağında organoleptik kusurlara neden olan bileşikleri ifade etmektedir (Angerosa vd., 2004).

Uçucu bileşiklerin aromaya olan katkısı ürün içerisindeki miktarından ziyade, uçuculuğu, hidrofobik karakteri, şekli, molekül yapısı, fonksiyonel grubun pozisyonu gibi faktörlere dayanmaktadır. Yüksek kaliteli zeytinyağlarının en önemli pozitif özelliği meyvemsiliktir. Bu meyvemsilik yeni kesilmiş çim, yaprak, domates, elma aromasını anımsatan “yeşil, ham” tat ve kokusudur. Hekzenal konsantrasyonu ürünün “yeşil, ham” özelliğini göstermektedir. Bir de buna acılık ve yakıcılık hissini veren flavonoidler eşlik eder (Angerosa vd., 2004).

Zeytin sineği nedeniyle bakterilerin etkisiyle yağda karbonil ve alkol bileşikleri artar. Bu da zeytinyağında kusurların ortaya çıkmasına neden olur. Ancak uçucu bileşik kompozisyonunda en önemli etki zeytin çeşidinden kaynaklanmaktadır. İklim koşullarının ve zeytinin yetiştiği coğrafyanın uçucu bileşenler üzerinde az etkisi bulunmaktadır (Angerosa vd., 2004).

İspanya’ya ait iki çeşit ve İtalya ve Yunanistan’a ait birer çeşit üzerinde yapılan başka bir çalışmada elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının uçucu bileşen kompozisyonu incelenmiş ve tüm örneklerin ortalamasında, tüm 6 C’lu aldehytlerin olgunlaşma ilerledikçe düştüğü fakat 6 C’lu ester ve alkollerin genel itibariyle sabit kaldığı gözlenmiştir. Özellikle 6 C’lu alkollerin tüm olgunlaşma dönemi boyunca değişmeyerek yağın karakteristiğinin belirlenmesinde önemli rol oynadığı belirtilmiştir. Koku eşik değerleri incelendiğinde özellikle *cis*-3-hekzenal ve hekzenalin miktarından bağımsız olarak zeytinyağı aromasına önemli katkısı olduğu görülmektedir (Ramon Aparicio ve Morales, 1998).

Çalışmamızda elde edilen veriler (Tablo 17) incelendiğinde olgunluk arttıkça diğer çalışmalarda olduğu gibi *cis*-3-hekzenal’ın yükseldiği buna karşın *trans*-2-hekzenalin düştüğü belirlenmiştir. Erken hasatla normal hasat karşılaştırıldığında bu iki bileşikte gözlenen değerler *cis*-3-hekzenal için %19,9’dan %35,79’a artış, *trans*-2-hekzenalda ise %12,9’dan %6’ya düşüş şeklinde kaydedilmiştir. Ancak başka bir çalışmada da olgunluk

ilerledikçe *trans*-2-hekzenal miktarının arttığı rapor edilmiştir (Angerosa vd., 2004; Kalua vd., 2007).

Tablo 17

Erken hasat ve normal hasat zeytinyağı örneklerinden elde edilen uçucu aromatik madde bileşimleri %80'den fazlasını oluşturan bileşikler

Uçucu Bileşen	Aroma Tanımı	Eşik Değeri (µg/kg)	Erken Hasat	Normal Hasat
			Ortalama Değeri (%)	Ortalama Değeri (%)
cis-3-Hekzenal	Yeşil, çimen, odunsu, meyvemsi	2,8	19,09	35,79
2-Metiloktan	-		18,32	0,00
(E)-2-Hekzenal	Yeşil yaprak	1125	12,90	6,00
5-Octadecene	-		9,55	23,47
Cedrene <beta->	Sedir ağacı		5,52	0,22
Nonan	Gazyağı	100	5,13	0,00
cis-3-Hekzenil asetat	Taze yeşil, tatlı meyvemsi, elma	750	3,17	1,60
Alfa-Bergamotene	-		2,46	0,00
cis-3-Hekzene-1-ol	Yeşil, çimen, taze	6000	2,10	2,78
Farnesene	Turunç, lavanta, yeşil		1,70	2,84
Etil vinil keton	Yeşil	50	1,42	2,80
3-Etil-1,5-oktadien	-		1,20	7,26
n-Hekzenal	Yeşil, çimen, odunsu, meyvemsi, portakal	75	0,00	9,23

Erken hasat ve normal hasat zeytinyağları için 2-metiloktan değeri sırasıyla %18,32 ve %0, 5-Octadecene değerleri ise %9,55 ve %23,47 olarak tespit edilmiştir. Bu uçucu bileşenler hidrokarbon sınıfına girmekte olup herhangi bir aromaya sahip değildir. 2-metiloktan (C₉H₂₀) bir alkan ve 5-Oktadeken (C₁₈H₃₆) bir alken olup tat ve kokuya sahip değildir. 2-metiloktan, linoleik ya da linolenik asidin oksidasyonu sırasında oluşan ara ürünlerdir. Ayrıca 5-Octadecene oleik asidin yıkımı sırasında ortaya çıkan bir hidrokarbondur (Ramón Aparicio ve Harwood, 2013). Bu bileşiklerin oluşumu göz önüne alındığında uçucu bileşenlerin ortaya çıkışını sağlayan enzimatik oksidasyonun sınırlı olması, enzimin aktivitesini yitirmesi, özellikle kırıcı ya da malaksiyon aşamasında zeytinin oksijenle temasının yeterince olmamasından kaynaklanma ihtimali bulunmaktadır. Bu durumun aydınlatılması için daha çok örnekle ve özellikle malaksiyon süresi uzatılarak ileri çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Özellikle alkoller zeytinyağının karakterinin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Ramon Aparicio ve Morales, 1998). Bu nedenle çalışmamızda tespit edilen *cis*-3-Hekzen-1-ol bileşiği zeytinyağının karakteristiğini oluşturan bileşiklerden biri olabilir. Bunun tespiti için daha fazla örnek üzerinde çalışmalar yapılması gerekmektedir. Ayrıca yine, farnesene, etil vinil keton için erken hasat ve normal hasatta elde edilen veriler zeytinyağının karakteri ile ilgili önemli bilgiler sunmaktadır.

Genel itibariyle zeytinyağının uçucu bileşen kompozisyonu zeytin çeşidine ve enzim aktivitesine bağlı olarak değişmektedir (Ramón Aparicio ve Harwood, 2013).

Elde edilen veriler ışığında zeytinyağlarında hem erken hasat hem de normal hasat ürünlerinde ham, yeşil aromanın ve meyvemsiliğin yüksek olduğu (erken hasat: *cis*-3-hekzenal %19,09, *trans*-2-hekzenal %12,90-normal hasat: *cis*-3-hekzenal %35,79, *n*-hekzenal %9,23) dallanmış aldehitleri ve alkolleri yada C6-C10 dienalleri yada C7 - C11 tekli doymamış aldehitleri ya da C8 ketonları gibi kötü aromaya neden olan bileşikler (Ramón Aparicio ve Harwood, 2013) yağda bulunmadığı yada eser miktarda bulunduğu için yağda kusur bulunmadığı söylenebilir. Bir sonraki bölümde duyuşal testlerden elde edilen veriler eşliğinde uçucu bileşen kompozisyonu tekrar değerlendirilecektir.

4.7. Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Duyusal Tanımlama Analizleri

Erken ve normal hasat zeytinyağı örnekleri Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'nin (IOOC) standart duyuşal tanımlama tekniği kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen ortalama veriler aşağıda Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18

Erken hasat ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin duyusal tanımlama analiz sonuçları

	Erken Hasat Zeytinyağı	Normal Hasat Zeytinyağı
Kızışma-çamurlu tortu	Yok	Yok
Küflü-rutubetli-topraksı	Yok	Yok
Şarabımsı-sirkemsi-asit-ekşi	Yok	Yok
Islak odun (Don vurgunu)	Yok	Yok
Ekşimiş-bayat	Yok	Yok
Diğer negatif**	Yok	Yok
Meyvemsilik-yeşil	9,55 ± 0,5 ^{a*}	6,80 ± 0,3 ^b
Meyvemsilik-olgun	5,80 ± 0,2 ^b	8,75 ± 0,5 ^a
Acılık	7,55 ± 1,5 ^a	6,00 ± 1,4 ^b
Keskin/Yakıcılık	8,70 ± 0,7 ^a	6,65 ± 0,4 ^b

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden önemli ölçüde farklıdırlar ($p \leq 0,05$).

** Isıtılmış veya yanmış, samansı-odunsu, kaba, makine yağı, karasu, salamura, metalik, hasırmsı, kurtlu, salatalık

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği Ek-2’de natürel sızma zeytinyağlarında kusurların ortancasının 0 (sıfır) olması ve meyvemsiliğin 0’dan (sıfır) büyük olması gerektiği belirtilmiştir (TGK, 2017).

Duyusal tanımlama analiz sonuçları incelendiğinde zeytinyağı örneklerinin mevzuata uygun olduğu görülmektedir. Ayrıca diğer çalışmalarda belirtildiği ve beklendiği üzere hasat zamanı ilerledikçe meyvemsilik-yeşil azalırken, meyvemsilik-olgun artmıştır. Bunun nedeni özellikle normal hasat döneminde artan hekzenal miktardan kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü erken hasat zeytinyağında tespit edilmeyen hekzenal, normal hasat zeytinyağı uçucu bileşen kompozisyonunda %9,23 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca normal hasat zeytinyağında tespit edilen 5-oktadeken (%23,47) miktarından (her ne kadar bu bileşik için tanımlanmış bir tat-koku tanımı yapılmamış olsa da) kaynaklı yeşil-olgun meyvemsiliğin algılanması artmış olabilir. Bunun aydınlığa kavuşturulması için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Zeytinyağında yeşil, meyvemsi aroma uçucu bileşenlerden gelmekte olup acılık ve yakıcılık fenolik bileşiklerden kaynaklanmaktadır (Gómez-Rico vd., 2007). Tablo 15’te gösterildiği gibi toplam fenol miktarı 138,5 mg/kg’dan 156,5 mg/kg’a çıkmıştır. Bu nedenle de acılık ve yakıcılığın artması beklenirken duyusal analizde (Tablo 18) acı ve yakarlığın

azaldığı tespit edilmiştir. Bu farklılık zeytinyağının aroma ve tat mekanizmasının çok kompleks olmasından kaynaklanmaktadır. Tat ve aromadan flavanoidler, uçucu bileşikler, yağ asitleri gibi pek çok bileşenin tekil ya da sinerjik etkisinden kaynaklanmaktadır.

4.8. Erken ve Normal Hasat Zeytinyağlarının Tüketici Testleri

Bir gıda ürününün market başarısı aslında o ürünün tüketiciler tarafından nasıl algılandığıyla alakalıdır. Zeytinyağı gibi özel ürünler için bu durum çok daha önemlidir. Pandemi koşullarında 50 gönüllü katılımcı tüketici ile yapılan hedonik testin sonuçları aşağıda Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19

Erken hasat ve normal hasat zeytinyağı örneklerinin tüketici testi sonuçları

	Erken Hasat Zeytinyağı	Normal Hasat Zeytinyağı
Görünüş / Renk	5,00 ^a	3,87 ^b
Koku	5,00 ^a	4,55 ^b
Tat / Lezzet	4,80 ^b	5,00 ^a
Toplam Beğeni	4,95 ^a	4,25 ^b

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler istatistik olarak birbirlerinden önemli ölçüde farklıdır (p ≤ 0,05).

Analiz sonuçları incelendiğinde erken hasat zeytinyağının toplam beğenisinin normal hasattan daha yüksek olduğu görülmektedir. Erken hasat zeytinyağının yeşilimtırak rengi, normal hasatla elde edilen zeytinyağının sarı-yeşil rengine göre daha çok beğeni almıştır. Erken hasat zeytinyağları işlenen meyvelerin yeşil rengine de anlaşılacağı gibi içeriğindeki klorofil nedeniyle zeytinyağının tüketici tarafından beğenilen renginin oluşmasına neden olmaktadır. Zeytin olgunlaştıkça klorofil miktarı azalmakta bu nedenle de yağ rengi sarıya doğru dönmektedir.

Yine erken hasat zeytinyağının kokusu içeriğindeki uçucu bileşen miktarından kaynaklı olarak daha yoğundur. Acılık ve yakıcılık bilimsel anlamda zeytinyağı için pozitif bir özellik (Yılmaz ve Öğütçü, 2003) olsa da, yüksek acılık ve yakıcılık algıları genel itibariyle tüketici tarafından olumlu olarak karşılanmamaktadır. Bunun nedeni tüketicilerin zeytinyağının taşınması gereken özellikle ilgili yeterli bilgiye sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Zeytinyağının geleneksel olarak tüketildiği ülkelerde yüksek kaliteli

natürel sızma zeytinyağlarının eğitimli panelistler tarafından değerlendirmesi ile elde edilen sonuçlar tüketici beğeni testleriyle paralellik göstermektedir. Ancak bu tanımın dışında kalan ülkelerde yapılan benzer çalışmalarda bu paralellik gözlenmemektedir (Fernandes vd., 2018). Bu nedenle çalışmamızda elde edilen veriler incelendiğinde özellikle acılık ve yakıcılığın az olduğu ve olgun meyvemsiliğin yüksek olduğu normal hasat zeytinyağı tüketiciler tarafından daha çok beğenilmiştir. Ama yine de genel beğeni incelendiğinde eğitimli panelistler tarafından yapılan duyuşsal tanımlama analizi ile tüketici beğeni analizi paralellik göstermektedir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler ve diğer çalışmalarla karşılaştırmalar incelendiğinde zeytinyağı kompozisyonu öncelikle çeşide, sonrasında iklim koşullarına, su stresine, zararlılara, toplama şekline, işleme koşullarına, var-yok senesine gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar erken hasat zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu incelendiği Kuzey Ege ortalaması ile neredeyse birebir uyum göstermektedir.

Hasat zamanı ilerledikçe yağ oluşumu devam ettiği için oleik asit miktarında artış beklenmektedir. Çalışmamızda da oleik asit miktarında bir miktar artış (sırasıyla %71,49-%72,01) olduğu görülmüştür. Diğer yağ asitleri de başka çalışmalarla uyum göstermektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz veriler normal hasat döneminde toplanan zeytinlerin halen gelişimine devam ettiğini göstermiştir. Çünkü yapılan birçok çalışmada sterol miktarı bir pik yapıp sonrasında enzimlerin aktivitesini yitirmesiyle azaldığı gösterilmiştir. Çalışmamızda toplam sterol miktarı erken hasat ve normal hasat için sırasıyla 1981 mg/kg ve 2379 mg/kg olarak gerçekleşmiştir.

Tokoferol miktarı incelendiğinde diğer çalışmalara oranla oldukça düşük olduğu görülmüştür. Tokoferol miktarı üzerinde en önemli etki zeytin çeşidinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle elde ettiğimiz veriler zeytin çeşidinin karakteristiğini gösteriyor olabilir. Ancak yine de bu konuda ileri araştırmalara ihtiyaç vardır.

Toplam fenolik bileşik miktarı erken hasat zeytinyağı ile normal hasat zeytinyağında sırasıyla 138 mg/kg ve 156,5 mg/kg olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak hasat zamanı ilerledikçe fenol miktarının azalması beklenmektedir. Ancak pek çok çalışmada da fenol miktarında özellikle zeytin çeşidine ve hava şartlarındaki değişikliklere göre dalgalanmalar görüldüğü tespit edilmiştir. Fenol miktarındaki değişikliklerin tespiti için daha sık aralıklarla

ve tüm zeytin gelişimi süreci boyunca örnek alınarak birkaç hasat sezonu boyunca incelemeler yapılması gerekmektedir.

Uçucu bileşen kompozisyonu incelendiğinde hasat zamanı ilerledikçe *cis*-3-hekzenal yüzdesinin arttığı ve buna karşın *trans*-2-hekzenal yüzdesinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu tespit diğer çalışmalarda da görülmüştür. Uçucu bileşen kompozisyonunda en dikkat çekici veriler 5-oktadeken ve 2-metiloktan gibi hidrokarbonların varlığıdır. Bu bileşikler muhtemelen kırıcı ya da malaksiyon sürecinde zeytin hamurunun yeterince oksijene maruz kalmamasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle malaksiyon süresinin uzatılarak yeni denemeler yapılmasına ihtiyaç vardır. Ayrıca çalışmamızda tespit edilen *cis*-3-Hekzen-1-ol bileşiği zeytinyağının karakteristiğini oluşturan bileşiklerden biri olduğu söylenebilir.

Zeytinyağının duyu analizi incelendiğinde uçucu bileşen kompozisyonu ile paralellik, fenolik bileşik kompozisyonu ile zıtlık gösterdiği görülmektedir. Uçucu bileşen kompozisyonunun değişiminde meyvemsiliğin yeşilden olguna doğru değiştiği gösterilmiştir. Ancak acı ve yakarın artan fenol miktarıyla artması beklenirken duyu analizde azaldığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni zeytinyağı tat ve aromasını etkileyen pek çok bileşenin bulunmasıdır. Bunların kompleks bileşiminin zeytinyağına kendine özgü bir tat ve aroma kazandırdığı görülmektedir.

Tüketici beğeni testleri incelendiğinde ise diğer çalışmalarda da gösterildiği gibi müşterilerin acı ve yakarın fazla olduğu ürünleri fazla tercih etmediği, daha yumuşak tatlara yöneldiği görülmektedir. Bu durum tüketicilerin kaliteli zeytinyağı hakkında yeterli farkındalığa sahip olmamasından kaynaklandığı söylenebilir.

Bu çalışmada hasat zamanının; yağ asidi, sterol, uçucu bileşen, fenolik bileşik kompozisyonu gibi zeytinyağı kalitesini etkileyen birçok faktörden biri olduğu görülmektedir. Hasat zamanından yola çıkarak erken hasat zeytinyağlarının kesin olarak yüksek kaliteli yağlar olduğu söylenemez. Sadece yüksek kaliteli yağ için bir gösterge niteliğindedir.

Piyasada erken hasat ya da ilk hasat adı altında pek çok ürün satılmaktadır. Bu ürünlerin özellikle polifenol içeriklerinin yüksekliği nedeniyle sağlık açısından faydalı olduğu tezi üzerinde pazarlanmaktadır. Ancak çalışmadan da anlaşılacağı gibi fenol bileşimi ve toplam fenol miktarı hasat zamanından çok fazla etkilenmemiştir.

Erken hasat zeytinyağları daha yeşil renge sahip olduğu için bu ürünlerin kalite kriteri olarak pazarlanmaktadır. Erken hasat zeytinyağlarının klorofil içeriği nedeniyle yeşil renge sahip olması doğaldır. Ancak normal hasat zeytinyağlarının rengi manipüle edilerek yeşil renge sahip olması sağlanabilir. Olgun yada aşırı olgun zeytinlerden elde edilecek zeytinyağı üretim prosesine belirli miktarda yaprak yada zeytin yaprağı ekstraktı eklenmesi ile zeytinyağı renginin artan klorofil miktarı ile yeşile dönmesi, yapraktan gelen polifenol içeriği ile de acı ve yakar özelliklerinin artması sağlanabilmektedir (Briante vd., 2002; Malheiro vd., 2013).

Tüm bu bilgiler ışığında zeytinyağının erken hasat mı yoksa normal hasat mı olduğunun tam olarak tespit edilebilmesi mümkün görünmemektedir. Bu nedenle daha yüksek fiyatlara satılan ilk hasat-erken hasat ibareli natürel sızma zeytinyağları ile tüketiciler aldatılabilmekte ve haksız kazançlar elde edilebilmektedir.

Bu bağlamda ilgili mevzuatta gerekli değişiklikler yapılarak zeytinyağı etiketlerinde ve reklamlarında erken hasat, ilk hasat gibi ibarelerin kullanılmasının yasaklanması, gerçekten ürettiği zeytinyağının sağlık açısından üstün özelliklere sahip olduğunu iddia eden üreticilerin parti bazında ürünleri için gerekli analizleri yaptırarak Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi'nin (EFSA) sağlık beyanları için belirlediği limitleri (5 mg hidroksitirozol ve/veya türevleri (oleuropein kompleks, tirozol vb) / 20 g zeytinyağı ve oleik asit miktarı >%70) karşılaması koşulu ile etiketlerde ilgili beyanların kullanılmasına izin verilmesi, tüketicilerin bilinçlendirilmesi ve tüketicilerin aldatılmasının ve haksız kazançların önlenmesi için faydalı olacaktır. Ayrıca kullanılacak bildirimlerde zamanla fenol miktarının düşeceği ile bir bilgilendirmenin de etiketlerde yer alması doğru olacaktır.

Eğer erken hasat ve/veya ilk hasat ibareleri yasaklanamıyorsa; olumsuzlukların önüne geçmek için bu ürünlerin üretimini yapan işletmelerin 5996 sayılı kanun kapsamında

uygulanması gereken HACCP sistemini kurması ve uygulaması teşvik edilmelidir. Bu amaçla hazırlanmış olan kılavuzlar güncellenerek erken hasat ya da ilk hasat gibi ürünleri de kapsamı sağlanmalıdır. Böylelikle uygulanacak HACCP sistemi ile toplanan yada satın alınan zeytinlerin (müstahsil makbuzları ile belgeleyerek) tarih bazında ve olması gereken fiziksel özelliklerine (yeşil tane gibi) göre tarladan başlayarak kayıt altına alınması sağlanmalıdır. Bu kayıt sistemi ile fabrikaya gelerek işlenen ürünlerin, parti bazında kodlanarak erken hasat yada ilk hasat olduğunun ispat edilmesi ve belgelenmesi sağlanabilir.



KAYNAKÇA

- Alowaiesh, B., Singh, Z., Fang, Z. ve Kailis, S. G. (2018). “Harvest time impacts the fatty acid compositions, phenolic compounds and sensory attributes of Frantoio and Manzanilla olive oil”. *Scientia Horticulturae*, 234 (February), 74–80. doi:[10.1016/j.scienta.2018.02.017](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.017)
- Andjelkovic, M., Acun, S., Van Hoed, V., Verhé, R. ve Van Camp, J. (2009). “Chemical composition of Turkish olive oil – Ayvalik”. *JAOCS, Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 86(2), 135–140. doi: [10.1007/s11746-008-1330-y](https://doi.org/10.1007/s11746-008-1330-y)
- Angerosa, F., Servili, M., Selvaggini, R., Taticchi, A., Esposto, S. ve Montedoro, G. (2004). “Volatile compounds in virgin olive oil: Occurrence and their relationship with the quality”. *Journal of Chromatography A*, 1054(1–2), 17–31. doi: [10.1016/j.chroma.2004.07.093](https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.07.093)
- AOCS. (1998a). Method Cc 10c-95, Determination of Mass per Unit Volume (“Liter Weight”) in Air of Oils and Fats. Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist’s Society (5th ed). American Oil Chemist’s Society, Champaign, IL, USA.
- AOCS. (1998b). Method Ca 5a-40, Free Fatty Acids. Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist’s Society (5th ed). American Oil Chemist’s Society, Champaign, IL, USA.
- AOCS. (1998c). Method Cd 8-53, Peroxide Value: Acetic Acid–Chloroform Method. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist’s Society (5th ed). American Oil Chemist’s Society, Champaign, IL, USA.
- AOCS. (1998d). Method Cd 1-25, Iodine Value of Fats and Oils, Wijs Method. Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist’s Society (5th ed). American Oil Chemist’s Society, Champaign, IL, USA.
- AOCS. (1998e). Method Ce 2-66, Preparation of Methyl Esters of Fatty Acids. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist’s Society (5th ed). American Oil Chemist’s Society, Champaign, IL, USA.

- AOCS. (2017a). Method Ch 5-91, Specific Extinction of Oils and Fats, Ultraviolet Absorption. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed). American Oil Chemist's Society, Champaign, IL, USA.
- AOCS. (2017b). Method Cd 3-25, Saponification Value of Fats and Oils. Official Methods and Recommended Practice of the American Oil Chemist's Society (7th ed). American Oil Chemist's Society, Champaign, IL, USA.
- Aparicio, Ramón ve Harwood, J. (Ed.) (2013). *Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties*. Boston, MA: Springer US. doi: [10.1007/978-1-4614-7777-8](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7777-8)
- Aparicio, Ramon ve Morales, M. T. (1998). "Characterization of Olive Ripeness by Green Aroma Compounds of Virgin Olive Oil". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(3), 1116–1122. doi: [10.1021/jf970540o](https://doi.org/10.1021/jf970540o)
- Arslan, D. ve Ok, S. (2020). "Characterization of Turkish Olive Oils in Details". *Food Reviews International*, 36(2), 168–192. doi: [10.1080/87559129.2019.1630637](https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1630637)
- Assy, N., Nassar, F. ve Grosovski, M. (2010). "Monounsaturated Fat Enriched with Olive Oil in Non-alcoholic Fatty Liver Disease". *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, 1151–1156. doi: [10.1016/B978-0-12-374420-3.00126-1](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374420-3.00126-1)
- Atmaca, S. ve Ülger, S. (2017). "Gemlik zeytin çeşidinin sık dikime ve farklı budama uygulamalarına uygunluğunun araştırılması : 2007 - 2010 dönemi". *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30, 1–5.
- Azadmard-Damirchi, S. ve Dutta, P. C. (2010). "Phytosterol Classes in Olive Oils and their Analysis by Common Chromatographic Methods". *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention*, 249–257. doi: [10.1016/B978-0-12-374420-3.00027-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374420-3.00027-9)
- Baydar, H. ve Erbaş, S. (2016). "Yağ Gülü (Rosa damascena Mill.)'nde Tepe Boşluğu Katı Faz Mikro Ekstraksiyonu (HSSPME) ve Konvansiyonel Su Distilasyonu Yöntemleri ile Elde Edilen Uçucu Bileşenlerin Karşılaştırılması". *Journal of Natural and Applied Sciences*, 20(1). doi: [10.19113/sdufbed.14857](https://doi.org/10.19113/sdufbed.14857)
- Beltrán, G., Del Rio, C., Sánchez, S. ve Martínez, L. (2004). "Influence of harvest date and crop yield on the fatty acid composition of virgin olive oils from cv. Picual". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(11), 3434–3440. doi: [10.1021/jf049894n](https://doi.org/10.1021/jf049894n)

- Bendini, A., Cerretani, L., Carrasco-Pancorbo, A., Gómez-Caravaca, A. M., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A. ve Lercker, G. (2007). “Phenolic molecules in virgin olive oils: A survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods: An overview of the last decade”. *Molecules*, 12(8), 1679–1719. doi: [10.3390/12081679](https://doi.org/10.3390/12081679)
- Bengana, M., Bakhouch, A., Lozano-Sánchez, J., Amir, Y., Youyou, A., Segura-Carretero, A. ve Fernández-Gutiérrez, A. (2013). “Influence of olive ripeness on chemical properties and phenolic composition of Chemlal extra-virgin olive oil”. *Food Research International*, 54(2), 1868–1875. doi: [10.1016/j.foodres.2013.08.037](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.08.037)
- Besnard, G., Khadari, B., Navascués, M., Fernández-Mazuecos, M., Bakkali, A. El, Arrigo, N., ... Savolainen, V. (2013). “The complex history of the olive tree: From late quaternary diversification of mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant”. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1756). doi: [10.1098/rspb.2012.2833](https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2833)
- Bilušić, T., Žanetić, M., Ljubenković, I., Generalić Mekinić, I., Štambuk, S., Bojović, V., ... Magiatis, P. (2018). “Molecular characterization of Dalmatian cultivars and the influence of the olive fruit harvest period on chemical profile, sensory characteristics and oil oxidative stability”. *European Food Research and Technology*, 244(2), 281–289. doi: [10.1007/s00217-017-2954-7](https://doi.org/10.1007/s00217-017-2954-7)
- Börklü, H. R. ve Top, N. (2018). “Sistemik Tasarım Yaklaşımı ile Yeni Bir Zeytin Hasat Makinesi Tasarımı”. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6(4), 659–664. doi: [10.21923/jesd.423380](https://doi.org/10.21923/jesd.423380)
- Briante, R., Patumi, M., Terenziani, S., Bismuto, E., Febbraio, F. ve Nucci, R. (2002). “Olea europaea L. leaf extract and derivatives: Antioxidant properties”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(17), 4934–4940. doi: [10.1021/jf025540p](https://doi.org/10.1021/jf025540p)
- Cherubini, C., Migliorini, M., Mugelli, M., Viti, P., Berti, A., Cini, E. ve Zanoni, B. (2009). “Towards a technological ripening index for olive oil fruits”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(4), 671–682. doi: [10.1002/jsfa.3499](https://doi.org/10.1002/jsfa.3499)

- Clodoveo, M. L. (2012). "Malaxation: Influence on virgin olive oil quality. Past, present and future - An overview". *Trends in Food Science and Technology*, 25(1), 13–23. doi: [10.1016/j.tifs.2011.11.004](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.11.004)
- Cunha, S. C., Amaral, J. S., Fernandes, J. O. ve Oliveira, M. B. P. P. (2006). "Quantification of tocopherols and tocotrienols in Portuguese olive oils using HPLC with three different detection systems". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(9), 3351–3356. doi: [10.1021/jf053102n](https://doi.org/10.1021/jf053102n)
- Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Zipori, I., Lavee, S. ve Ben-David, E. (2011). "Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality". *Scientia Horticulturae*, 127(3), 358–366. doi: [10.1016/j.scienta.2010.11.008](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.11.008)
- Dagdelen, A., Tümen, G., Özcan, M. M. ve Dündar, E. (2013). "Phenolics profiles of olive fruits (*Olea europaea* L.) and oils from Ayvalik, Domat and Gemlik varieties at different ripening stages". *Food Chemistry*, 136(1), 41–45. doi: [10.1016/j.foodchem.2012.07.046](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.046)
- Davis, C., Bryan, J., Hodgson, J. ve Murphy, K. (2015). "Definition of the mediterranean diet: A literature review". *Nutrients*, 7(11), 9139–9153. doi: [10.3390/nu7115459](https://doi.org/10.3390/nu7115459)
- Di Giovacchino, L., Sestili, S. ve Di Vincenzo, D. (2002). "Influence of olive processing on virgin olive oil quality". *European Journal of Lipid Science and Technology*. doi: [10.1002/1438-9312\(200210\)104:9/10<587::AID-EJLT587>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200210)104:9/10<587::AID-EJLT587>3.0.CO;2-M)
- Diraman, H. ve Dibeklioglu, H. (2009). "Characterization of Turkish virgin olive oils produced from early harvest olives". *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(7), 663–674. doi: [10.1007/s11746-009-1392-5](https://doi.org/10.1007/s11746-009-1392-5)
- Efe, R., Soykan, A., Curebal, I. ve Sonmez, S. (2011). *Environment and Ecology in the Mediterranean Region - "Olive and olive oil culture in the Mediterranean Basin"*. *Environment and Ecology in the Mediterranean Region (C.2, Chapter)*. Cambridge Scholars Publishing.
- EU. (2012). Commission Regulation (EU) No 432/2012 of 16 May 2012 establishing a list of permitted health claims made on foods, other than those referring to the reduction of disease risk and to children's development and health. Official Journal of the

- Fernandes-Silva, A. A., Falco, V., Correia, C. M. ve Villalobos, F. J. (2013). “Sensory analysis and volatile compounds of olive oil (cv. Cobrançosa) from different irrigation regimes”. *Grasas y Aceites*, 64(1), 59–67. doi: [10.3989/gya.069712](https://doi.org/10.3989/gya.069712)
- Fernandes, G. D., Ellis, A. C., Gámbaro, A. ve Barrera-Arellano, D. (2018). “Sensory evaluation of high-quality virgin olive oil: panel analysis versus consumer perception”. *Current Opinion in Food Science*, 21, 66–71. doi: [10.1016/j.cofs.2018.06.001](https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.06.001)
- Flamminii, F., Marone, E., Neri, L., Pollastri, L., Cichelli, A. ve Di Mattia, C. D. (2021). “The Effect of Harvesting Time on Olive Fruits and Oils Quality Parameters of Tortiglione and Dritta Olive Cultivars”. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 123(11), 2000382. doi: [10.1002/ejlt.202000382](https://doi.org/10.1002/ejlt.202000382)
- Franco, M. N., Galeano-Díaz, T., Sánchez, J., De Miguel, C. ve Martín-Vertedor, D. (2014). “Total phenolic compounds and tocopherols profiles of seven olive oil varieties grown in the south-west of Spain”. *Journal of Oleo Science*, 63(2), 115–125. doi: [10.5650/jos.ess13098](https://doi.org/10.5650/jos.ess13098)
- Frankel, E. N. (2011). “Nutritional and biological properties of extra virgin olive oil”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(3), 785–792. doi: [10.1021/jf103813t](https://doi.org/10.1021/jf103813t)
- Fратиани, F., Cozzolino, R., Martignetti, A., Malorni, L., d’Acierno, A., De Feo, V., ... Nazzaro, F. (2019). “Biochemical composition and antioxidant activity of three extra virgin olive oils from the Irpinia Province, Southern Italy”. *Food Science and Nutrition*, 7(10), 3233–3243. doi: [10.1002/fsn3.1180](https://doi.org/10.1002/fsn3.1180)
- Ghanbari, R., Anwar, F., Alkharfy, K. M., Gilani, A.-H. ve Saari, N. (2012). “Valuable Nutrients and Functional Bioactives in Different Parts of Olive (*Olea europaea* L.)- A Review”. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 3291–3340. doi: [10.3390/ijms13033291](https://doi.org/10.3390/ijms13033291)

- Giacometti, J., Milin, Č., Giacometti, F. ve Ciganj, Z. (2018). “Characterisation of monovarietal olive oils obtained from Croatian CVS. Drobznica and Buza during the ripening period”. *Foods*, 7(11), 188. doi: [10.3390/foods7110188](https://doi.org/10.3390/foods7110188)
- Gómez-Rico, A., Salvador, M. D., Moriana, A., Pérez, D., Olmedilla, N., Ribas, F. ve Fregapane, G. (2007). “Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. olive orchard on virgin olive oil composition and quality”. *Food Chemistry*, 100(2), 568–578. doi: [10.1016/j.foodchem.2005.09.075](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.075)
- Grilo, C. E., Costa, P. N., Gurgel, C. S. S., Beserra, A. F. M., Almeida, F. N. S. ve Dimenstein, R. (2014). “Alpha-Tocopherol and Gamma-Tocopherol Concentration in Vegetable Oils”. *Food Science and Technology (Campinas)*, 34, 379–385.
- Gündeşli, K. ve Küden, A. (2020). “Bazı Yerli ve Yabancı Zeytin Çeşitlerinin Meyve Kalite Özelliklerinin ve Soğuklama Gereksinimlerinin Saptanması”. *Anadolu Journal Of Agricultural Sciences*, 35, 1308–8769. doi: [10.7161/omuanajas.655591](https://doi.org/10.7161/omuanajas.655591)
- Gündoğdu, A. ve Şeker, M. (2012). “Bazı Yabancı Kökenli Zeytin Çeşitlerinden Elde Edilen Zeytinyağlarının Yağ Asidi Bileşiminin Olgunlaşma Süresince Değişimi”. *Zeytin Bilimi*, 3(1), 19–28.
- Gutiérrez, F., Jiménez, B., Ruíz, A. ve Albi, M. A. (1999). “Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties picual and hojiblanca and on the different components involved”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(1), 121–127. doi: [10.1021/jf980684i](https://doi.org/10.1021/jf980684i)
- Ilgar, R. (2016). “Çanakkale İlinde Zeytin Yetiştiriciliği ve Yaşanan Sorunlar”. *Istanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 32, 19–32.
- International Olive Council. (2017). Determination of Biophenols in Olive Oils By Hplc. International Olive Council (C. 29). Erişim adresi: <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2019/11/Decision-No-DEC-III-10-106-VI-2017.pdf>
- International Olive Council. (2018). “Sensory Analysis of Olive Oil - Method for the Organoleptic Assessment of Virgin Olive Oil”. *International Olive Council*, (15),

- Madrid, Spain. Erişim adresi: <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2019/11/COI-T20-Doc.-15-REV-10-2018-Eng.pdf>
- IOOC. (2021a). Olive Oil Production. Erişim adresi: <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2021/12/HO-W901-17-12-2021-P.pdf>
- IOOC. (2021b). Olive oil consumption. Erişim adresi: <https://www.internationaloliveoil.org/wp-content/uploads/2021/12/HO-W901-17-12-2021-C.pdf>
- Kalogianni, E. P., Georgiou, D. ve Hasanov, J. H. (2019). “Olive Oil Processing: Current Knowledge, Literature Gaps, and Future Perspectives”. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 96(5), 481–507. doi: [10.1002/aocs.12207](https://doi.org/10.1002/aocs.12207)
- Kalua, C. M., Allen, M. S., Bedgood, D. R., Bishop, A. G., Prenzler, P. D. ve Robards, K. (2007). “Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review”. *Food Chemistry*, 100(1), 273–286. doi: [10.1016/j.foodchem.2005.09.059](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.059)
- Karagoz, S. G., Yilmazer, M., Ozkan, G., Carbonell-Barrachina, Á. A., Kiralan, M. ve Ramadan, M. F. (2017). “Effect of cultivar and harvest time on C6 and C5 volatile compounds of Turkish olive oils”. *European Food Research and Technology*, 243(7), 1193–1200. doi: [10.1007/s00217-016-2833-7](https://doi.org/10.1007/s00217-016-2833-7)
- Kiritsakis, A. K. (1998). “Flavor components of olive oil - A review”. *JAOCs, Journal of the American Oil Chemists’ Society* (C. 75). doi: [10.1007/s11746-998-0205-6](https://doi.org/10.1007/s11746-998-0205-6)
- Köseoğlu, O., Sevim, D. ve Kadiroğlu, P. (2016). “Quality characteristics and antioxidant properties of Turkish monovarietal olive oils regarding stages of olive ripening”. *Food Chemistry*, 212, 628–634. doi: [10.1016/j.foodchem.2016.06.027](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.027)
- Kutlu, E. ve şen, F. (2011). “Farklı Hasat Zamanlarının Gemlik Zeytin (*Olea europea* L.) eşidinde Meyve ve Zeytinyağı Kalitesine Etkileri”. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(2), 85–93. doi: [10.20289/euzfd.59458](https://doi.org/10.20289/euzfd.59458)
- Lavee, S. ve Wodner, M. (2004). “The effect of yield, harvest time and fruit size on the oil content in fruits of irrigated olive trees (*Olea europaea*), cvs. Barnea and

- Manzanillo”. *Scientia Horticulturae*, 99(3–4), 267–277. doi: [10.1016/S0304-4238\(03\)00100-6](https://doi.org/10.1016/S0304-4238(03)00100-6)
- Lechhab, T., Lechhab, W., Cacciola, F. ve Salmoun, F. (2022). “Sets of internal and external factors influencing olive oil (*Olea europaea* L.) composition: a review”. *European Food Research and Technology*, 1(4), 1069-1088. doi:[10.1007/s00217-021-03947-z](https://doi.org/10.1007/s00217-021-03947-z)
- López-Vicente, M. ve Álvarez, S. (2018). “Stability and patterns of topsoil water content in rainfed vineyards, olive groves, and cereal fields under different soil and tillage conditions”. *Agricultural Water Management*, 201, 167–176. doi: [10.1016/j.agwat.2018.02.004](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.02.004)
- López-Yerena, A., Ninot, A., Jiménez-Ruiz, N., Lozano-Castellón, J., Pérez, M., Escribano-Ferrer, E., ... Vallverdú-Queralt, A. (2021). “Influence of the ripening stage and extraction conditions on the phenolic fingerprint of ‘corbella’ extra-virgin olive oil”. *Antioxidants*, 10(6), 877. doi: [10.3390/antiox10060877](https://doi.org/10.3390/antiox10060877)
- Lukić, M., Lukić, I., Krapac, M., Sladonja, B. ve Piližota, V. (2013). “Sterols and triterpene diols in olive oil as indicators of variety and degree of ripening”. *Food Chemistry*, 136(1), 251–258. doi: [10.1016/j.foodchem.2012.08.005](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.005)
- Mafrika, R., Piscopo, A., De Bruno, A. ve Poiana, M. (2021). “Effects of climate on fruit growth and development on olive oil quality in cultivar carolea”. *Agriculture (Switzerland)*, 11(2), 1–18. doi: [10.3390/agriculture11020147](https://doi.org/10.3390/agriculture11020147)
- Malheiro, R., Casal, S., Teixeira, H., Bento, A. ve Pereira, J. A. (2013). “Effect of Olive Leaves Addition during the Extraction Process of Overmature Fruits on Olive Oil Quality”. *Food and Bioprocess Technology*, 6(2), 509–521. doi: [10.1007/s11947-011-0719-z](https://doi.org/10.1007/s11947-011-0719-z)
- Meilgaard, M., Civille, G. V. ve Carr, B. T. (1991). *Sensory Evaluation Techniques*. Boca Raton, ABD: CRC Pres.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). Zeytinyağı Üretimi. Gıda Teknolojisi. Erişimi adresi: http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Zeytinyağı_Üretimi.pdf

- Minitab 16.1.1. (2010). Statistical Software. Pennsylvania, USA: Minitab, Inc., State College.
- Moulehi, I., Bourgou, S., Ourghemmi, I. ve Tounsi, M. S. (2012). “Variety and Ripening Impact On Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Mandarin (Citrus Reticulate Blanco) and Bitter Orange (Citrus Aurantium L.) Seeds Extracts”. *Industrial Crops and Products*, 39, 74– 80.
- Murat Hocaoglu, S., Baştürk, İ., Gürsoy Haksevenler, B. H. ve Aydöner, C. (2017). “Türkiye’deki Zeytinyağı İşletmelerinin Üretim Süreçleri ve Kapasite Kullanımları Açısından Değerlendirilmesi”. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 5(7), 724. doi: [10.24925/turjaf.v5i7.724-731.1116](https://doi.org/10.24925/turjaf.v5i7.724-731.1116)
- Nas, S., Gökalp, H. Y. ve Ünsal, M. (2001). *Bitkisel Yağ Teknolojisi (3. Baskı)*. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Matbaası.
- Nergiz, C. ve Engez, Y. (2000). “Compositional variation of olive fruit during ripening”. *Food Chemistry (C. 69)*. doi: [10.1016/S0308-8146\(99\)00238-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00238-1)
- Nsir, H., Taamalli, A., Valli, E., Bendini, A., Gallina Toschi, T. ve Zarrouk, M. (2017). “Chemical Composition and Sensory Quality of Tunisian ‘Sayali’ Virgin Olive Oils as Affected by Fruit Ripening: Toward an Appropriate Harvesting Time”. *JAACS, Journal of the American Oil Chemists’ Society*, 94(7), 913–922. doi: [10.1007/s11746-017-3000-4](https://doi.org/10.1007/s11746-017-3000-4)
- Ocakoglu, D., Tokatli, F., Ozen, B. ve Korel, F. (2009). “Distribution of simple phenols, phenolic acids and flavonoids in Turkish monovarietal extra virgin olive oils for two harvest years”. *Food Chemistry*, 113(2), 401–410. doi: [10.1016/j.foodchem.2008.07.057](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.057)
- Ozturk, M., Altay, V., Gönenç, T. M., Unal, B. T., Efe, R., Akçiçek, E. ve Bukhari, A. (2021). “An overview of olive cultivation in Turkey: Botanical features, eco-physiology and phytochemical aspects”. *Agronomy*, 11(2), 1–26. doi: [10.3390/agronomy11020295](https://doi.org/10.3390/agronomy11020295)
- Pérez, A., León, L., Pascual, M., Romero-Segura, C., Sánchez-Ortiz, A., De La Rosa, R. ve Sanz, C. (2014). “Variability of virgin olive oil phenolic compounds in a segregating

- progeny from a single cross in *Olea europaea* L. and sensory and nutritional quality implications”. *Plos One*, 9(3), 92898. doi: [10.1371/journal.pone.0092898](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0092898)
- Pérez, M., López-yerena, A., Lozano-castellón, J., Olmo-cunillera, A., Lamuela-raventós, R. M., Martín-belloso, O. ve Vallverdú-queralt, A. (2021). “Impact of novel technologies on virgin olive oil processing, consumer acceptance, and the valorization of olive mill wastes”. *Antioxidants*. doi: [10.3390/antiox10030417](https://doi.org/10.3390/antiox10030417)
- Piscopo, A., Zappia, A., De Bruno, A. ve Poiana, M. (2018). “Effect of the Harvesting Time on the Quality of Olive Oils Produced in Calabria”. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120(7), 1–7. doi: [10.1002/ejlt.201700304](https://doi.org/10.1002/ejlt.201700304)
- Pomeranz, Y. ve Meloan, C. E. (1995). “Food Analysis”. *Journal of AOAC International* (3rd ed., C. 55). Boston, MA: Springer US. doi: [10.1007/978-1-4615-6998-5](https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6998-5)
- Puig-Montserrat, X., Mas, M., Flaquer, C., Tuneu-Corral, C. ve López-Baucells, A. (2021). “Benefits of organic olive farming for the conservation of gleaning bats”. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 313. doi: [10.1016/j.agee.2021.107361](https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107361)
- Romani, A., Ieri, F., Urciuoli, S., Noce, A., Marrone, G., Nediani, C. ve Bernini, R. (2019). “Health effects of phenolic compounds found in extra-virgin olive oil, by-products, and leaf of *olea europaea* L”. *Nutrients*, 11(8). doi: [10.3390/nu11081776](https://doi.org/10.3390/nu11081776)
- Romero, M. P. ve Motilva, M. J. (2010). “Effect of Climatic Conditions on Quality of Virgin Olive Oil”. *Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention* (ss. 43–50). Elsevier Inc. doi: [10.1016/B978-0-12-374420-3.00005-X](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374420-3.00005-X)
- Ryan, D. ve Robards, K. (1998). “Phenolic compounds in olives”. *Analyst*, 123(5), 31R. doi: [10.1039/a708920a](https://doi.org/10.1039/a708920a)
- Schwingshackl, L. ve Hoffmann, G. (2014). “Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status: A systematic review and meta-analysis of cohort studies”. *Lipids in Health and Disease* (C. 13). doi: [10.1186/1476-511X-13-154](https://doi.org/10.1186/1476-511X-13-154)
- Sevilgen, Ö. (2008). “Zeytin Zararlılarının Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri”. *I. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi*, 17-18 Mayıs 2008, Edremit, Balıkesir. (ss. 208–213).
- Škevin, D., Rade, D., Štrucelj, D., Mokrovčak, Ž., Nederal, S. ve Benčić, D. (2003). “The influence of variety and harvest time on the bitterness and phenolic compounds of

- olive oil”. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105(9), 536–541. doi: [10.1002/ejlt.200300782](https://doi.org/10.1002/ejlt.200300782)
- T.C. Resmi Gazete. (2017). Türk Gıda Kodeksi Beslenme ve Sağlık Beyanları Yönetmeliği. Sayı: 29960. T.C Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara. 16 Mayıs 2022 tarihinde https://mevbank.lebibyalkin.com.tr/mevzuat/mevbank/kalite/gida-mevzuati_xxi_yonetmelikler_xxi_0560e-000_turk-gida-kodeksi-beslenme-ve-saglik-beyanlari-yonetmeli.html?query=sağlık+beyanı adresinden erişildi.
- TGK. (2017). Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği. Erişimi adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20224&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5>
- TSE 894. (1970). *Yemeklik Bitkisel Yağlar-Muayene Metodları*. Ankara: Resmi Gazete.
- TSE EN ISO. (1999). *International Standards Official Methods 12228:1999, Animal and Vegetable Fats And Oils-Determination of Individual and Total Sterols Contents-Gas Chromatographic Method*. International Organization for Standardization, Geneve, Switzerland.
- Tura, D., Gigliotti, C., Pedò, S., Failla, O., Bassi, D. ve Serraiocco, A. (2007). “Influence of cultivar and site of cultivation on levels of lipophilic and hydrophilic antioxidants in virgin olive oils (*Olea Europea L.*) and correlations with oxidative stability”. *Scientia Horticulturae*, 112(1), 108–119. doi: [10.1016/j.scienta.2006.12.036](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.036)
- Türkoğlu, H., Kanik, Z., Yakut, A., Güneri, A. ve Akin, M. (2012). “Nizip ve Çevresinde Satışa Sunulan Zeytinyağ Örneklerinin Bazı Özellikleri”. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3), 1–8.
- Vallverdú-Queralt, A., Regueiro, J., Alvarenga, J. F. R., Torrado, X. ve Lamuela-Raventos, R. M. (2014). “Home Cooking and Phenolics: Effect of Thermal Treatment and Addition of Extra Virgin Olive Oil on the Phenolic Profile of Tomato Sauces”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 3314–3320.
- Yılmaz, E. ve Ögütçü, M. (2003). “Zeytinyağı Aroma Kimyası ve Duyusal Değerlendirilmesi”. *Akademik Gıda Dergisi*, 43–46.