

**AYVALIK (EDREMIT YAĞLIK) ÇEŞİDİ NATUREL SIZMA
ZEYTİNYAĞI UÇUCU BİLEŞENLERİNİN SPME-GC/MS VE
RAMAN SPEKTROSKOPİSİ İLE KARAKTERİZE
EDİLMESİ**

**CHARACTERIZATION OF AYVALIK (EDREMIT YAGLIK)
EXTRA VIRGIN OLIVE OILS VOLATILE COMPOUNDS
WITH SPME-GC/MS AND RAMAN SPECTROSCOPY**

DİDAR ÜÇÜNCÜOĞLU

PROF. DR. DİLEK SİVRİ ÖZAY

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

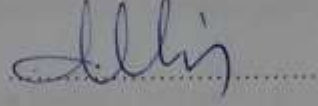
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı için öngördüğü

DOKTORA TEZİ olarak hazırlanmıştır.

2018

DİDAR ÜÇÜNCÜOĞLU' nun hazırladığı 'AYVALIK (EDREMİT YAĞLIK) ÇEŞİDİ NATUREL SIZMA ZEYTİNYAĞI UÇUCU BİLEŞENLERİN SPME-GC/MS VE RAMAN SPEKTROSKOPİSİ İLE KARAKTERİZE EDİLMESİ' adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI' nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

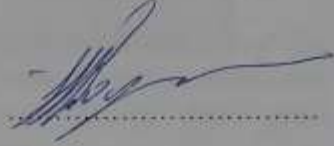
Prof. Dr. AZİZ TEKİN
Başkan



Prof. Dr. Dilek SIVRI ÖZAY
Danışman



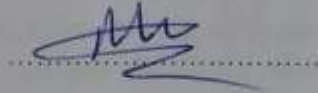
Prof. Dr. İSMAİL HAKKI BOYACI
Üye



Doç. Dr. HÜDAYİ ERÇOŞKUN
Üye



Doç. Dr. MUSTAFA KIRALAN
Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından DOKTORA TEZİ olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

YAYINLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenекle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, tezinin arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir.)

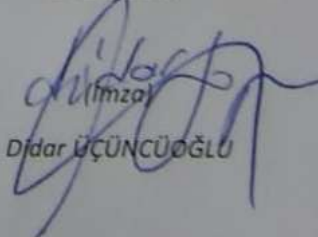
- Tezimin/Raporumun tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı ve ya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin/Raporumun 31.05.2021 tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum, ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

11.06.2018


(İmza)
Didar ÜÇÜNCÜOĞLU

ETİK

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

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

beyan ederim.

31/05/2018



Dilar ÜÇÜNCÜOĞLU

ÖZET

AYVALIK (EDREMIT YAĞLIK) ÇEŞİDİ NATÜREL SIZMA ZEYTİNYAĞI UÇUCU BİLEŞENLERİNİN SPME-GC/MS VE RAMAN SPEKTROSKOPİSİ İLE KARAKTERİZE EDİLMESİ

Didar ÜÇÜNCÜOĞLU

Doktora, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Dilek SİVRİ ÖZAY

Mayıs 2018, 226 sayfa

Akdeniz diyetinde büyük öneme sahip olan zeytinyağının tüketimi ile kaliteli zeytinyağına olan talep dünyada giderek artmaktadır. Ayrıca, kalitenin güvencesi olarak kabul edilen ve ürüne katma değer kazandıran "coğrafi işaret" uygulaması zeytinyağlarında giderek yaygınlaşmaktadır. Coğrafi işaret almış yerel ürünleri başka bölgelere ait benzer ürünlerden ayırmada kullanılabilecek analitik yöntemlere ihtiyaç vardır.

Natürel zeytinyağları, zeytin ağacı (*Olea europaea* L.) meyvelerinden sadece fiziksel yöntemler kullanılarak elde edilmekte ve rafine edilmeden tüketilebilmektedir. Zeytinyağının, kimyasal kompozisyonu üzerine başta zeytinyağının elde edildiği zeytin çeşidi olmakla birlikte zeytinin yetiştirildiği coğrafi bölge, agronomik uygulamalar, çevresel koşullar, hasat zamanı ve hasat şekli, yağ üretiminde kullanılan yöntemler ve yağın depolama koşulları etkilidir.

"Ayvalık" çeşidi Kuzey Ege bölgesinde yetiştiriciliği yapılan zeytin çeşitlerinin başında gelmektedir. Ancak böylesine geniş bir coğrafyada tarımı yapılan Ayvalık çeşidi zeytinyağlarının, coğrafi kökene (lokasyona) dayalı karakterizasyonu konusunda sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır. Tez kapsamında "Ayvalık" çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının bazı kimyasal özellikleri üzerine coğrafi bölgenin (lokasyon) etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, "Ayvalık" çeşidi zeytinler 2012, 2013 ve 2014 hasat dönemlerinde, Balıkesir, Çanakkale, İzmir ve Manisa sınırları içinde yer alan farklı lokasyonlardan temin edilmiştir. Erken hasat döneminde elle dalından toplanan zeytinler en kısa süre içinde natürel zeytinyağına işlenmiştir. Düşük sıcaklıkta (20°C) ve kısa sürede (30 dk) yoğurulan zeytin hamurundan dikey santrifüj kullanılarak zeytinyağı örnekleri ekstrakte edilmiştir. Pamuk filtreden süzülen sızma zeytinyağı örneklerinin serbest asitlik, peroksit değeri, UV absorpsiyon değerleri (K_{232} ve K_{270}), renk değerleri (L , a^* , b^*) ve oksidasyon stabiliteleri (ransimat) ölçülmüş, uçucu aroma bileşenleri (SPME-GC-MS) ve yağ asidi profilleri (GC-FID) belirlenmiştir. Zeytinyağı örnekleri, serbest asitlik, peroksit sayısı ve UV absorpsiyon değerleri ile yağ asidi bileşimi bakımından Türk Gıda Kodeksi'ne göre natürel sızma ve natürel birinci olarak sınıflandırılmıştır. Örneklere yeşil, meyvemsi ve floral notlar kazandıran ve LOX biyokimyasal yıkım reaksiyonları sonucu oluşan uçucu aroma bileşiklerinin oranı yüksek bulunmuştur. Tez kapsamında ayrıca, zeytinyağların coğrafi kökenlerinin belirlenmesi amacıyla gıda alanında kullanımı giderek yaygınlaşan Raman spektroskopisi kullanılmıştır. Raman spektrumlarının kemometrik analizi (PCA) sonucunda kümeleşerek ayrılan lokasyonların, hasat sezonları arasında değişim gösterdiği görülmüştür. Sonuçlar, "Ayvalık" çeşidinden elde edilen zeytinyağların kimyasal bileşiminin coğrafi köken bazında önemli farklar içerdiğini ve hızlı ve pratik bir yöntem olarak Raman spektroskopisinin çoklu data işleme teknikleri ile birlikte bu yağların coğrafi kökenlerinin belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermiştir. "Ayvalık" çeşidi zeytinyağları için bu tez kapsamında elde edilen sonuçların, ülkemizde "coğrafi işaret" uygulamasının objektif kriterler esasında yaygınlaştırılmasına ve denetlenmesine önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Sızma Zeytinyağı, Coğrafi İşaretleme, Karakterizasyon, Raman Spektroskopisi, Uçucu Aroma Bileşikleri, SPME, GC, MS, Kemometri, PCA

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF AYVALIK (EDREMIT YAGLIK) EXTRA VIRGIN OLIVE OILS VOLATILE COMPOUNDS WITH SPME- GC/MS AND RAMAN SPECTROSCOPY

Didar UCUNCUOGLU

Doctor of Philosophy, Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Dilek SIVRI OZAY

May 2018, 226 pages

Olive oil, which has a great importance for Mediterranean diet, and its consumption is rising around the world. Moreover, the "geographic indications", which are considered as an assurance of quality and enhance the product value, are becoming increasingly widespread in olive oils. Thus, newly proved and practical analytical methods are needed that can be used to distinguish geographically labeled similar products from other regions. Virgin olive oils are produced from olive tree (*Olea europaea* L.) fruits using only physical processes and can be consumed without refining processes. Growing area of olives and its climatic and agronomic properties, genetic factors (cultivar), harvest time, harvesting method and technological processes such as extraction, packing and storage conditions have critical influence on the virgin olive oils chemical composition.

In this project, particularly "growing area or geographic origin" effect was investigated on early harvest "Ayvalik" extra virgin olive oils some chemical features. "Ayvalik" is the prominent olive cultivar around North Aegean Region in Turkey. It cultivated such an extensive area in this region; however, it was observed that there were limited researches about geographical characterizations of "Ayvalik" olive oils. For this purpose, "Ayvalik" olives were harvested from different geographic locations of Balıkesir, Canakkale, İzmir and Manisa provinces in 2012, 2013 and 2014 crop seasons by hand-picking. The olives were carried to laboratory immediately for extracting virgin olive oils. After, low temperature (20°C) and short time (30 min) malaxing, oil samples separated by vertical decanter. Then, oils filtered through a cotton filter and volatile profile (SPME-GC-MS), fatty acid composition (GC-FID) and oxidative stability (Rancimat test) were determined. Other quality parameters such as, free fatty acidity, peroxide and UV absorption (K_{232} and K_{270}), color values as L , a^* and b^* were also measured. The results demonstrated that olive oil samples were classified as extra virgin olive oil and virgin olive oil according to Turkish Food Codex in terms of free acidity, peroxide, UV absorption (K_{232} and K_{270}) values and fatty acid composition. The samples were found very rich in terms of positive attributes (green, floral and fruity notes) which were generated by LOX pathway enzymatically. Over the last decade, Raman spectroscopy was used in foods in order to detection of geographic origin in particular. In this study, Raman spectroscopy and chemometric modeling (PCA) of its huge data set were used in order to classify the growing area of virgin olive oil samples. Effectively clustered origins of samples altered between harvest seasons. Over all data evaluation was showed that monocultivar virgin olive oils from North Aegean Region could be partially separated by both Raman spectroscopy which was rapid and practical analyze method with chemometry. Moreover, it was truly observed the virgin olive oils chemical compounds differed on the basis of geographic origins. It is considered that outcomes obtained within the scope of the thesis for Ayvalik cultivar will make a significant contribution to the dissemination and control of geographic indications in our country on the basis of objective criteria.

Keywords: Virgin Olive Oil, Geographic Indications, Characterization, Raman Spectroscopy, Volatile Aroma Compounds, SPME, GC, MS, Chemometry, PCA

TEŞEKKÜR

Karakterinden ve insanlığından ödün vermeden sayısız adımlar attığına şahit olduğum, kendisi ile çalışmaktan büyük onur ve gurur duyduğum, adaletli ve merhamet dolu kalbiyle biz öğrencilerine oldukça özverili davranan ve bir bilim insanı yetiştirmenin sorumluluğunu bilinçli bir şekilde taşıyan çok kıymetli Hocam Sayın Prof. Dr. Dilek SİVRİ ÖZAY'a,

Tez izleme komitesinde yer alan ve her aşamada fikir, yorum ve katkıları ile tezimi zenginleştirmemi sağlayan değerli Hocalarım, Prof. Dr. Aziz TEKİN ve Prof. Dr. İsmail Hakkı BOYACI'ya,

Laboratuvar ölçekli zeytin sıkım ünitesini çalışmamızda kullanmak üzere bizlere kazandıran değerli Hocam Prof. Dr. Ali Bayrak'a

Başta Doç. Dr. Ali TOPÇU, Araş. Gör. Havva Tümay TEMİZ ve Araş. Gör. Necla ÖZDEMİR olmak üzere Hacettepe ve Ankara Üniversiteleri Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görev yapan tüm öğretim üyesi ve elemanlarına,

Anlayış ve desteklerinden ötürü, görev yaptığım Çankırı Karatekin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nin tüm öğretim üyesi ve elemanlarına ve Gıda Mühendisliği Bölümü öğrencilerine,

Bu tez çalışmasına finansal destek sağlayan, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), Tarımsal Ekonomi ve Proje Yönetimi Daire Başkanlığı'na ve Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Laboratuvar çalışmalarında yardımlarını ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen; projelerimin ve tezimin her aşamasında katkı sağlayan değerli ekip arkadaşlarıma,

Çalışmalarım sırasında maddi manevi destekleri ile hoşgörü ve sabırlarını sıkça gördüğüm annem Necla ÜÇÜNCÜOĞLU, babam Sedat ÜÇÜNCÜOĞLU ve biricik kardeşim Esra ÜÇÜNCÜOĞLU başta olmak üzere tüm aileme,

Rabia-Ramazan AKTAŞ ve Aysel-Ali Ekber KILINÇ ailelerine **teşekkür ederim.**

Didar ÜÇÜNCÜOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ÇİZELGELER.....	ix
ŞEKİLLER.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1. Zeytinyağı ve Bileşimi.....	3
2.1.1. Zeytinyağının Yağ Asidi Dağılımı Üzerine Etkili Parametreler.....	6
2.1.2. Zeytinyağının Uçucu Aroma Bileşenleri Üzerine Etkili Parametreler.....	11
2.2. Elektromanyetik Işıma ve Vibrasyonel Spektroskopi Tekniği.....	21
2.3. Çok Değişkenli Data İşleme Teknikleri.....	31
2.4. Coğrafi İşaretlenme ve Önemi.....	38
2.5. Ayvalık Zeytinyağlarında Yapılan Araştırmalar.....	41
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	46
3.1. Materyal.....	46
3.2. Yöntemler.....	50
3.2.1. Serbest Yağ Asitliği Değeri.....	50
3.2.2. Peroksit Sayısı.....	51
3.2.3. Özgül Soğurma Değerleri.....	51
3.2.4. Renk Ölçümleri.....	51
3.2.5. İndüksiyon Periyodunun Belirlenmesi.....	51
3.2.6. Yağ Asidi Profilinin Belirlenmesi.....	52
3.2.7. Aroma Profilinin Belirlenmesi.....	52
3.2.8. Raman Spektrumlarının Belirlenmesi.....	54
3.2.9. Veri İşleme ve İstatistik Analizler.....	54
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	55
4.1. Serbest Asitlik Değerleri.....	55
4.2. Peroksit Değerleri.....	57
4.3. Ultraviyole Işığında Özgül Soğurma Değerleri.....	59
4.4. L , a^* ve b^* Değerleri.....	62
4.5. İndüksiyon Periyodu.....	65
4.6. Natürel Sızma Zeytinyağlarının Yağ Asidi Kompozisyonu.....	67
4.7. Uçucu Aroma Bileşenleri.....	79
4.7.1. Uçucu Bileşen Profili (2012 Hasat Yılı).....	80
4.7.2. Uçucu Bileşen Profili (2013 Hasat Yılı).....	93
4.7.3. Uçucu Bileşen Profili (2014 Hasat Yılı).....	102
4.8. Ayvalık Natürel Sızma Zeytinyağlarının Raman Spektrumları.....	118
5. SONUÇ.....	139
6. KAYNAKLAR.....	145
7. EKLER.....	165
8. ÖZGEÇMİŞ.....	208

ÇİZELGELER

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1.	Yağlarda Raman spektroskopisinin kullanım alanları..... 24
Çizelge 2.2.	Bazı ester ve trigliseritlere ait Raman bantları, cm^{-1} 25
Çizelge 2.3.	Yenilebilir yağlarda belirlenen Raman bantları ve dalga boyları..... 25
Çizelge 2.4.	Zeytinyağlarında Raman spektroskopisi ile yapılan ölçümlerle elde edilen verilerin kemometrik olarak değerlendirildiği uluslararası çalışmalar..... 35
Çizelge 3.1.	Toplanan örnek sayıları..... 47
Çizelge 3.2.	Örneklere ilişkin matematiksel konum verileri..... 48
Çizelge 4.1.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında ortalama serbest asitlik değerleri (%)..... 56
Çizelge 4.2.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında peroksit değeri (meq aktif oksijen/kg yağ)..... 58
Çizelge 4.3.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında K_{232} değerleri. 59
Çizelge 4.4.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında K_{270} değerleri. 60
Çizelge 4.5.	Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında L değerleri 63
Çizelge 4.6.	Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında a^* değerleri..... 64
Çizelge 4.7.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında b^* değerleri.... 65
Çizelge 4.8.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında indüksiyon süreleri (saat)..... 66
Çizelge 4.9.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymuş yağ asitleri dağılımı (% , 2012)..... 69
Çizelge 4.10.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymuş yağ asitleri dağılımı (% , 2013)..... 70
Çizelge 4.11.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymuş yağ asitleri dağılımı (% , 2014)..... 71
Çizelge 4.12.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymamış yağ asitleri dağılımı (% , 2012)..... 72
Çizelge 4.13.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymamış yağ asitleri dağılımı (% , 2013)..... 73
Çizelge 4.14.	Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymamış yağ asitleri dağılımı (% , 2014)..... 74
Çizelge 4.15.	Lokasyonlar arasında hasat yıllarına göre toplam doymuş ve doymamış yağ asidi miktarları (%)..... 77
Çizelge 4.16.a.	Lokasyonlar arası yağ asidi kompozisyonu değişimi (%)..... 77
Çizelge 4.16.b.	Hasat yılları arası yağ asidi kompozisyonu değişimi (%)..... 77
Çizelge 4.17.a.	2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (ppm)..... 82
Çizelge 4.17.b.	2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (%)..... 83
Çizelge 4.18.	2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında LOX yoluyla oluşan aroma bileşiklerinin oranları (%)..... 84
Çizelge 4.19.	2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler..... 86

ÇİZELGELER-Devam

		<u>Sayfa</u>
Çizelge 4.20.a.	2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (ppm).....	95
Çizelge 4.20.b.	2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (%).....	96
Çizelge 4.21.	2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında LOX yoluyla oluşan aroma bileşiklerinin oranları (%).....	97
Çizelge 4.22.	2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler.....	100
Çizelge 4.23.a.	2014 hasat yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (ppm)....	105
Çizelge 4.23.b.	2014 hasat yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (%).....	107
Çizelge 4.24.	2014 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında LOX yoluyla oluşan aroma bileşiklerinin oranları (%).....	109
Çizelge 4.25.	2014 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler.....	110
Çizelge 4.26.	Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında C6 LOX ürünlerinin lokasyonlar arasında istatistiki dağılımı ($p<0,05$)	116
Çizelge 4.27.	Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında C5 LOX ürünlerinin lokasyonlar arasında istatistiki dağılımı ($p<0,05$).....	116

ŞEKİLLER

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1.	Raman spektroskopisi düzeneği..... 22
Şekil 2.2.	Analitik kimyada kemometri kullanımı..... 33
Şekil 3.1.	Örnek toplanan lokasyonların coğrafi dağılımı..... 50
Şekil 4.1.	Coğrafi orijinleri farklı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları ve sınıflandırma amacıyla kullanılan intens Raman bantlarına neden olan kimyasal bağlar..... 119
Şekil 4.2.	Balıkesir orijinli Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları 120
Şekil 4.3.	İzmir orijinli Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları..... 121
Şekil 4.4.	Manisa orijinli Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları 122
Şekil 4.5.	Çanakkale orijinli Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları..... 123
Şekil 4.6.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, önışlemsiz-1) 125
Şekil 4.7.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, önışlemsiz-2)..... 125
Şekil 4.8.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, Mean center önışlemli-1)..... 126
Şekil 4.9.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, Mean center önışlemli-2)..... 126
Şekil 4.10.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, First derivative önışlemli-1)..... 127
Şekil 4.11.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, First derivative önışlemli-2)..... 127
Şekil 4.12.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, First derivative önışlemli-3)..... 128
Şekil 4.13.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, First derivative önışlemli-4)..... 128
Şekil 4.14.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, First derivative önışlemli-1)..... 130
Şekil 4.15.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, First derivative önışlemli-2)..... 130
Şekil 4.16.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, smoothing önışlemli-1)..... 131
Şekil 4.17.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, smoothing önışlemli-2)..... 131
Şekil 4.18.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, smoothing ve first derivative önışlemli) 132
Şekil 4.19.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, Baseline AWLS önışlemli-1)..... 133
Şekil 4.20.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, Baseline AWLS önışlemli-2)..... 133
Şekil 4.21.	Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2014, önışlemsiz)..... 134

ŞEKİLLER-Devam

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.22. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2014, smoothing, coloumn wise 2nd derivative, mean center-1)	135
Şekil 4.23. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2014, smoothing, coloumn wise 2nd derivative, mean center-2)	135
Şekil 4.24. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2014, Smoothing, Coloumn wise 2nd derivative, Mean center-3)	136
Şekil 4.25. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2014, smoothing, coloumn wise 2nd derivative, mean center-4)	137



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simge/Kısaltma	Açıklaması
PDO	Protected Designation of Origin, Koruma altına alınmış coğrafi orijin-Menşe adı
PGI	Protected Geographical Indication, Korunmuş coğrafi gösterge-Mahreç işareti
TSG	Traditional Specialty Guaranteed, Geleneksel özellik garantisi
PCA	Principal Component Analysis, Temel bileşen analizi
β -	beta konfigürasyonu
p-	para konfigürasyonu
GC	Gaz kromatografisi
DHS	Dynamic Head Space, Dinamik tepe boşluğu örnekleyicisi
SPME	Solid Phase Microextraction, Katı faz mikroekstraksiyon örnekleyicisi
Σ SAFA	Toplam doymuş yağ asidi
Σ MUFA	Toplam tekli doymamış yağ asidi
Σ PUFA	Toplam çoklu doymamış yağ asidi
TAG	triaçil gliserol
α -	alfa konfigürasyonu
LOX	Lipoxygenase pathway, Lipoksigenaz biyokimyasal yolu
DVB/PDMS/CAR	Divinilbenzen/polidimetilsiloksan/karboksen
PET	Polietilentetraftalat
PVC	Polivinilklorür
GC-MS	Gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi
HCA	Hierarchical Cluster Analysis, Hiyerarşik kümeleme analizi
C5	5 karbonlu bileşikler
C6	6 karbonlu bileşikler
NMR	Nuclear Magnetic Resonance, Nükleer manyetik rezonans spektroskopisi
SAFE	Solvent-Assisted Flavor Evaporation, Çözgen destekli arıma buharlaştırma yöntemi
IR	Infrared, Kızıl ötesi
FT	Fourier Transform
FID	Flame Ionization Detector, Alev iyonlaşmalı dedektör
NIR	Near Infrared
DA	Discriminant Analysis, Sınıflandırma analizi
PC	Principal Component, Temel bileşen
PLS	Partial Least Square, Kısmi en küçük kareler
PCR	Principal Component Regression, Temel bileşen regresyonu
ANN	Artificial neural network, Yapay sinir ağları
LDA	Linear Discriminant Analysis, Lineer sınıflandırma analizi
CVA	Canonical Variate Analysis, Kanonik değişken analizi
HPLC	High Pressure Liquid Chromatography, Yüksek basınç sıvı kromatografisi

SİMGELER VE KISALTMALAR-Devam

Simge/Kısaltma	Açıklaması
SIMCA	Soft Independent Modeling of Class Analogy, Sınıf analoji yumuşak bağımsız modelleme
UNEQ-QDA	Unequal-Quadratic Discriminant Analysis, Eşit olmayan kuadratik diskriminant analizi
CART	Classification & Regression Analysis of Trees, Sınıflandırma ve regresyon analizi
CA	Cluster Analysis, Kümeleme analizi
DFA	Discriminant Function Analysis, Sınıflandırma fonksiyon analizi
GDA	General Discriminant Analysis, Genel sınıflandırma analizi
SLDA	Stepwise Linear Discriminant Analysis, Basamaklı doğrusal diskriminant analizi
3,4-DHPEA-EDA	Hidroksitirozole bağlı dekarboksi metil elenoik asidin dialdehidik formu
3,4-DHPEA-EA	Hidroksitirozole bağlı dekarboksi metil elenoik asidin aldehidik formu
p-HPEA-EDA	2-(4-hydroxyphenyl) ethyl (4E) - 4- formyl- 3 - (2-oxoethyl) hex-4-enoate; (+/-)-Oleokantal
p-HPEA-EA	p-HPEA-elenoik asit monoaldehit
GC-MS-O	Gas Chromatography-Mass Spectrometry-Olfactometry Gaz kromatografisi, Kütle spektroskopisi, Olfaktometre
LPA	Lezzet paneli testi

1.GİRİŞ

Kültüre alınmış zeytin ağacı türü, botanik olarak; *Oleaceae* familyasında *Olea* cinsi, *Olea europaea* türü, *Olea europaea sativa* alt türünde yer almaktadır. Bitkinin anavatanı, Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya olup başlıca Mardin, Hatay, Suriye, Filistin ve Kıbrıs adasını içerisine alan bölge kabul edilmektedir. Bu ağacın sert çekirdekli meyvelerinin önemli bir kısmı yağa, sofralık fermente siyah zeytine daha az miktarı da salamura yeşil zeytine işlenerek değerlendirilmektedir. Dünya zeytin üretiminin yaklaşık % 90'ı, Akdeniz havzasında yer alan ülkelerde (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Fas, Tunus, Suriye, Portekiz) yapılmaktadır Üretimde AB ülkelerinin payı yıllara göre değişmekle birlikte ortalama % 68 seviyelerindedir. AB ülkeleri arasında ilk sırayı İspanya almakta onu İtalya ve Yunanistan izlemektedir. İspanya'nın AB üretimdeki payı % 64 seviyesindedir. Üretici ülkeler için ekonomik ve sosyal açıdan önemli ürünlerden olan zeytin ve zeytinyağı aynı zamanda Akdeniz'i simgeleyen bir kültürün de parçasıdır. Zeytinyağı ihracatında üretimle paralel olarak ilk sırayı AB ülkeleri almakta, bu ülkeleri Tunus ve Türkiye izlemektedir. İthalatta ise % 36'lara varan oranla ABD ilk sırayı alırken AB ülkeleri arasında özellikle İtalya ve İspanya üretici ve ihracatçı olmalarına rağmen aynı zamanda önemli bir ithalatçı ülke olarak görülmektedir [1, 257].

Ülkemizde üretilen toplam zeytin miktarı yönünden, hasat sezonları arasında farklılık görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu resmi verilerine göre, 2012 yılında 1 820 000 ton zeytin üretimi yapılmış bunun 1 340 000 tonu yağlık olarak işlenmiştir. 2017 yılı verilerine göre ise ülkemizde 148 263 meyve veren ağaçtan 2 100 000 ton zeytin üretimi yapılmış, bunun 460 000 tonu sofralık 1 640 000 tonu ise yağlık olarak kullanılmıştır. 2017 yılında kullanılan yağlık zeytinlerden elde edilen zeytinyağı miktarı 263 000 ton olup, zeytin rekoltesi 6.25 olarak hesaplanmıştır [2, 257].

Ülkemizde, zeytin üretiminin % 55'i Ege Bölgesinde, % 27'si Akdeniz Bölgesinde, % 14'ü Marmara bölgesinde yapılmaktadır. Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Bursa, Manisa, Çanakkale, Gaziantep ve Mersin önemli zeytin üretimi yapılan illerimizdendir. Ülkemizde kişi başına zeytinyağı yıllık tüketim miktarı 1.5-2 litre olup bu oran Uluslararası Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi üyesi diğer ülkelerde ortalama 9 litre civarındadır. Ülkeler bazında kişi başı tüketim incelendiğinde; Yunanistan 12 litre, İspanya ve İtalya 10 litre, Tunus, Portekiz, Lübnan ve Suriye 6 litre civarındadır [257].

Coğrafi işaretler, belirgin bir özelliği yönünden bulunduğu yöre ya da bölge ile özdeşleşmiş bir ürünü gösteren semboller olup, "coğrafi işaret" fikri ve sınai mülkiyet haklarından biridir. Coğrafi işaretler ürünün taklit ve tağşiş edilmediğini dolayısıyla kalitesini garantilemekle beraber, ürünün tanınırlığını arttırmakta ve ilgili yöreye ekonomik katkı sağlamaktadır. Ayrıca, üreticide gelir artışına, kırsal turizme, kırsal nüfusun farklı iş alanlarına yönelmesine de katkı sağlayabilmektedir.

Ülkemizde zeytinyağı ile ilgili olarak, Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından tescillenmiş ve koruma altına alınmış "Akhisar Uslu Zeytinyağı", "Akhisar Domat Zeytinyağı", "Edremit Zeytinyağı", "Milas Zeytinyağı", "Nizip Zeytinyağı", "Ayvalık Zeytinyağı", "Güney Ege Zeytinyağları" ve "Edremit Körfez Bölgesi Zeytinyağları" olmak üzere sekiz adet coğrafi işaret sertifikası (menşe adı) bulunmaktadır [3]. Bu sayı, dünya zeytinyağı üretiminde yıllara göre değişmekle beraber dördüncü sırada olan ülkemiz için oldukça yetersizdir.

Sunulan tez çalışmasında, Kuzey Ege Bölgesi'nde farklı coğrafi lokasyonlardan toplanan "Ayvalık" çeşidi zeytinler zeytinyağına işlenmiş ve 215 natürel sızma zeytinyağı örneğinde başlıca uçucu aroma bileşenleri ve yağ asidi profili belirleme analizleri yapılmıştır. Ayrıca, coğrafi köken tespitinde Raman spektroskopisinin kullanım imkanı araştırılmıştır. Elde edilen Raman spektral verilerine çoklu veri işleme tekniklerinden biri olan temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır. Zeytinyağı örneklerine ait bazı kalite parametreleri (serbest asitlik, peroksit değeri, özgül soğurma değerleri) ile renk değerleri (L , a^* ve b^*) ve oksidasyon stabiliteyi (ransimat testi) belirlenmiştir.

2.LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Zeytinyağı ve Bileşimi

Zeytinyağı, zeytin ağacının (*Olea europaea* L.) sert çekirdekli meyvesinden, doğal özelliklerini değiştirmeyecek bir sıcaklıkta mekanik ya da fiziksel olarak elde edilen, berrak, koyu yeşilden sarıya değişebilen renkte, kendine özgü tat ve kokuda olan ve rafine edilmeden tüketilebilen değerli bir yağdır. Bitkisel yağlar içerisinde zeytinyağı, besleyici ve duyuşsal karakteristikleri nedeniyle özel bir yere sahiptir. Sızma zeytinyağı tüketimi Akdeniz diyetinin önemli bir parçasıdır. Ayrıca, sahip olduğu yağ asidi profili nedeniyle geçmişten bu güne kadar koruyucu ve terapötik etkili olarak kullanılmaktadır [4].

Zeytinyağının bileşimini ağırlıklı olarak yağ asitleri ve bunun yanı sıra, minör bileşenler olarak tanımlanan serbest yağ asitleri, mono- ve di- açıl gliseroller, alifatik alkoller ve hidrokarbonlar, steroller, triaçil gliseroller, fenolik ve uçucu bileşikler, renk maddeleri ile tokoferoller oluşturmaktadır. Zeytinyağında bulunan sabunlaşan maddeler trigliseritler, yağ asitleri ve fosfatitler, sabunlaşmayan maddeler ise hidrokarbonlar (skualen ve steroller) ve yağ alkolleridir. Zeytinyağında en fazla bulunan yağ asidi oleik asit olup palmitik asit ve linoleik asit diğerk baskın yağ asitleridir. Rengi karakterize eden bileşikler klorofiller ve karotenoid bileşikleridir. Pigmentler aynı zamanda otooksidasyon ve fotooksidasyon reaksiyonlarında önemli rol oynamaktadırlar. Zeytinyağların serbest ya da ester konumunda bulunan yağ alkolleri ve diterpen alkolleri alifatik veya aromatik alkoller içerisinde değerlendirilmektedir. Tokoferoller, biyolojik olarak aktif olmalarının yanı sıra zeytinyağlarının oksidatif stabilitesi üzerine etkili bileşiklerdir. Tokoferoller içerisinde en fazla bulunan α -tokoferoldür. Zeytinyağında bulunan başlıca fenolik bileşikler tirozol ve hidroksitirozol, apigenin, luteolin, kafeik asit, o- ve p-kumarik, ferulik, gallik, vanilik, p-hidroksibenzoik, protokateşik, şirinjik asitler, oleuropein, pinoresinol ve vanilindir. Fenolik bileşenler yağa acılık ve keskinlik aroma özelliklerini kazandırmaktadır. Zeytinyağında belirlenen başlıca mumlar, oleik asit veya palmitik asidin 36, 38, 40, 42, 44 ve 46 karbon sayılı yağ alkolleri ile yaptığı esterlerdir. Zeytinyağının kalitesinin belirlenmesinde aroma bileşenleri de önemli rol oynamaktadır. Aroma bileşenleri, çeşitli enzimlerin varlığında yağ asitlerinin kontrollü olarak oksidasyonu sonucu biyokimyasal olarak oluşmaktadır [5].

Zeytinyağının, trigliserit yapısı, minör bileşenlerinin aktifliğı ve fonksiyonelliğı nedenleriyle oksidatif stabilitesi oldukça yüksektir [6].

Zeytinyağının, diğer bitkisel kaynaklı yağlarla kıyaslandığında oleik asit içeriğinin yüksek oluşu, sahip olduğu minör bileşenler ve duyuşal özellikler ve ayrıca rafine edilmeden tüketilebilmesi, onun ne kadar değerli bir yağ olduğunu göstermektedir. Zeytinyağları, serbest yağ asitlik değerine göre ham, natürel sızma, natürel birinci ve rafine zeytinyağı gibi sınıflara ayrılmaktadır. 2017 yılında güncellenen (2017/26) Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğı'ne göre [7] sınıflandırma amacıyla kullanılan kalite parametreleri **EK 1**'de verilmiştir.

Sızma zeytinyağlarının bileşimi ve bu bileşenlerin miktarları elde edildiğı zeytin çeşidi başta olmak üzere, çevresel koşullara (toprak, iklim), agronomik koşullara (sulama ve ilaçlama gibi tarımsal uygulamalar), yetiştiricilik koşullarına (olgunluk derecesi, hasat tipi), coğrafi bölge (yetiştiricilik yapılan alan, yükseklik, enlem-boylam), zeytinyağı üretiminde kullanılan yöntem ve proses koşulları (kırma, yoğurma, ekstraksiyon ve seperasyon farklılıkları) ile depolama ve muhafaza koşullarına (zaman, sıcaklık, ışık, ambalaj materyali, inert gaz uygulaması) bağılı olarak değışmektedir. Buna göre, zeytinyağının kalitesi üzerine pek çok dinamik parametrenin etki ettiğı açıktır. Bu sebeple zeytinyağlarında kimyasal kompozisyonun tümüyle tanımlanması (karakterizasyon) oldukça zor bir süreçtir.

Karakterizasyon amacıyla kullanılan tüm analitik prosedürlerin yanı sıra deneysel sonuçların herhangi bir kritere göre gruplandırılması ve bunun istatistiksel olarak anlamlandırılması için matematiksel modellerden oluşan çok değışkenli analiz yöntemleri de kullanılmaktadır. Hasat yılları arasındaki kompozisyonel farklılık nedeniyle (alternans) doğrulama modellerine, yöntemlerine ve kalibrasyonlara uygun olmayan durumlarla dahi karşılaşılabilir [8].

Dünya çapında yaklaşık 1275 zeytin çeşidinin yetiştiriciliğı yapılmaktadır [259]. Bu türlerden bir kısmı yerel olarak belirli bir coğrafi alanda yetiştirilirken bir kısmı ise geniş bir coğrafyaya dağılım göstermiş durumdadır. Çeşit bazında yapılan tanımlama çalışmalarda spesifik bir kimyasal bileşen, bir grup analit ya da duyuşal tanımlamalar kullanılabilir.

Çeşitlerin ayırımında kullanılmak üzere yapılan karakterizasyon çalışmalarda, analiz edilen çeşidin genetik olarak saf tür olması ve çok sayıda örnekle çalışılması oldukça önemlidir. Ayrıca, diğer parametrelerin de (coğrafi orijin, ekstraksiyon yöntemi gibi) olabildiğince sabit tutulması gerekmektedir [9].

Aşağıda literatürde karşılaşılan başlıca karakterizasyon çalışmaları ve ilgili analitler verilmiştir.

Avrupa Birliği tarafından 1991 yılında desteklenen bir proje kapsamında İspanya, İtalya ve Yunanistan'da yetiştiriciliği yapılan sekiz ayrı tür zeytinden 3 fazlı dekantasyon sistemi ile sızma zeytinyağları elde edilmiş ve bu yağlarda toplam 117 duyusal tanımlayıcı tespit edilmiştir. Bunlardan bazıları, meyvemsi, yeşil, keskin, acı, tatlı, taze kesilmiş çimen, domates, boğaz yakıcı, ağız hissinden sonra tazelik, elma kokusu, çiçeğimsi, keskin, serinletici, kremamsı, fermente meyve, sarı görünüm ve yeşil görünüm hisleri olup çeşitler arasında farklılık göstermiştir [10]. Zeytinyağının sahip olduğu hoş a giden aroması tüketiciler için önemli bir kalite göstergesidir. Zeytinyağı, tatlı, yeşil ve meyvemsi notları olan, hafif acı ve yakıcı lezzetleri ile karakterizedir. Tek bir çeşitten elde edilen sızma zeytinyağlarında çeşit ile yağın duyusal nitelikleri arasında önemli bir korelasyon tespit edilmiştir [9, 11]. Zeytinyağında iz miktarda bulunan uçucu bileşenler, zeytinyağının aromasından birinci derecede sorumludur. Aroma üzerine, uçucu bileşenin miktarı değil algı eşik (treşold) değerinin önemli olduğu tespit edilmiştir [12]. GC ve çeşitli örnekleme teknikleri (DHS, SPME) uçucu bileşenlerin miktar tespitinin yapıldığı çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Pek çok enzimin görev aldığı aktif linoleik ve linoleik asidin substrat olarak kullanıldığı biyogenez reaksiyonları sonucunda (lipoksigenaz kademeli dizisi) zeytinyağında istenen uçucu bileşenler oluşmaktadır. Bu bileşenlerin varlığı ve miktarı çeşitler arasında önemli farklılık göstermiştir [13]. İtalyan çeşitleri üzerinde yapılan bir araştırmada 9 zeytin türü için 6 ayrı spesifik uçucu bileşen karakterize edilmiş bunlardan özellikle *trans*-2-hekzenalin çeşitsel ayırım için kullanılabilceği tespit edilmiştir [14].

Tek çeşitten elde edilen sızma zeytinyağları uçucu olmayan kimyasal bileşikleri ile de karakterize edilebilmektedir. Bunlardan yağ asidi kompozisyonu, sterol dağılımı, alifatik ve triterpenik alkol miktarı gibi parametrelerin değerlendirildiği bir çalışmada İspanya, İtalya ve Yunanistan'dan temin edilen çeşitler arasında ayırım sağlanabilmiştir [9]. Karotenoid ve klorofil miktarları kullanılarak farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen sızma zeytinyağları birbirinden ayrılabilmiştir [15-16]. Zeytinyağında bulunan polifenolik bileşikler başlıca acılık ve yakıcılık lezzetlerinden sorumlu iken aynı zamanda zeytinyağının raf ömrünü de belirlemektedirler. Zeytinin acılığından karasuyu ile ayrılan oleuropein ve aglikonları sorumlu iken, benzoik ve sinnamik asitlerden türeyen fenolik asitler ise ağızda acı-buruk his uyandırmaktadır. Diğer fenoller ise yakıcılık hislerinden sorumludur [17].

Toplam polifenol içeriği tek başına zeytinyağlarının oksidatif stabilitesini açıklayamamaktadır [18-19]. Esti ve arkadaşları, yağ asitleri, hidrokarbon ve alifatik alkol miktarı üzerinden farklı ülkelerin tipik zeytin çeşitleri arasında sınıflandırma yapabilmişlerdir [20].

Tez kapsamında incelenen natürel sızma zeytinyağları, yağ asitleri dağılımı ve miktarları, uçucu bileşen varlığı ve miktarları ile spesifik Raman bantları üzerinden karakterize edildiğinden literatür bu üç temel başlık altında derlenmiştir.

2.1.1. Zeytinyağının Yağ Asidi Dağılımı Üzerine Etkili Parametreler

Zeytinyağının yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi zeytinyağının kalite ve saflığının tanımlanması açısından önemlidir. Zeytinyağında genel olarak tespit edilen başlıca yağ asitleri oleik asit, palmitik asit ve linoleik asit şeklinde olup majör yağ asidi, tekli doymamış yapıdaki oleik asittir. Zeytin çeşitleri oleik asit miktarına göre gruplandırılabilir ve bu şekilde zeytinyağına yapılan tağışışler de belirlenebilmektedir.

İtalya’ da başlıca yetiştiriciliği yapılan yağlık çeşitlerden Frantoio, Leccino ve Moraiolo zeytinlerinden elde edilen yağlarda üç hasat sezonu boyunca yağ asidi bileşimindeki değişimin incelendiği çalışmada elde edilen sonuçlar, yağ asidi kompozisyonu üzerine zeytin çeşidinin etkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, oleik asit düzeyi üzerine hasat zamanının, linoleik asit düzeyi üzerine de çeşit ve olgunlaşma zamanının etkili olabileceğini ifade eden araştırmacılar, olgunlaşma periyodu ilerledikçe oleik, linoleik ve linolenik asit düzeylerinin arttığını palmitik asit düzeyinin ise azaldığını bildirmişlerdir [21].

Zeytinyağı yağ asidi kompozisyonu üzerine zeytin çeşidi (Mastoides), rakım (100 m ve 800 m) ve hasat döneminin (erken hasat ve geç hasat) etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, hasat dönemleri arasında linoleik asit oranının arttığını, palmitik asit oranının azaldığını belirlenmiştir. Ayrıca, 800 m yükseklikten elde edilen yağ örneklerindeki doymamış yağ asitleri düzeyinin daha yüksek olduğu da tespit edilmiştir. Oleik asit oranının olgunlaşma zamanıyla birlikte arttığını, yüksekte yetişen zeytinlerin oleik asit miktarlarının biraz daha yüksek bulunduğunu açıklanmıştır. Araştırmacılar, yağ asitleri bileşimi üzerine, olgunluk, yükseklik ve sıcaklık dereceleri farkının etki edebileceğini belirtmişlerdir [22].

Zeytinde olgunlaşma zamanı ile birlikte linoleik asit-palmitik asit oranının arttığı, oleik asit-palmitik asit oranının ise azaldığı ve değişmelerin yağın bazı duyuşsal özellikleri üzerine de etkili olduğu bildirilmiştir [23].

Zeytin çeşidinin yağ asidi kompozisyonuna etkisini belirlemesi amacıyla yapılan çalışmada, Ogliarola, Salentina ve Coratina zeytin çeşitleri kullanılmış, oleik asit miktarları % 71.7-81.8, palmitik asit miktarları % 8.7-14.6, stearik asit miktarları % 1.8-2, linoleik asit miktarları % 5.7-8.7, palmitoleik asit miktarları % 0.3-1.9 ve linolenik asit miktarları % 0.6 olarak belirlenmiştir [24].

İtalya'da PDO coğrafi işaret sertifikası almış altı farklı yağ çeşidini karakterize etmek amacıyla yapılan bir çalışmada, uzun zincirli alkoller, triterpenler ve özellikle yağ asitleri kompozisyonunun zeytin çeşidinin belirlenmesinde indikatör olarak kullanılabilceğı belirtilmiştir [25].

Arbequina çeşidi zeytinyağlarında yürütölen çalışmada, olgunluk indeksi arttıkça, palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit ve linoleik asit miktarlarının düştüğü, oleik asit miktarının arttığı belirlenmiştir [26].

İtalya'da yetiştirilen Tondino, Mignolo, Cerretano, Rossellino, Leccino, Olivastra Seggianese, Morchiaio, Leccino Maremmano, Emilia, Ginestrino, Frantoio zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarının yağ asidi profili incelenmiştir. Yağlardaki palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, linoleik, linolenik, araşidik, eikosenoik asit miktarları sırasıyla % 9.76-16.40, % 0.35-1.93, % 1.72-2.65, % 59.00-77.20, % 5.40-19.8, % 0.52-0.73, % 0.30-0.40, % 0.2-0.4 olarak tespit edilmiştir [27].

İki farklı bölgede yetiştirilen Cornicabra zeytin çeşidinden ardışık 5 hasat yılı süresince elde edilen zeytinyağlarında bölge, hasat zamanı ve ekstraksiyon yönteminin yağ asitleri kompozisyonu üzerinde önemli etkisi olduğunu belirlenmiştir [28].

Zeytinyağındaki bazı yağ asitlerinin oranı bazı ölkelerin zeytinyağları için karakteristik olabilmektedir. Örneğın, Ürdün yağlarında yüksek oranda araşidik asit, Libya yağlarında ise düşük miktarlarda oleik asit (% 44), yüksek miktarlarda da linoleik asit (% 30) bulunduğu bildirilmiştir [29].

İtalya'nın iki farklı bölgesinden iki hasat sezonu süresince farklı olgunluk dönemlerinde toplanan Correggiolo zeytin çeşidinden elde edilen zeytinyağlarında yağ asidi kompozisyonlarının çeşit, olgunluk ve bölgenin coğrafi koşullarına bağlı olarak değiştiği, birinci yıl her iki bölgeden elde edilen yağlarda olgunluk süresine bağlı olarak, oleik asit miktarlarının arttığı, buna karşılık palmitik ve linoleik asit miktarlarının azaldığı belirlenmiştir [30].

İspanya'da Frantoio ve Leccino zeytin çeşitleri üzerinde yapılan bir çalışmada iki sezon boyunca elde edilen yağlarda; yağ asidi kompozisyonlarının çeşit, bölge ve ürün yılına göre önemli ölçüde değiştiği ve yüksek rakımlı bölge yağlardaki oleik asit miktarının düşük rakımda yetiştirilenlere göre yüksek olduğu tespit edilmiştir [31].

Zeytin yetiştiriciliği yapılan coğrafi alanda ortam sıcaklığı düştükçe ve yükseklik arttıkça, doymamış yağ asitleri içeriğinin de arttığı belirtilmektedir. İlaveten, yüksek rakımlı bölgelerden elde edilen zeytinyağlarında oleik asit içeriğinin yüksek; linoleik, palmitik, palmitoleik ve stearik asit içeriklerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir [1, 32].

İspanyol Picual ve Cornicabra çeşitlerinin yüksek oleik asit ve düşük linoleik asit içeriği ile diğer çeşitlerden ayrıldığı belirlenmiştir [33].

Fransa'da coğrafi işaret (PDO) almış yağlarda stearik asit içeriğine göre çeşitlerin ayrılabilceği rapor edilmiştir [34].

Tunus Nebeur-Kef bölgesinde yetiştiriciliği yapılan altı zeytin çeşidinde yağ asidi kompozisyonu, klorofil, karotenoid, sterol, α -tokoferol ve fenolik madde miktarının genetik faktörlerden (çeşit) önemli derecede etkilendiğini tespit edilmiştir [35].

Zeytinyağlarının coğrafi orijinini belirlemek amacıyla 687 örnekte 64 kimyasal bileşen üzerinden araştırma yapılmıştır. Örnekler İspanya, İtalya, Portekiz'den temin edilmiştir. Yapılan çalışmada en yüksek sınıflama başarısı (% 99.9) yağ asitleri kompozisyonunda elde edilmiştir. İspanyol zeytinyağı çeşitlerinde yağ asitleri, sterol, alkol ve hidrokarbonlar değerlendirerek sınıflandırılmaya alındığında sınıflandırma % 90'ın üzerinde bulunmuştur. Üç ülke yağlarına genetik algoritma uygulandığında 64 bileşen arasından palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, linoleik, linolenik ve araşidik asidin çeşitleri ayırmada etkili olduğu bulunmuştur [36].

Şarköy (Tekirdağ) yöresi natürel zeytinyağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada, zeytinyağlarının oleik asit (% 77.83-81.09), palmitik asit (% 11.00-13.32), linoleik asit (% 4.85-6.90), stearik asit (% 1.43-2.07), linolenik asit (% 0.55-0.70) ve palmitoleik asit (% 0.30-0.36) miktarları belirlenmiştir [37].

393 yerli ve yabancı zeytin genotipinin incelendiği geniş kapsamlı bir çalışmada (2016) Ayvalık zeytinyağlarının Σ SAFA değeri % 16.73, Σ MUFA değeri % 71.92 ve Σ PUFA değeri % 10.91 olarak bulunmuştur [38].

Hatay yöresinde iki hasat yılı boyunca farklı çeşitlerden (Halhalı, Kargaburnu, Saurani ve Gemlik) elde edilen yağlarda her iki hasat yılında da en yüksek palmitik asit içeriği (% 14.93-15.73) Gemlik çeşidinde ve en düşük palmitik asit içeriği (% 10.64-11.50) Saurani çeşidinde tespit edilmiştir. En yüksek (% 1.42-1.62) ve en düşük (% 0.55-0.75) palmitoleik asit içeriğini sırasıyla Gemlik ve Kargaburnu çeşitlerinde, en yüksek (% 2.65-2.72) ve en düşük (% 1.93-2.25) stearik asit içeriğini yine Gemlik ve Kargaburnu çeşitlerinde belirlenmiştir. Ayrıca, en yüksek oleik asit içeriği (% 75.38-73.65) Kargaburnu çeşidinde ve en düşük (% 75.33 ve 73.08) oleik asit içeriği Saurani çeşidinde tespit edilmiştir. En yüksek (% 9.82 ve 10.48) ve en düşük (% 8.20-9.25) linoleik asit içeriği ise sırasıyla Saurani ve Gemlik çeşitlerinde, en yüksek (% 0.81-0.86) ve en düşük linolenik asit içeriği (% 0.65-0.67) ise sırasıyla Halhalı ve Gemlik çeşitlerinde tespit edilmiştir [39].

Souri çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında yapılan bir çalışmada, Eylül, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat ayında yapılan hasatta olgunluk indeksi arttıkça, palmitik, palmitoleik, oleik ve linolenik asit miktarlarının düştüğü, stearik ve linoleik asidin arttığını saptanmıştır [40]. Benzer sonuçlar, Morisca ve Carrasquena çeşitlerinde tespit edilmiştir [41].

Köseoğlu ve arkadaşları 2015 hasat yılında toplanan Gemlik ve Memecik çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında yağ asidi, TAG kompozisyonu ve antioksidan bileşikler üzerine zeytin olgunluk derecesinin etkisini araştırmışlardır. Sonuçta oleik asit miktarının olgunlaşma ile azaldığını, linoleik asit miktarının ise artış gösterdiğini tespit etmişlerdir [42].

Akdeniz Bölgesi orijinli Saurani, Halhali ve Karamani çeşitlerinin yağ asidi kompozisyonlarının belirlendiği bir çalışmada (2015) Saurani çeşidinin en yüksek oleik asit (% 78) içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir [43].

Hatay ve Mardin illerinden temin edilen Gemlik ve Halhalı çeşitlerinde yapılan bir karakterizasyon çalışmasında, zeytinyağının sterol, yağ asidi ve kimyasal özellikleri üzerine olgunlaşma, yetiştiği bölge ve çeşidin etkisi incelenmiştir. Oleik asit içeriği en yüksek örnek (H1) Hatay orijinelidir. Aynı çalışma olgunluk indeksi ilerledikçe özellikle oleik asit ve palmitik asit miktarlarında önemli da tespit etmiştir [44].

2013-2014 hasat yılında Sarı Haşebi, Gemlik ve Halhalı çeşit üzerine yapılan bir araştırmada çeşit ve olgunlaşma indeksinin zeytinyağı antioksidan özelliklerine, yağ asidi ve sterol kompozisyonuna etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada, çeşitler arasında toplam fenolik madde, sterol ve yağ asidi kompozisyonunun önemli derecede farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Halhalı çeşidi en düşük (% 67.28) oleik asit içeriğine sahipken Sarı Haşebi çeşidi en yüksek (% 75.61) oleik asit içeriğine sahip olarak bulunmuştur [45].

2015 hasat yılı Gemlik ve Memecik zeytin çeşitleri üzerine yapılan araştırmada (2016) zeytinler, aynı bahçeden 3 farklı olgunlaşma düzeyinde toplanmıştır. İstatistik değerlendirme sonucunda, hem çeşitler arasında hem de olgunlaşma dereceleri arasında palmitoleik, linoleik ve eikosenoik yağ asitleri yönünden farklılık tespit edilmiştir [42].

Hatay'da üretilen natürel zeytinyağlarının bazı özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, 36 farklı zeytinyağı işletmesinden ticari zeytinyağları temin edilmiştir. Bu araştırmaya göre zeytinyağlarında palmitik asit içeriğinin % 10.84-15.81, palmitoleik asit içeriğinin % 0.30-0.63, stearik asit içeriğinin % 2.16-5.23, oleik asit içeriğinin % 74.18-80.21 ve linoleik asit içeriğinin % 4.12-7.40 aralığında olduğunu belirlemiştir [46].

Ülkemizin ekonomik açıdan en önemli zeytinyağlarından biri olan Memecik zeytinyağlarının biyokimyasal karakterizasyonunun yapıldığı bir çalışmada 2006 ve 2007 hasat yılında temin edilen 9 örnekte yağ asitleri, triaçil gliserol ve sterol kompozisyonu, α -tokoferol ve toplam fenolik madde içerikleri, fenolik madde ve aroma profilleri belirlenmiştir. Memecik yağlarında tespit edilen başlıca yağ asitleri % 73.37-75.64 oranında oleik asit, % 11.45-13.84 oranında palmitik asit ve % 7.33-8.91 oranında linoleik asittir [47].

Memecik çeşidinde yapılan bir diğer araştırmada en fazla oleik asit içeriği % 76.92, palmitik asit içeriği % 11.60, linoleik asit içeriği % 9.82, stearik içeriği % 0.99 ve palmitoleik asit içeriği % 0.58 olarak tespit edilmiştir [48].

Yukarıda özetlenen bilimsel çalışmalar neticesinde zeytinyağının yağ asidi profili üzerine elde edildiği zeytin çeşidi ve zeytinin olgunluk derecesi; iklim ve yetiştiricilik koşulları, hasat sezonu, yağ işleme ve muhafaza koşulları gibi parametrelerin etki ettiği görülmektedir.

2.1.2. Zeytinyağının Uçucu Aroma Bileşenleri Üzerine Etkili Parametreler

Zeytinyağında arzu edilen aroma bileşiklerinin oluşumu lipoksigenaz enzimatik yolu ile açıklanmaktadır. Burada, lipitler *açıl hidrolaz* enzimi ile *lipoksigenaz* enzimi substratı olan serbest formdaki linoleik ve α -linolenik aside parçalanmaktadır. Reaksiyon sonucunda ilk oluşan bileşikler linoleik asidin 9- (% 65) ve 13-hidroperoksitleri (% 35) ile α -linolenik asidin 9-(% 57) ve 13-(% 43) hidroperoksitleridir. Oluşan 13-hidroperoksitlere *hidroperoksit liyaz* enzimi etki ederek 6 karbonlu aldehitler oluşturmaktadır. *Alkol dehidrogenaz* enzimi ile alkollere, *alkol asetil transferaz* enzimi ile de alkolden esterlere dönüşüm gerçekleşmektedir [49].

Canlı meyve dokusundaki endojen enzimlerle gerçekleşen LOX yolu ile zeytinyağında istenen aroma bileşenleri oluşmaktadır. Kimyasal oksidasyon ve mikrobiyal ekzojen enzimlerle gerçekleşen yıkım reaksiyonları sonucunda ise aroma kusurları oluşmaktadır. Küflü zeytin meyvesinin yağ üretiminde hammadde olarak kullanımı, alkol ve ya bütirik asit fermantasyonları, bazı aminoasitlerin biyodönüşümleri, 13-hidroperoksitlerin homolitik parçalanması ve bazı yağ asitlerinin (oleik asit gibi) hidrolitik yıkım reaksiyonları sonucu ile aroma kusurları oluşabilmektedir [52].

Zeytinyağının uçucu fraksiyonunda 280'nin üzerinde bileşik belirlenmiş olup bunların önemli bir kısmını hidrokarbonlar, esterler, alkoller, aldehitler oluşturmakta iken diğerlerini ketonlar, asitler, eterler, furan türevleri, tiyofen türevleri, piranonlar, tioller ve pirazinler oluşturmaktadır. Ancak bu bileşiklerin çok azı koku üzerine etki etmektedir [52].

Koku üzerine başlıca etki eden bileşikler aldehitler (yeşil, elma, yeni biçilmiş çim kokusu, acı badem benzeri, keskin, tatlı, çiçeksi turunçgil benzeri, meyvemsi, yeşil enginar ve domates gibi), ketonlar (tatlı, çilek, keskin, acı, yeşil, metalik), alkoller (olgun elma, çiçeksi, muz, yeni biçilmiş çim kokusu, yaprak gibi) ve esterler (meyvemsi, baharat, ıslak toprak kokusu, tazelik gibi)'dir [50-52].

Erken hasat zeytinyağlarında tipik aroma bileşeni *trans*-2-hekzenal olup, stabil durumda olmayan *cis*-3-hekzenalden *izomeraz enzimi* ile sentezlenmektedir. Bulunduğu konsantrasyona göre farklı aromalar katan bu bileşik 424 µg/kg eşik değerinde yeşil ve elma benzeri, 420 µg/kg eşik değerinde acıbadem ve yeşil, 1125 µg/kg eşik değerinde ise yeşil ve buruk hissi vermektedir [53].

Erken hasat zeytinyağında miktar olarak istenen diğer bileşik hekzenaldir. Hekzenal hidroperoksitlerin liyaz enzimleri ile dönüşümüyle meydana gelmektedir. 75 µg/kg eşik değerinde yeşil ve tatlımsı, 80 µg/kg yeşil elma ve çimensi ve 300 µg/kg eşik değerinde yeşil not oluşturmaktadır. 1-penten-3-on 50 µg/kg eşik değerinde yeşil, 0.73 µg/kg konsantrasyon değerinde ise yeşil ve acı aroma notları katmaktadır [8, 54].

Zeytinyağında uçucu bileşenlerin varlığı ve miktarı, zeytin çeşidi, yetiştirildiği iklim koşulları ve coğrafi lokasyon, zeytinlerin olgunlaşma düzeyi ve uygulanan ekstraksiyon yöntemi ile ambalaj materyali gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir.

Zeytin meyvesinin olgunlaşması ile birlikte lipoksigenaz yolunda aktivite gösteren enzimlerin aktivitesinin azalmasına bağlı olarak pozitif uçucu bileşenlerin oluşumunda azalma meydana gelmektedir.

Salas ve Sanchez yaptıkları çalışmalarda [55-56] olgunlaşma indeksi arttıkça alkol dehidrogenaz ve lipoksigenaz aktivitesinin azalması ve hidroperoksit liyaz enzim aktivitesinin yüksek düzeyde kalması nedeniyle linolenik asitten oluşan uçucu bileşiklerin miktarının azaldığı belirlenmiştir. Ancak bu azalmanın farklı çeşitlerde aynı düzeyde ve aynı yönde değişmediğini de ifade etmişlerdir.

Presyon ve santrifüj yöntemi ile ayrılan yağlarda uçucu bileşen dağılımının karşılaştırıldığı bir çalışmada baskılama (presyon) ile elde edilen sızma zeytinyağlarında oktan, izoamil alkol, asetik asit ve etil asetat bileşenlerinin miktarı daha fazla bulunmuştur. Zeytinyağında istenmeyen bu uçucu bileşiklerin hidroperoksitlerin parçalanması ve fermantasyon reaksiyonları sonucu oluştuğu ifade edilmiştir [57].

İtalyan, Yunan ve İspanyol zeytin çeşitlerinden elde edilen 51 örnekte polifenol ve uçucu bileşen kompozisyonu analizlerinin yürütüldüğü çalışmada uçucu bileşenlerin oluşumunun lipoksigenaz biyokimyasal yolu ve sekoiridoit bileşenlerle ilişkisi araştırılmıştır. Bu amaçla hem duyu analizi hem de GC-MS analizleri yapılmıştır. Linolenik asitten meydana gelen C6 bileşikler (aldehit, alkol ve ester) zeytinyağına tipik yeşil ve taze notlar katmaktadır.

Ayrıca, hekzenal ceviz kabuğu; *trans*-2-hekzenal çim, muz, badem; *trans*-2-hekzen-1-ol çiçeğimsi, meyvemsi ve domates, *cis*-3-hekzenil asetat ise muz aromalarından sorumlu bileşen olarak tespit edilmiştir [58].

İki fazlı ve üç fazlı santrifüj sistemi karşılaştırılmış, her iki sistemle elde edilen sızma zeytinyağlarının aroma bileşenleri arasında istatistiki açıdan önemli bir farklılık belirlenmemiştir [59].

Uçucu bileşen miktarı üzerine zeytin kırma işleminde kullanılan kırıcıların (bıçaklı ve çekiçli) etkisinin incelendiği çalışmada bıçaklı kırıcılar kullanıldığında çekiçli kırıcılara kıyasla 1-hekzenal ve *trans*-2-hekzenal aldehitleriyle hekzil asetat, 3-hekzenil asetat ve *cis*-4-hekzenil asetat esterlerinin oranlarında daha çok artış tespit edilmiştir [60].

Farklı hasat dönemlerinde farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların uçucu bileşen profilinin incelendiği çalışmada 1-hekzanolün, Nocellara del Bellice çeşidinde olgunlaşmayla birlikte giderek azalmasına karşın, Coratina çeşidinde aksine artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu nedenle 1-hekzanolün bu çeşitler için markör olarak kullanılabilceği ifade edilmiştir [61].

Yoğurma süresinin uçucu aroma bileşenleri üzerine etkisinin incelendiği araştırmada, yoğurma süresinin artması ile toplam 5 ve 6 karbonlu uçucu bileşiklerin miktarında artma olduğu, ancak 6 karbonlu esterlerin miktarında ise oransal bir azalma olduğu bildirilmiştir. Özellikle 60 ve 75 dakika yoğurma uygulamasında aroma kusurlarına neden olan istenmeyen bileşenlerin miktarında hızlı bir artış gözlenmiştir. Elde edilen sonucun hidroperoksitlerin parçalanmasına (oktan), şekerlerin anaerobik fermantasyonuna (2-metil bütanol ve 3-metil bütanol) ve amino asitlerin (lösin, izolösin ve valin) anaerobik parçalanmasına bağlı olduğunu ifade etmişlerdir [62].

SPME örnekleme yönteminin farklı fiberler kullanarak doğruluk, hassasiyet, tekrarlanabilirlik ve linearite yönünden karşılaştırıldığı bir çalışmada, yedi farklı zeytin çeşidinden elde edilen sızma zeytinyağlarında en iyi sonucun DVB/PDMS/CAR fiberi ile alındığı ve 100'ün üzerinde bileşik teşhis edildiği ifade edilmiştir [63].

Sabine, Cailletier, Picholine ve Koroneiki zeytin çeşitlerinde uçucu bileşen karakterizasyonu yapılmış buna göre tüm çeşitlerden elde edilen yağlarda en fazla oranda belirlenen bileşen *trans*-2-hekzenal olarak tespit edilmiştir [64].

Uçucu bileşenlerin çeşit ve miktarına depolama koşulları ve ambalaj materyalinin etkisinin incelendiği çalışmada, zeytinyağı numuneleri PET, PVC ve cam ambalajlarda 15, 30 ve 40°C’da aydınlık ve karanlıkta muhafaza edilmiştir. PET ambalajda aydınlıkta ve 40°C’da saklanan yağların 12 ay sonunda hekzanal düzeyi en yüksek oranda belirlenirken, PVC ambalajda saklananlarda en düşük oranda belirlenmiştir. Karanlıkta saklananlarda ise kullanılan ambalajlar arasında önemli bir istatistiki fark belirlenmemekle birlikte hekzanal düzeyi aydınlıkta saklananlara göre daha düşük bulunmuştur [65].

Avustralya orijinli çeşitlerden, farklı yoğurma sıcaklığı ve sürelerinde elde edilen zeytin yağlarında; SPME-GC-MS ile yaptıkları uçucu aroma bileşikleri analizi sonucunda Avrupa yağlarına kıyasla uçucu bileşen miktarının yaklaşık % 50’sinin *trans*-2-hekzenal olduğunu tespit etmişlerdir. Kemometrik (HCA) analiz sonucunda uçucu kompozisyonuna çeşit, yoğurma sıcaklık ve süresinin önemli derecede etki ettiği sonucuna varılmıştır [66].

Fransız ve İspanyol zeytin çeşitlerinden elde edilen yağlarda uçucu bileşenlerinin kalitatif ve kantitatif analizi yapılmış ve SPME yöntemi ile 41 farklı bileşen tespit edilmiştir. Cailletier (Fransa orijinli) zeytin çeşidinden elde edilen zeytinyağında aldehitler en yüksek oranda (% 41.1-69.5) bulunmuştur. *trans*-2-hekzenal ve hekzanal miktarları sırasıyla % 37.3-64.0 ve % 2.1-7.4 oranında bulunmuştur. Uçucu alkol bileşiklerinden ise en çok tespit edilenler *trans*-2-hekzenol, hekzenol ve *cis*-3-hekzenol olup, bu maddelerin oranları sırasıyla % 2.7-9.0, % 3.6-7.8 ve % 2.9-4.6 arasında değişim göstermiştir. Arbequina (İspanya orijinli) çeşidinde ise *trans*-2-hekzenal (% 28.3) ve etanol (% 25.4) tespit edilen ana bileşenler olup bunun yanında hekzenol (% 4.9), *cis*-3-hekzenol (% 4.3) ve *trans*-2-hekzenol (% 2.8) gibi alkoller tespit edilmiştir. Ayrıca, depolama süresi boyunca *trans*-2-hekzenalin miktarının azaldığını ve C5-C6 alkollerin miktarının arttığını gözlemlemişlerdir. Bu nedenle, bu uçucu bileşikler zeytinyağında tazelik göstergesi olarak kabul edilmiştir [67].

Tunus’un kuzey bölgelerinden elle toplanan aynı olgunluktaki zeytinlerden laboratuvar ölçeğinde zeytinyağlarının üretildiği ve bu yağlarda DHS-GC-MS uçucu bileşen kompozisyonunun belirlendiği bir çalışmada, Tunus zeytinyağlarında aroma ile ilişkili temel bileşiklerin aldehitler, alkoller ve esterler olduğu tespit edilmiştir. LOX yoluyla oluşan *trans*-2-hekzenal, *trans*-2-hekzenol, *cis*-3-hekzenol ve *cis*-3-hekzenil asetat bileşiklerin miktar olarak baskın olduğu bildirilmiştir [68].

Farklı yoğurma sıcaklıklarının (15, 30, 45 ve 60°C) ve sürelerinin (30, 60, 90 ve 120 dk) sızma zeytinyağının uçucu ve fenolik profiline olan etkisinin incelendiği çalışmada özellikle 15 ve 60°C'de uygulanan 30 dakikalık yoğurma işleminin diğerlerinden önemli derecede farklı olduğu bulunmuştur ($p<0.01$). Hekzanal miktarı yoğurma işleminin her iki parametresinden birden etkilenirken, 1-penten-3-ol, *trans*-2-hekzenal ve oktan miktarı sıcaklık değişkeninden, *cis*-2-penten-1-ol miktarı süre değişkeninden önemli derecede ($p<0.01$) etkilenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda sızma zeytinyağlarında kalitenin yoğurma sıcaklığından, yağ veriminin ise yoğurma süresinden etkilendiği bilgisine ulaşılmıştır [69].

Tunus'un farklı bölgelerinden (Gâafour, Jendouba ve Elles) toplanan aynı olgunlaşma düzeyindeki Chétoui çeşidinden aynı koşullarda elde edilen zeytinyağları arasında uçucu bileşikler yönünden önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Gâafour bölgesinden elde edilen yağlarda *trans*-3-hekzen-1-ol, Jendouba bölgesinde ise ana bileşenler olarak heptanal ve α -pinen, Elles bölgesinden elde edilende ise en fazla oranda 1,8-sineole rastlanmıştır [70].

Zeytinyağı üretiminde lider konumda olan ülkelerin farklı çeşitlerinden elde edilen 39 örnekte (ülkemizden yalnızca Memecik çeşidi) DHS-GC-MS ile uçucu bileşen kompozisyonu belirlenmiş; toplam uçucu içeriği, toplam hidrokarbon, aldehit, alkol, keton ve ester bileşikler olarak değerlendirilmiştir. MS ile tespit edilen 64 uçucu bileşenin 50 tanesinin aroma üzerine etkili olarak eşik değerleri ile birlikte olfaktometrik karakterizasyonu yapılmıştır. Araştırmacılar elde edilen bulgular ile zeytinyağı aroma bileşenlerinin üzerine çeşit ve coğrafi orijin etkisinin önemli olduğunu ancak her bir ülke için belirli bir grup uçucu bileşiğin spesifik olmadığını ifade etmişlerdir [71].

Yedi Tunus orijinli zeytinyağı ve dört Fransa orijinli zeytinyağında SPME-GC-MS ile uçucu bileşen analizi yapılmıştır. GC kromatogramında pik alanının % 97.4-99.9'una tekabül eden 86 bileşik tanımlanmıştır. Araştırma sonucunda zeytinyağlarındaki uçucu bileşen varlığının ve miktarının direkt olarak zeytin çeşidine ve çeşidin içerdiğini enzimatik yapıya bağlı olduğu ifade edilmiştir [72].

İtalya'da yetiştirilen farklı çeşitlerin (Ciciarello, Pendolino, Nocellara, Coratina, Leccino ve Ottobratica) uçucu profilleri üzerine çeşit, ekstraksiyon yöntemi ve koşulları, antraknoz hastalığı ve çekirdek ayırımının etkisi incelenmiştir. Antraknoz hastalığı heptaldehit, oktaldehit ve nonanal gibi aldehit bileşikler miktarını arttırmıştır. Çekirdeği çıkarılan

yağlarda C5 ve C6 bileşiklerinin miktarı daha az bulunmuştur. Laboratuvar koşullarında elde edilen yağın toplam uçucu miktarı aynı örneğin ticari olarak elde edilen yağında daha az oranda tespit edilmiştir. Tüm çeşitlerde *trans*-2-hekzenal ana bileşen olup miktarı 2.74-144.79 mg/kg arasında değişmiştir. Nocellara çeşidinden elde edilen zeytinyağlarında ise en fazla (10.94 mg/kg) miktarda bulunan bileşen *cis*-3-hekzen-1-ol olarak tespit edilmiştir [73].

Diğer bir çalışmada [74] en düşük *trans*-2-hekzenal miktarı Cornicabra zeytinyağlarında, en yüksek ise Arbequina zeytinyağlarında tespit etmişlerdir. Hekzenal miktarı en düşük Picual zeytinyağlarında, en yüksek Morisca zeytinyağlarında bulunmuştur. 6 karbonlu alkollerden hekzan-1-ol, Arbequina ve Cornicabra yağlarında toplam uçucu bileşenlerin % 0.2-0.7'sini oluştururken; Morisca çeşidi yağlarında ise % 2.2-3.7'sini oluşturmuştur. *cis*-3-hekzen-1-ol ve *trans*-2-hekzen-1-ol, Cornicabra ve Arbequina çeşitlerinde oldukça düşük miktarda tespit edilirken, Picudo çeşidinin yağında *cis*-3-hekzen-1-ol, Picolimon, Picual ve Picudo çeşitlerinin yağlarında ise *trans*-2-hekzen-1-ol yüksek oranda belirlenmiştir.

Zeytinde olgunlaşma derecesinin zeytinyağı uçucu bileşen profiline etkisinin çalışıldığı Tunus ve Sicilya çeşitlerinde HS-SPME-GC-MS ile analizler yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre zeytinlerin genetik çeşitleri ve olgunlaşma dereceleri arasında tespit edilen uçucu bileşikler ve miktarları yönünden önemli fark olduğu tespit edilmiştir [75].

On sekiz farklı zeytin çeşidinden elde edilen sızma zeytinyağlarında, toplam uçucu bileşen miktarı 62.8-2184.2 mg/kg, ana bileşen olan alkollerin miktarını ise 52.4-541.3 mg/kg arasında tespit etmiştir [76].

Tunus ve İtalya'dan temin edilen 14 ticari sızma zeytinyağında HS-SPME-GC-MS ile uçucu bileşiklerin analiz edildiği ve bu bileşiklerin olfaktometrik özelliklerle ilişkisinin incelendiği araştırma sonucunda uçucu bileşiklerin konsantrasyonlarının zeytin meyvesinin kalitesine ve zeytinin genetik çeşitliliğine bağlı olarak değiştiği ve bu bileşenlerin pozitif ve ya negatif olfaktometrik özellik verebileceği sonucuna varılmıştır. Uygulanan GC-MS koşulları ile 70'ten fazla bileşik teşhis ve karakterize edilmiştir [77].

Yoğurma sıcaklığının uçucu profiline etkisinin incelendiği çalışmada, yoğurma sıcaklığının artışı ile birlikte 6 karbonlu aldehitlerde bir azalma olduğunu, özellikle *trans*-2-hekzenal miktarında % 30 azalma meydana geldiğini tespit edilmiştir. Buna karşın 6 karbonlu alkollerde özellikle hekzan-1-ol, *cis*-3-hekzen-1-ol miktarında çok az artış gözlenmiştir [78].

Tunus'da yetiştiriciliği yapılan çeşitler (Zarzari Zarzis, Rekhani, Sayalie ve Jarboui) arasında uçucu bileşen dağılımı incelenmiştir. Zarzari Zarzis çeşidi dışında tüm diğer çeşitlerde *trans*-2-hekzenal en fazla miktarda belirlenmiştir. Zarzari Zarzis çeşidinin yağında ise en çok 1-dodesen (% 31.90) ve *trans-trans*- α -farnesen (% 26.60) belirlenmiştir. Buna karşın örneklerde hekzenal eser miktarda bulunmuştur [79].

2006-2007 hasat sezonunda temin edilen Tunus zeytin çeşitlerinden (Mengar Regma, Chétoui, El Hor ve Oueslati) elde edilen sızma zeytinyağlarında, SPME-GC-MS metodu ile seksenin üzerinde bileşik teşhisi yapılmıştır. Araştırmada, toplam aldehit (% 38-68.4), alkol (% 0.3-8.2), terpen (% 4.3-9.5), doymamış hidrokarbon (% 3.8-8.9) miktarları tespit edilmiştir. Tüm örneklerde uçucu bileşenlerden en fazla aldehitler daha sonra 6 karbonlu alkoller tespit edilmiştir. Esterlerden hekzil asetat (% 0.1-2.1) ve *cis*-3-hekzenil asetat (% 3.4-6.0) en yüksek miktarda belirlenmiştir. Ayrıca terpenlerden monoterpenler (limonen) ve seskiterpenlerden (α -kopaen) teşhis edilmiştir. Araştırma sonucunda çeşitler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur [80].

Yunanistan'da Throumbolia ve Koroneiki çeşitlerinde DVB/CARB/PDMS fiber kullanılarak 73 bileşen (esterler, alkoller, aldehit ve keton gibi karbonil bileşenleri ve hidrokarbonlar) tespit edilmiştir. 1-penten-3-on, tüm örneklerde tespit edilmiş olup bu bileşenin erken hasat edilen zeytinlerin yağlarında daha fazla bulunduğu ifade edilmiştir [81].

Yunanistan ve Tunus'tan temin edilen Koroneiki çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında coğrafi orijin, sulama ve olgunlaşma derecesinin uçucu profiline etkisi SPME-GC-MS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş; ester, alkol, karbonil bileşikler ve hidrokarbonların baskın bileşenler olduğu bulunmuştur. Yunanistan'dan elde edilen yağlarda olgunlaşma süresi arttıkça toplam ester, karbonil ve C5-C6 bileşiklerinin miktarının arttığı tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan PCA sonuçları, olgunluk indeksinin ve coğrafi orijinin, aroma bileşenlerinin oluşumu üzerine sulama uygulamasından daha çok etki ettiğini göstermiştir [82].

Meyve (zeytin), çekirdek/tohum (ayçiçeği, keten, kanola) ve kabuklu yemiş (ceviz) yağları arasında NMR ve SPME-GS-MS ile uçucu bileşenlerin tanımlaması üzerine yapılan çalışmada yağların botanik orijinleri birbirlerinden başarılı şekilde ayrılabilmiştir [83].

2010 hasat yılında Fas'ın doğusundaki 3 ayrı coğrafi bölgeden temin edilen sızma zeytinyağlarının karanlıkta altı aylık depolama süresinin ardından uçucu bileşen profilinde ve oksidatif stabilitesinde meydana gelen değişimin incelendiği çalışmada 84 bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşenlerin çoğu C6 bileşikleridir olup ayrıca 7-dimetil-1,3,6-oktatrien ile metilasetat ve etilasetat tespit edilmiştir. Depolama süresi sonunda özellikle asit ve alkol miktarları çeşitlere göre değişmekle beraber artış göstermiştir. Bu çalışmada zeytinyağlarında 12 adet ortak uçucu bileşen tespit edilmiştir. Hekzanal, oktanal, nonanal, *trans*-2-pental, *trans*-2-heptanal, *trans*-2-desenal, pentanal, *trans*-,*trans*-2,4-heptadienal, undesenal, heptanal, dekanal, *trans*-,*trans*-2,4-dekadienal, 2-etil furan, hekzanoik asit bileşikleridir oksidasyon sonucu oluşan aroma kusurlarıdır. Çalışmada bu bileşiklerin toplam miktarı ile ransimat testi sonucunda ölçülen indüksiyon süreleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Özellikle nonanal ve *trans*-2-desenal bileşikleridir depolama ile belirgin bir şekilde değişiklik göstermiştir [84].

Coratina, Koroneiki ve Picual zeytin çeşitlerinin iki farklı olgunluk seviyesinde (Ekim ve Kasım ayları ortaları) toplanması ile farklı bileşime sahip sızma zeytinyağlarında uçucu bileşen kompozisyonu incelenmiştir. Araştırma sonucunda 25 uçucu bileşik izole edilmiştir. Ekim ayı ortalarında toplanan Coratina çeşidinde başlıca uçucu bileşikler 1-penten-3-on, etil benzen, *trans*-2-hekzenal, *trans*-2-metil-2-bütanal, *trans*-2-hekzen-1-ol, bütül asetat ve pentan-3-on şeklinde tespit edilmiştir. Koroneiki çeşidinden izole edilen uçucu bileşenler, etil benzen, *trans*-2-hekzenal, *trans*-2-okten-al, *trans*-2-metil bütanal, bütül asetat, penten-3-on ve *cis*-2-hekzen-1-ol şeklindedir. Picual çeşidinde tespit edilen uçucu bileşikler ise *trans*-2-hekzenal, 6-metil-5-hepten-3-on, *cis*-2-hekzen-1-ol, bütül asetat, 2-metil-1-bütül asetat, 1-penten-3-on ve etil benzen şeklindedir. Çalışmada uçucu bileşen kompozisyonunun çeşit ve olgunluk derecesi bağlı olarak değiştiğini göstermiştir [85].

İki fazlı ve üç fazlı dekantasyon yöntemleri ile zeytinyağı üretiminin, zeytinyağının bileşimine etkisinin incelendiği çalışmada materyal olarak 2012 geç hasat döneminde toplanan Koroneiki çeşidi zeytinleri kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre iki fazlı sistemde C5 ve C6 alkol bileşikleri ile aldehit bileşikleri daha yüksek oranda tespit edilmiştir [86].

Ulusal literatürde uçucu bileşiklerin çeşitleri ve miktarı üzerine etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

2006 hasat yılı Ayvalık (n:11) ve Memecik (n:11) çeşitlerinden ekstrakte edilen zeytinyağlarının aroma tanımlarının yapıldığı çalışmada (2012) bitter, acı, buruk, yağlı, meyvemsi, yaprak, domates, olgunlaşmamış muz, olgun muz ve meyve ile yeşil aroma notları tanımlanmıştır [87].

Memecik çeşidi zeytinyağlarının kalite parametreleri; yağ asitleri, triaçil gliserol ve sterol kompozisyonları, α -tokoferol ve toplam fenolik madde içerikleri ile fenolik madde ve aroma profillerinin belirlendiği çalışmada zeytinyağlarının başlıca uçucu bileşenlerin, lipoksigenaz yoluyla sentezlenen hekzanal ve *trans*-2-hekzenal (C6 aldehitler), *cis*-3-hekzenol, *trans*-2-hekzenol ve 1-hekzanol (C6 alkoller), hekzil asetat ve *cis*-3-hekzenil asetat (C6 esterler) olduğunu saptamışlardır [37].

Bir diğer aroma çalışmasında ise Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde (Balıkesir, Aydın, Manisa, Antalya ve Hatay) yetiştirilen Gemlik (OI:5.0) zeytinyağlarının uçucu bileşenleri üzerine yetiştirme bölgesi ve iklim koşullarının etkisi araştırılmıştır. SPME tekniği ve GC-MS cihazı kullanılarak 27 aroma bileşeni saptanmıştır. Lokasyon farklılığı zeytinyağlarının uçucu aroma bileşimi üzerinde etkili olup, başlıca bileşen olan *trans*-2-hekzenal Antalya'da Hatay'dan, ikinci majör bileşen hekzanal ise Hatay'da Antalya'dan daha yüksek oranlarda tespit edilmiştir. Aynı zamanda çalışmada, iklim faktörleri ile enlem ve boylamın uçucu bileşenlerin oluşumunu etkilediği saptanmıştır [88].

2011 ve 2012 yıllarında hasat edilen Ayvalık zeytinlerine uygulanan Bor uygulamasının sızma zeytinyağlarının kimyasal kompozisyonuna etkisinin incelendiği çalışmada 150 ppm bor uygulamasının majör uçucu bileşenlerin miktarını (*trans*-2-hekzenal, 43.12 ppm; hekzanal, 3.02 ppm), *cis*-3-hekzenol-1.13 ppm) her iki hasat yılında da arttırdığı vurgulanmıştır [89].

2007 ve 2008 yıllarında Balıkesir ili farklı rakımlarından toplanan yeşil, yarı siyah ve tam olgun Ayvalık çeşidi zeytinlerinden elde edilen sızma zeytinyağlarında yağ asidi ve uçucu kompozisyonun belirlendiği bir araştırmada *trans*-2-hekzenalin tespit edilen başlıca uçucu bileşen olduğu ve konsantrasyonunun olgunlaşma ile azaldığı bildirilmiştir. Ayrıca LOX yoluyla oluşan *trans*-2-hekzenol ve hekzil asetat hariç tüm uçucu aroma bileşenlerinin miktarının olgunlaşma ile ters korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Yüksekliğin aroma kompozisyonuna etkisi ise olgunlaşma kadar önemli görülmemiştir [90].

Erken hasat Ayvalık zeytinyağlarının uçucu ve fenolik kompozisyonun belirlendiği çalışmada SAFE uçucu ekstraksiyonu için kullanılmış ve 32 aroma bileşeni tespit edilmiştir. Tespit edilen başlıca aroma bileşen grupları alkoller, aldehitler, terpenler ve asitlerdir [91].

2010 hasat yılında Balıkesir, Bursa ve Muğla illerinden temin edilen Ayvalık, Gemlik ve Memecik çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında aroma bileşenlerinin tespit edildiği çalışmada (2013) sırasıyla 75, 57 ve 71 aroma maddesi izole edilmiştir. Çalışmada Ayvalık çeşidi için en güçlü aroma aktif bileşiği 1-penten-3-ol (yeşil ot, çimensi) olarak tespit edilmiştir [92].

2007 ve 2008 hasat yıllarında temin edilen Gemlik, Ayvalık, Memecik, Domat, Uslu, Halhalı, Kilis Yağlık ve Nizip Yağlık çeşitlerinin aroma profillerinin belirlendiği çalışmada 47 aroma bileşeni izole edilmiş olup bunların içerisinde oranca en fazla olanları *trans*-2-hekzenal (% 0.86-67.15), hekzenal (% 3.93-61.82) ve 3-metil-1-bütanol (% 0.48-84.74) olarak ifade edilmiştir [93].

2.2. Elektromanyetik Işıma ve Vibrasyonel Spektroskopi Tekniği

Elektromanyetik ışımaya, yayılma eksenine ve birbirine dik açılarda olan, aynı fazda yayılan sinüs salınımları şeklinde, elektrik ve manyetik alanların varlığı ile tanımlanmaktadır. Elektromanyetik ışımaya, ışının kırılması, ışının saçılması, ışının polarizasyonu gibi dalga parametreleri ile belirlenmektedir.

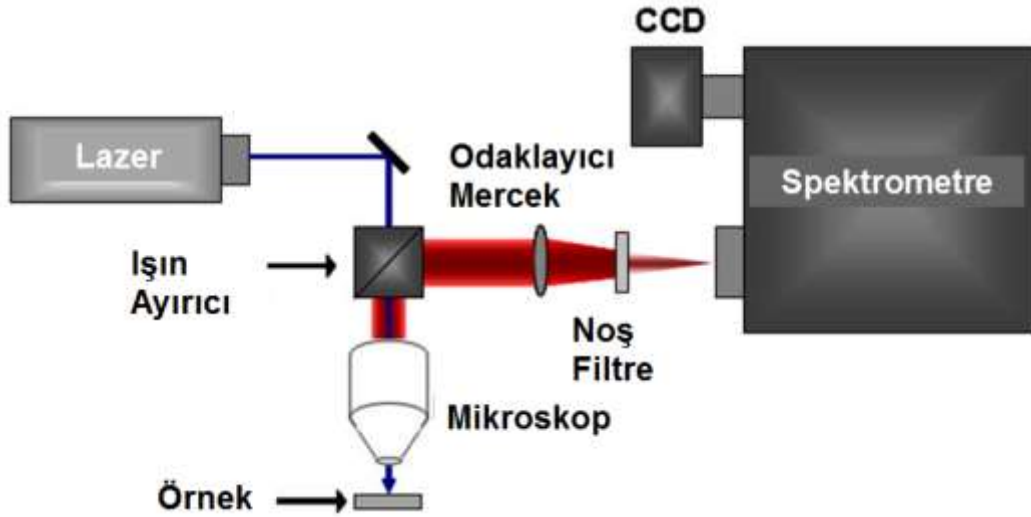
Vibrasyonel teknik ise ışının saçılması prensibine dayanmaktadır. Saçılma, madde içinden ışın geçişı sırasında, ışının sahip olduğu enerjinin atom, iyon ya da parçacıklar tarafından bir anlık tutulması ve daha sonra bu parçacıkların ilk haline dönerken her yöne yayılması olarak tanımlanabilmektedir. Boyutları, dalga boyundan önemli ölçüde daha küçük olan molekül ya da molekül yığınlarının oluşturduğu saçılmaya "Rayleigh Saçılması" adı verilmektedir. Kolloidal yapı oluşturabilecek büyüklükteki parçacıkların oluşturdukları saçılma, çıplak gözle görülür "Tindal" etkisine neden olmaktadır. Bu tip bir saçılım polimer büyüklükleri ve şekillerinin tespiti için kullanılmaktadır. Raman saçılması ise, ışının bir bölümünün kuvantlaşmış frekans değişimlerine uğraması yönünden diğer saçılım türlerinden farklılık göstermektedir. Frekansta meydana gelen değişimler, polarizasyon süreci sonunda moleküllerdeki titreşim enerji geçişlerinden kaynaklanmaktadır.

1923 yılında *Smekal* adında bir bilim adamının ilk kez gözlemlediği ışın saçılımları, 1928 yılında Hint asıllı Amerikalı fizikçi *C.V. Raman* tarafından araştırılmıştır. Araştırmaları sonucunda, saçılım yapan ışının dalga boyunun ortamdaki maddeye göre değiştini bulan Raman, 1931 yılında fizik alanında *Nobel* ödülü kazanmıştır.

Işın ve dalga özelliklerine dayanan optik spektroskopik yöntemler başlıca, absorpsiyon, floresans, fosforesans, saçılma (titreşim), emisyon ve kemilüminesans olaylarını ölçmektedir. Kızıl ötesi (IR) ve Raman spektroskopik yöntemleri ise moleküler titreşim hareketlerine bağlı olarak, yapısal özellikler hakkında bilgi vermektedir. Enerji seviyelerindeki uyarılmalar neticesinde meydana gelen elastik saçılmalara Rayleigh saçılması, elastik olmayan saçılmalara ise Raman saçılması adı verilmektedir.

Raman saçılması sırasında saçılan ışığın enerjisinde, molekül ile etkileşen ışığa oranla oluşan değişim (fazlalık ve ya azlık), ışıkla etkileşen molekülün titreşim enerji düzeyleri arasındaki enerji farkı kadardır. Dolayısıyla, Raman spektroskopisinde molekül ile etkileşen ışığın dalga boyuna göre, saçılan ışığın dalga boyunda oluşan farklılıklar (Raman kayması) ölçülmektedir.

Raman spektroskopisinin diğer titreşim spektral yöntemlerine (IR gibi) göre bir takım üstünlükleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi su molekülünün ya da su buharının Raman bantlarının intensitesine zarar vermesi hatta çözücü ortam olarak kullanılabilmesidir. Diğer önemli bir üstünlük ise küvet olarak NaCl, KBr gibi dayanıksız hücreler yerine cam ya da kuartz gibi hücrelerin kullanılabilmesidir. Raman cihazları başlıca lazer kaynağı, numune ışınlama sistemi ve detektörden oluşmaktadır (Şekil 2.1). Raman sinyalleri oldukça zayıf olduğu için sistemi oluşturan bu parçaların performans özellikleri çok önemlidir. Piklerinin şiddeti, moleküllerin polarizlenebilirliğine, lazer kaynağının şiddetine ve aktif grubun derişime bağlı olarak değişmektedir. Raman spektroskopisi inorganik, organik ve biyolojik sistemlerin kalitatif ve kantitatif analizlerinde uygulanmaktadır [94]. İnorganik sistemlerin incelenmesinde spektroskopinin kullanımı açısından Raman tekniği sulu çözeltiler kullanılabilir olması nedeniyle çoğu kez kızıl ötesi tekniğine göre üstündür. Gelecekte Raman spektroskopinin, inorganik sistemlerin kurumsal kanıtlanması ve yapısal çalışmaları için daha yaygın kullanım bulacağı düşünülmektedir [95].



Şekil 2.1. Raman spektroskopisi düzeneği [258]

Raman spektrumları, fonksiyonel grupların belirlenmesinde yararlı bölgeler ile belirli bileşiklerin tanınmasına olanak vermektedir. Daimay ve çalışma arkadaşları Raman cihazında fonksiyonel grup frekanslarını incelemişlerdir. Raman spektrumları belirli tipte organik bileşikler için infrared spektrumundan daha fazla bilgi vermektedirler. Raman bandı şiddetli olup, intensitesi maddelerin doğasına olduğu kadar geometrisine (*cis-*, *trans-* form gibi) de duyarlıdır. Polar olmayan gruplar içerisindeki kovalent bağların simetrik vibrasyonları da Raman spektroskopisinde yoğun Raman bantları vermektedir. Moleküldeki asimetrik vibrasyonlar, rotasyon ve geçiş hareketleri de Raman taraması ile tespit edilebilmektedir. Ayrıca, gruplar içerisinde yer alabilen su ve ya CO₂ molekülleri Raman spektroskopisinde elde edilen bantlar üzerine ihmal edilebilir etki göstermektedir. Bu durum, Raman spektroskopisinin diğer vibrasyonel tekniklerden üstünlüğü olarak kabul edilmektedir [96].

Spektroskopik teknikler zaman almayan, numune hazırlığı çoğunlukla gerektirmeyen, örnek tahribatsız yöntemler olup genellikle analiz için kimyasal çözücü gerektirmemektedir. Raman sinyalleri molekül yapısına bağlı olarak iyi tanımlanabilen ve parmak izi bantları vermektedir. Raman bantlarındaki intensiteler arasındaki farklılık oldukça küçük olduğundan Raman spektroskopisinin kullanıldığı analizlere ilişkin veri değerlendirmesinde çoğunlukla kemometrik veri işleme yöntemleri kullanılmaktadır.

Son yıllarda, gıda analitlerinin Raman spektroskopisi ile incelenmesi üzerine yapılan çalışmalar artış göstermiştir. Özellikle yenilebilir bitkisel yağlarda Raman spektrometresi karakterizasyon ve sınıflandırma, taşıma ve coğrafi orijin tespitinde kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca katı yağlarda termal oksidasyon değişimi ve bozunmalar yine Raman ile takip edilebilmektedir. **Çizelge 2.1**'de Raman spektroskopisinin uygulama alanları uluslararası literatürdeki kaynakları ile birlikte derlenerek verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yağlarda Raman spektroskopisinin kullanım alanları

Kullanım Amacı	Yöntem	Kaynaklar
Sınıflandırma ve Otantisite	FT-Raman Spektroskopi Konfokal-Raman Spektroskopi Mikro-Raman Spektroskopi	[99-105]
Termal parçalanma ve oksidasyon takibi	FT-Raman Spektroskopi Raman Spektroskopi Düşük rezolüsyonlu Raman Spektroskopi Mikro-Raman Spektroskopi	[106-113]
Doymamışlık derecesi ve <i>cis/trans</i> içeriği	FT-Raman Spektroskopi Raman Spektroskopi Dispersif Raman Spektroskopi	[98, 114-121]
Tağışış	Portatif Raman Spektroskopi Görünür Bölge Raman Spektroskopi Raman Spektroskopi	[122-129]
Sabunlaşmayan minör bileşenlerinin tanımlanması	FT-Raman Spektroskopi Raman Spektroskopi	[107, 125, 130-131]

Raman spektroskopisinin yağlarda ilk kullanımı Jogarao Ch. V tarafından yapılmış [97], hindistan cevizi ve yer fıstığı yağlarında farklı Raman bantları elde edilmiştir. Buna benzer Raman bantların tanımlanması 1970'lerde yapılmış ve 1656 cm^{-1} ve 1670 cm^{-1} dalga boylarında *cis-/trans-* izomerleri belirlenmiştir [98].

Bu çalışma daha sonraları moleküler vibrasyon hareketlerinden C=C ve C=O gerilme ve CH₂ makaslama vibrasyonlarının tanımlanmasına yardımcı olmuştur. **Çizelge 2.2'**de bazı ester ve trigliseritlerin titreşim hareketlerinin gerçekleştiği dalga boyları verilmiştir. Bu veriler sonraki yıllarda yenilebilir yağlarda hidrojenize soya yağı kullanımını ve *trans-* form miktar tespitine ışık tutmuştur. **Çizelge 2.3'**de Raman bantlarının ilişkili olduğu kimyasal bağ tipleri ve moleküler hareketleri derlenmiştir.

Çizelge 2.2. Bazı ester ve trigliseritlere ait Raman bantları, cm^{-1} [98]

Bileşik	$\nu_{\text{C=C}}$ Gerilme	$\nu_{\text{C=O}}$ Gerilme	ν_{CH_2} Makaslama
Metil oleat, <i>cis</i>	1655.1	1744	1440
Metil elaidat, <i>trans</i>	1669.0	1744	1439
Metil linoleat, <i>cis</i>	1656.4	1741	1439
Metil linoelaidat, <i>trans</i>	1671.5	1742	1437
Metil linolenat, <i>cis</i>	1657.0	1741	1438
Triolein, <i>cis</i>	1653.8	1747	1438
Trielaidin, <i>trans</i>	1668.5	1748	1438
Trilinoleat, <i>cis</i>	1656.4	1747	1440
Trilinoelaidin, <i>trans</i>	1670.5	1741	1438
Trilinolenin, <i>cis</i>	1656.4	1745	1440

Çizelge 2.3. Yenilebilir yağlarda belirlenen Raman bantları ve dalga boyları

Dalga boyu cm^{-1}	Kimyasal bağ tipleri ve moleküler hareketleri
~1270	Konjuge olmayan, <i>cis</i> C=C bağında meydana gelen =C-H deformasyonu
~1305	Metilen twist hareketi
~1440	CH ₂ makaslama deformasyonu, δ_{CH_2}
~1660	C=C gerilmesi, <i>cis</i>
~1670	C=C gerilmesi, <i>trans</i>
~1750	Ester yapısındaki C=O gerilmesi
~2855	Simetrik alifatik C-H gerilmesi (-CH ₂ grupları)
~2926	Asimetrik alifatik C-H gerilmesi (-CH ₂ grupları)
~2970	Simetrik alifatik C-H gerilmesi (-CH ₃ grupları)
~3015	Asimetrik alifatik C-H gerilmesi (=CH grupları)

Bitkisel yağlarda doymamışlık derecesinin belirlenmesine yönelik olarak kullanılan gaz kromatografisi yöntemi referans bir yöntem olmasına karşın uzun, kimyasal kullanılan ve uzun zaman alan bir analizdir [133]. Doymamışlığın ölçüldüğü bir diğer analiz olan iyot sayısının belirlenmesinde ise 100 g örnek kullanılmaktadır. Wijs yöntemi ise diğer bir kimyasal bir analiz yöntemidir [134]. Bu metotlara alternatif olarak kullanılan Raman spektroskopisi ise örnek tahribatsız, hızlı ve kimyasal kullanılmayan bir analitik yöntemdir. Bu sebeple, doymamışlık derecesinin takibinde Raman spektroskopisi başarı ile kullanılmaktadır.

C=C gerilme titreşimlerine bakılarak doymamış yağlarda *cis*- ve *trans*- izomerlerinin arasında 13 cm^{-1} dalga boyu kadar farklılık olduğu belirlenmiştir. Hidrojenizasyon işleminin doymamışlık derecesi ile birlikte *cis*-C=C spektrum intensitesini düşürdüğü, buna karşın *trans*-C=C monoen sinyal intensitesini arttırdığı belirlenmiştir. Bu çalışma, hidrojenizasyon işlemi görmüş yağlarda $1200\text{-}1800\text{ cm}^{-1}$ bant bölgesinin ayırt edici olarak kullanılabilceğini göstermiştir [114].

Bazı bitkisel yağlarda otantisite tespitine yönelik olarak yürütülen bir çalışmada, $800\text{-}1800\text{ cm}^{-1}$ ve $2800\text{-}3050\text{ cm}^{-1}$ aralığındaki Raman bantlarının bu amaçla kullanılabilceğini belirlemişlerdir [132].

Ucuz ve kolay bulunabilen yağların pahalı ve değerli yağlara hile amaçlı karıştırılması (tağşiş) yağ sektöründe yaşanan en önemli problemlerden biridir. Gaz kromatografisi ile belirlenen toplam doymuş, toplam doymamış ve toplam tekli doymuş yağ asitlerinin miktarı ile Raman spektral -C=C ve =C-H bağ intensiteleri arasında önemli bir uyum gözlemlenmiştir. Bu sebeple Raman spektroskopisi yalnızca doymamışlığın derecesi hakkında değil her bir yağ asidi grubunun varlığı ve miktarı hakkında da bilgi verebilmektedir [132].

Natürel sızma zeytinyağının da içinde bulunduğu 12 ayrı yağda Raman spektroskopisi, doymamışlığın ölçüsünü belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Sonuçların iyot sayısı değerleri ile korelasyonuna bakılmıştır. Özellikle $3009\text{-}3013\text{ cm}^{-1}$ de görülen =C-H gerilme titreşimleri ile iyot sayısı arasında oldukça başarılı bir uyum görülmüştür. Aynı zamanda, *cis*-C=C bağındaki titreşimler ile oluşan 1658 cm^{-1} bandı da yüksek korelasyon göstermiştir. Bu sonuçlar, doymamışlığın belirlenmesinde Raman spektral yönteminin, geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında etkili bir alternatif olduğunu ortaya çıkarmıştır [120].

2015 yılında yapılan bir çalışmada natürel sızma zeytinyağlarına soya yağı karıştırılmış, hazırlanan farklı paçal oranları NIR, MIR ve Raman teknikleri ile analiz edilmiştir. Aynı zamanda FID-GC ile yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Bu çalışmada, vibrasyonel spektroskopik teknikler içerisinde Raman spektroskopisi en yüksek korelasyon katsayısını ($R^2 > 0.98$) vermiştir. Böylece vibrasyonel teknikler içerisinde bitkisel yağlarda en başarılı analiz yönteminin Raman olduğu tespit edilmiştir [129].

Yenilebilir katı ve sıvı yağların ayırımının FT-IR, FT-NIR ve FT-Raman ile analiz edildiği çalışmada LDA kemometrik yöntemi kullanılmış ve en iyi ayırımın sırasıyla FT-IR, FT-Raman ve FT-NIR ile sağlandığı belirtilmiştir [122].

Zeytinyağında oksidasyon, yalnızca zeytinyağında kalite kaybına neden olmakla kalmayıp aynı zamanda gıda güvenliği ve tüketicinin sağlığını da olumsuz olarak etkilemektedir. Oksidasyon, serbest radikal mekanizması yolu ile yağ asidi zincirindeki çift bağların parçalanması ile gerçekleşmektedir. Zeytinyağında hakim olan tekli doymamış yağ asidi oleik asit olup O₂ valığında oksidasyonu sonucunda hidroperoksitler oluşmakta ve bu hidroperoksitler, dekanal, 2-undekanal, 2-desenal, nonanal, oktanal, heptan, oktan, 1-heptanol, 1-oktanol, metil,heptanoat, metil,8-okzooktanoat, metil, 9-okzononanoat, metil, oktanoat, metil,10-okzo-8-desenoat, metil, 11-okzo-9-desenoat, metil, 10-okzodekanoat bileşiklerine dönüşebilmektedir [135].

Lipit oksidasyonunun bir diğer etkeni de sıcaklıktır. Sıcaklık nedeniyle oluşan aldehitler, Raman spektrumunda 1640 cm⁻¹ yeni bir bant oluşumuna neden olmaktadır. Ayrıca termal oksidasyon, 1526 cm⁻¹ civarında görülen gerilme hareketleri nedeniyle oluşan bant ile 3105 cm⁻¹ ve 1267 cm⁻¹ bantlarının intensitesinde azalmaya neden olmaktadır [113].

Zeytinyağında termal değişimin diğer bitkisel yağlarla kıyaslandığı ve Raman spektrometresi ile analiz edildiği bir çalışmada, sızma yağlar 160°C'de 9 saat boyunca ısıtılmıştır. Isıtma işleminden önce natürel sızma zeytinyağlarında 1525 cm⁻¹ dalga boyunda konjuge yapıları karotenoidler nedeniyle oluşan C=C gerilme vibrasyonu, 90°C'deki ısıtma işleminden sonra kaybolmuştur. Diğer bitkisel yağlar farklı stabilite göstermekle birlikte, Ayçiçek yağı 60°C, mısırözü yağı 120°C de antioksidan piklerini kaybetmiştir. Ayrıca zeytinyağına antioksidan özellik katan karotenoid bileşikler rafinasyon işlemi ile kaybolmaktadır. Bu nedenle yalnızca natürel sızma zeytinyağlarında görülmektedirler. Analiz edilen yağlar arasındaki en büyük farklılık 1620, 1680 ve 1655 cm⁻¹ bantları olarak tespit edilmiştir. Bu üç pik alanı kullanılarak (1620-1680/1655 oranı) oluşan konjuge dien ve trienler ile *cis*-, *trans*- izomerizasyonuna dayalı olarak oksidasyon takibi yapılmıştır [108].

Aynı araştırmacıların diğer bir yayınında ise sızma zeytinyağı, yarfıstığı, kolza, mısır, ayçiçeği ve aspir tohumu yağları 7 saat ısıtılarak iki boyutlu Raman spektroskopisi kullanılmış ve benzer sonuçları elde etmişlerdir [109].

Düşük çözünürlüklü Raman spektroskopisi ve kemometrik data değerlendirme yöntemiyle yapılan bir araştırmada zeytinyağlarında termal oksidasyon izlenmiş, en belirgin değişimler 1800 cm^{-1} in altında gözlemlenmiştir. Çalışmada, 2008-2009 hasat yılında 2 farklı çeşitten toplamda 4 adet taze sıkım zeytinyağı temin edilmiş ve bunlardan farklı paçal oranları ile toplamda 126 adet deney numunesi elde edilmiştir. Numuneler 100°C 'de 18 saat boyunca termal işleme maruz bırakılmış ve her 4 saatte bir Raman spektrumları elde edilmiştir. Burada, $200\text{-}2700\text{ cm}^{-1}$ aralığında çalışan düşük çözünürlüklü Raman enstrümanı, PLS kalibrasyonu ile kullanılmıştır. Peroksit değeri ile yapılan doğrulamada $R^2:0.91$, K_{232} değeri için $R^2:0.88$ ve K_{270} değeri için $R^2:0.90$ olarak bulunmuştur [112].

Coğrafi tescil almış Fransız zeytinyağlarının çeşit bazında ayırımı, Raman datalarının kemometrik değerlendirmesi ile % 92.3 oranında ayrılabilmiştir [105]. Çalışmada, 6 farklı çeşitten elde edilen ticari zeytinyağları 6 hasat yılı boyunca coğrafi tescil alan bölgeden temin edilmiş, yağ asidi ve triaçil gliserol kompozisyonları belirlenmiş, ardından konfokal Raman spektrometre ile analiz edilmiştir. Tüm analiz dataları PLS ve DA algoritması ile değerlendirilmiştir.

Raman spektroskopisi, yağların yalnızca yağ asidi ve ya trigliserit yapısının tanımlanması için değil aynı zamanda hidrokarbonlar, steroller, terpen alkoller ve ya polifenoller gibi sabunlaşmayan minör bileşenlerinin tanımlanması içinde kullanılmaktadır [136-138]. Bu bileşiklerin Raman spektroskopisi ile analizi için Avrupa Birliği yönetmeliklerinde belirtilen yöntemle [139] ön ekstraksiyon işlemleri yapılması gerekmektedir. Bu yöntemle yapılan bir çalışmada FT-Raman, skualen, sterol ve terpen fraksiyonlarının tespitinde kullanılmıştır. Yapılan kemometrik değerlendirme sonucunda, farklı çeşitlerden elde edilen sızma zeytinyağlarının birbirlerinden ve diğer bitkisel yemeklik yağlardan ayırabildiği görülmüştür [130].

Benzer bir çalışma ile hidroksitirozol ve metabolitleri, oleuropein ve oleuropein aglikonlarının Raman spektrumları elde edilebilmiştir [131].

PLS kemometrik metodu ile değerlendirilen FT-Raman spektroskopik dataları ile zeytin ve zeytinyağlarında serbest asitler tespit edilebilmiştir [107]. Aynı metodoloji ile $945\text{-}1600\text{ cm}^{-1}$ dalga aralığı kullanılarak sızma zeytinyağlarında da serbest asitlik Raman tekniği ile tanımlanabilmiştir. Bu çalışmada PLS data değerlendirme yönteminde karoten bileşikleri ile serbest asitlik arasında yüksek korelasyon bulunmuştur [125].

Raman spektroskopisi kullanılarak zeytinyağlarının elde edildiği zeytin çeşidine göre karakterizasyonu da son yıllarda yapılan önemli çalışmalar arasına girmiştir. Üç farklı zeytin çeşidinin coğrafi tescilli lokasyonlarından farklı olgunluk seviyelerinde toplandığı bir çalışmada alınan Raman spektrumlarına ilişkin sayısal veriler sırasıyla PCA, DA, PC ve PLS regresyonu yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Peroksit değeri ve serbest asitlik değerleri ile PCR ve PLS sınıflandırması arasında $R^2 > 0.933$ şeklinde bir korelasyon tespit edilmiştir. Araştırmada, Raman spektroskopik datalarının çok değişkenli data değerlendirme yöntemleri ile başarılı bir şekilde sınıflandırılabilceğini göstermiştir [40].

Ülkemizde, katı ve sıvı yağlar üzerine Raman spektroskopisi ile yapılan araştırmalar sınırlı sayıdadır. Özcan ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmada [149], Türkiye'den toplanan *Origanum*, *Satureja*, *Salvia*, *Sideritis*, *Thymus*, *Calamintha*, *Lavandula*, *Ziziphora* ve *Thymbra* bitki türlerinden elde ettikleri yağları IR ve Raman vibrasyonel tekniklerini kullanarak analiz etmişlerdir. Analiz sonuçları PCA ve HCA ile değerlendirdiğinde bitkilerin taksonomik ayrımının başarılı bir şekilde yapıldığı görülmüştür.

Uysal ve arkadaşları [150] tereyağına margarin ilavesiyle yapılan yağ tağışlarını belirlemek amacıyla Raman spektrometresini kullanmışlardır. PCR, PLS ve ANN uygulamalarıyla değerlendirdikleri data setlerinde R^2 sırasıyla 0.968, 0.987 ve 0.978 olarak bulunmuştur. Yapılan çalışma kemometrik yöntemlerin Raman spektroskopik datalarına uygulanmasıyla başarılı ve hızlı tağış tespiti yapılabileceğini göstermiştir. Benzer sonuç, fırınlanmış üründen ekstrakte edilen yağlarda da tespit edilmiştir.

Üçüncüoğlu ve arkadaşları [156] ham katı yağlarda (tereyağı, margarin) yapılan tağışların tespitinde Raman ve IR tekniklerini kullanmışlardır. Fırıncılık ürününden (kek) ekstrakte edilen yağlar için elde edilen Raman ve IR spektrumları PCA ile yorumlanmıştır. Elde ettikleri bulgulara göre, Raman spektroskopisi NIR Spektroskopisine göre tereyağına margarin ilavesi şeklinde yapılan tağışın tespitinde daha başarılı bulunmuştur.

Velioğlu ve arkadaşlarının çalışmalarında [152] bazı yağ kaynaklarında (ayçiçeği, mısır, zeytin, kanola, hardal, soya ve palm yağları), majör yağ asitleri üzerinden Raman spektrofotometresi kullanarak barkodlama çalışması yapmışlardır. Bu amaçla, spektral dataların ikinci türevi kullanılarak PLS ve PCA kemometrik analizler yapılmıştır. Palmitik, stearik, oleik, linoleik, α -linolenik, *cis*-11 eikosenoik, erusik ve nervonik asitlerin bu yolla tanımlanma katsayısı 0.970-0.989 oranında gerçekleşmiştir.

Raman spektroskopisi, bala invert şeker ya da şeker şuruplarının katılması ile yapılan hilelerin tespitinde kullanılabilir. 200-1600 cm^{-1} aralığı bu amaç için FT-Raman spektrofotometrede parmak izi bölgesi olarak seçilmiştir. PLS ve PCR kemometrik değerlendirme yöntemleri miktar tayini amacıyla, LDA ve CVA sınıflandırma amacıyla kullanılmıştır. Şeker pancarı ve şeker kamışından elde edilen invert şekerlerin tespitinde $R^2 > 0.91$ olarak hesaplanmış, CVA algoritması en düşük (% 96) sınıflama yeteneği göstermiştir [145].

Klorojenik asit ve yağ içeriği üzerinden görünür-mikro Raman ile analiz edilen kahve çeşitleri birbirlerinden PCA kemometrisi kullanılarak ayrılabilir. 2700-3050 cm^{-1} dalga sayısında Raman bantları ile lipit varlığı, 1750 cm^{-1} dalga sayısında klorojenik asit varlığı üzerinden % 85 doğrulukla Arabika ve Robusta kahve çeşitleri birbirinden ayrılabilir [146].

Ticari içeceklerin sahip oldukları şeker içerikleri üzerinden yapılan analizlerde 600-1600 cm^{-1} dalga sayısı aralığı parmak izi bölgesi olarak mikro-Raman spektrometresi ile tespit edilmiştir. Elde edilen veriler interval PLS ile yorumlanmıştır. Biyokimyasal yolla ayrıca analiz edilen şeker içeriği ile Raman ile elde edilen miktarlar arasında iyi bir uyum gözlenmiştir [147].

Kırmızı et, beyaz et ve balık etinden yapılan ürünlerin üretimi ve depolanması sırasındaki protein, yağ ve su miktarlarındaki değişimin takibi Raman spektrometresi ile başarılı bir şekilde yapılmaktadır [148]. Ayrıca Raman spektrometresi ile sığır etine at eti ile yapılan % 25, % 50 ve % 75 oranındaki tağışışler tespit edilebilmektedir [149].

İlaslan ve arkadaşlarının çalışmalarında [150] ise ticari alkolsüz içeceklerde glikoz, fruktoz ve sakaroz miktarları Raman yardımıyla hızlı bir şekilde tespit edilmiştir. Kalibrasyon için şekerlerin % 0-12 (w/w) oranında dilüsyonları hazırlanmış, data değerlendirmesi PLS ile yapılmıştır. Doğrulama amacıyla şekerlerin miktar tayini ayrıca HPLC ile yapılmıştır. Elde edilen bulgular sırasıyla R^2 için 0.913, 0.968 ve 0.910 şeklindedir.

Yasadışı üretilen alkollü içeceklerde metanol varlığının hızlı tespiti, buğday unlarında L-sistein varlığının tespiti gibi alanlarda da Raman spektrometresi kemometrik uygulamalarla başarı sonuçlar vermiştir [151-152].

2.3. Çok Değişkenli Data İşleme Teknikleri

Günümüzde bilgisayar, yazılım, istatistik ve uygulamalı matematik alanlarındaki gelişmeler, analitik kimyadaki kompleks sistemlerin çözümü için kemometrik adımda yeni bir disiplin doğmasına neden olmuştur. Kemometri, istatistik ve matematik ile birlikte bilgisayar kullanılarak kimyasal verilerin işlenmesini kapsayan bir disiplin olup, pek çok veri arasından gerçek bilginin ekstraksiyonunu sağlayan güçlü bir araçtır.

Kemometri terimi, 1972 yılında İsveçli Svante Wold ve Amerikalı Bruce R Kowalski tarafından kullanılmış, 1974 yılında Uluslararası Kemometri Derneği tarafından bu disiplinin varlığı resmen kabul görmüştür.

Kemometri, tanımlayıcı ve açıklayıcı istatistik, sinyal işleme (düzleştirme, filtreleme, türev ve integrasyon), deneysel tasarım, modelleme, kalibrasyon, optimizasyon, yapısal tanımlama, sınıflandırma, yapay akıl yöntemleri (yapay sinir ağları), resim işleme, bilgi ve sistem teorileri, gibi uygulama alanlarında özellikle analitik kimyacılar ve komşu uygulamalı bilim dalları tarafından kullanılmaktadır. Kemometrik hesaplamalarda genellikle Excel, MATLAB gibi paket programlar kullanılmaktadır.

Enstrümantal gıda analizlerinde elde edilen gelişmiş ve ya karmaşık veri gruplarının kemometrik analizinde başlıca klasik en küçük kareler yöntemi, ters en küçük kareler yöntemi, temel bileşen analizi veya regresyonu ve kısmi en küçük kareler gibi çok değişkenli kalibrasyon yöntemleri ve matematiksel algoritmalar kullanılmaktadır.

PCA ise çok değişkenli bir veri analiz yöntemi olup kümeleme ve sınıflandırma amaçlı olarak kullanılmaktadır. PCA yönteminde değişkenler, doğrusal kombinasyonlarından oluşan daha az sayıda bileşenlere indirgenmekte ve bu sayede veri boyutu küçültülmektedir. Bu analiz yöntemiyle verilen bir örnek sistemi kümeler oluşturmak yoluyla sınıflandırılabilmektedir [153].

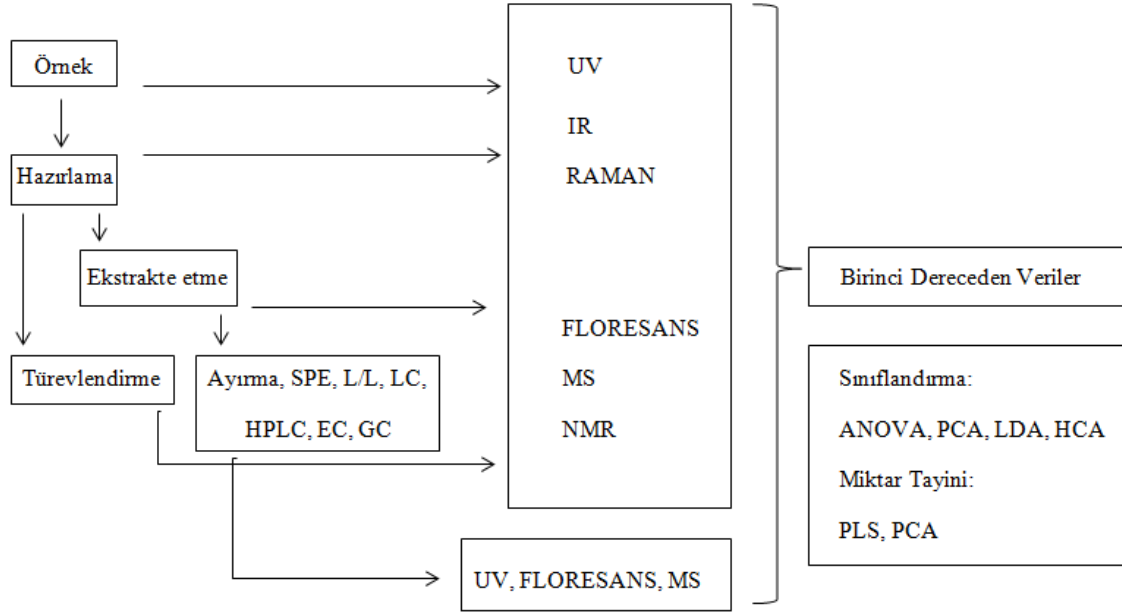
Temel bileşen analizinde amaç, her bir örneği tanımlayan orijinal değişkenlerin (X_1, X_2, \dots, X_n) doğrusal kombinasyonu olan temel bileşenlerin (PC_1, PC_2, \dots, PC_n) bulunmasıdır. Temel bileşenler genellikle ortak varyans (kovaryans) matrisinden elde edilmektedir. Matematiksel anlamda temel bileşenler (PC), ortak varyans matrisinin eigenvektörleri (özvektör) olup ve bu vektörlerin bulunmasında kullanılan tekniğe ise eigen analizi adı verilmektedir. Her bir temel bileşene (eigen vektörüne) karşılık gelen eigen değeri, o temel bileşenle tanımlanan veri takımının varyansının miktarını göstermektedir [154].

PCA modeli, n sayıda örnek ve p sayıda değişkenin ölçüldüğü bir A veri matrisinin ($A_{n \times p}$) temel bileşenlerine ayrıştırılması üzerine kurulmaktadır. Burada temel prensip, A matrisinin kendisinden daha küçük iki matrise dönüştürülmesi işlemidir. Genellikle birinci ve ikinci temel bileşenler toplam varyansın büyük bir bölümünü kapsadığından, ilk iki temel bileşenin birbirine karşı grafiğe geçirilmesiyle, iki boyutlu düzlemde bütün değişkenlerin etkisi dâhilinde örneklerin kümelendirilmesi mümkün olmaktadır [155].

Kemometrik modellemeler çoğunlukla IR spektrometre, UV-görünür alan spektrometre, florimetre, potansiyometre, kütle spektrometre, HPLC, kapiler elektroforez gibi analitik yöntemlerin verilerine uygulanmaktadır [156]. Kemometrik analizlerin uygulandığı deneysel yöntemler **Şekil 2.2**'de bir araya getirilmiştir [6].

Günümüzde kemometrik yöntemler gıda analizlerinde artan bir sıklıkta kullanılmaktadır. Spesifik olarak zeytinyağlarında kemometrik analizler yardımıyla çeşit ve coğrafi orijin indikatörleri tespit edilebilmekte böylece otantisite ve tağşiş tespitleri yapılabilmektedir. Literatürde kemometrik yöntemlerle yapılan model çalışmalarında, zeytin çeşitlerinin orijin tespitinde, yağ asitleri ve trigliserit kompozisyonunun diğer kimyasal özelliklere göre daha iyi sonuç verdiği rapor edilmiştir [157].

İtalya'nın farklı bölgelerinden temin edilen aynı çeşide ait 84 zeytinyağı örneğine ait yağ asitleri kompozisyonu belirlenmiş, peroksit sayısı gibi kalite özellikleri ölçülmüş ve FT-IR spektrumları çoklu istatistiksel yöntemlerle (PLS) değerlendirilerek coğrafi orijin belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmacılar, Calabria, Puglia, Molise ve Abruzzo bölgeleri ayrı gruplanırken Calabria, Puglia, Molise ve Abruzzo bölgelerine ait yağlarda net bir ayrım elde edememişlerdir [158].



Şekil 2.2. Analitik kimyada kemometri kullanımı [6]

FT-IR spektroskopisinden elde edilen verilerle kemometrik yöntemleri birleştirerek natürel zeytinyağlarının coğrafi orijin ve hasat yılının belirlenmesi üzerine yapılan bir araştırmada Türkiye'nin kuzey ve güneyinden 30 farklı örnek temin edilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonu ve spektral veriler PCA ile değerlendirildiğinde yağ asitleri kompozisyonu verilerinin zeytinyağlarını kuzey ve güney olarak ayırmada başarılı sonuçlar verdiği rapor edilmiştir [159].

Ligurian çeşidinde coğrafi orijin tespitine yönelik yapılan araştırmada üretim bölgesi ve üretim yoğunluğunu temsil eden bir veri seti oluşturulmuş ve Kennard-Stone ve Potential Function algoritmaları ile veriler değerlendirilmiştir. Orijini belli 126 ve 63 ticari örnekle yapılan analizlerde, hem SIMCA hem de UNEQ-QDA modeli uygulandığında % 100 hassasiyetle sınıflandırma sağlanmıştır. Coğrafi işaret almış ticari örneklerde ise başarılı bir ayırım sağlanamamıştır [160].

Casaliva, Leccino ve Frantoio çeşitlerinden oluşan 82 natürel zeytinyağı örneğinde yağ asitleri kompozisyonu, karotenoidler, klorofil ve tokoferol bileşikleri analiz edilmiştir. Bu çalışmada, NIR ve MIR spektroskopisi ile elde edilen veriler LDA ve SIMCA metodu kullanarak işlendiğinde coğrafi orijin tespiti başarılı bir şekilde yapılmıştır. En başarılı sınıflandırma Leccino çeşidi için elde edilmiştir [161].

Zeytinyağının sabunlaşmayan (alkol, sterol, hidrokarbon ve tokoferol) fraksiyonunun H-NMR parmak izine göre coğrafi olarak karakterize edilebildiği araştırmada, İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Türkiye ve Suriye'den alınan toplam 99 zeytinyağı örneği kullanılmıştır. Elde edilen verilere LDA, PLS-DA, SIMCA ve CART yöntemleri ile istatistiksel analiz uygulandığında, toplam sabunlaşmayan fraksiyona göre zeytinyağı örneklerinin ülkeler bazında ayrılabilceği rapor edilmiştir. Çalışmada en iyi sonuç PLS-DA istatistik analizi ile elde edilmiştir [162].

Mannina ve Sobolev zeytinyağının lipit profilinin H-NMR ile belirlendiği çalışmaları derlemişlerdir. Derlemede, analitik yöntemlerin LDA, PCA, CA, PLS-DA gibi çoklu istatistik yöntemlerle coğrafi bölge ve çeşit ayırımı yapılabileceği belirtilmiştir. Zeytinyağının kimyasal kompozisyonu, iklim koşulları, hasat zamanı, hasat yılına göre değişiklik gösterdiği için, bu özellikler orijin ve çeşit belirlemede yetersiz kalmaktadır. Coğrafi orijin ve çeşit tespitine yönelik spesifik bir kimyasal analiz yöntemi oluşturulamadığı için coğrafi bölge, coğrafi orijin ve çeşit tayininde istatistiksel modellemelere ihtiyaç olduğu belirtilmiştir [163].

Yunanistan'ın farklı adalarından elde edilen natürel zeytinyağlarında yağ asitleri kompozisyonu, triaçil kompozisyonu, klorofil miktarları belirlenmiştir. Veriler PCA ve DFA analizi ile değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, en çok ayırım sağlanan bileşenlerin yağ asitleri ve triaçil gliserol kompozisyonu olduğunu rapor etmişlerdir. DFA ile doğru tahmin performansı yağ asitleri için % 69.8, triaçilgliseroller için % 76.7 ve steroller için % 62.8 olarak bulunmuştur [164]. Aynı araştırma grubunun diğer bir çalışmasında, belli bir çeşide ait zeytinyağlarda klorofil, sterol, yağ asitleri kompozisyonu ve triaçilgliserolleri üzerine farklı bölgelerin etkisi araştırılmıştır. PLS-DA, GDA ve SIMCA istatistik metotları kullanılmış ve en iyi sonuç GDA (% 82.5) ile alınmıştır [165].

Zeytinyağlarında Raman spektroskopisi ile yapılan ölçümlerle elde edilen verilerin kemometrik olarak değerlendirildiği uluslararası çalışmalar **Çizelge 2.4**'te derlenmiştir.

Ulusal literatürde zeytinyağının Raman spektroskopisi ile analiz edilerek dataların çoklu veri işleme tekniği ile değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ülkemizdeki çalışmalarda genelde; yağ asidi, fenolik, tokoferol, trigliserit, uçucu bileşen kompozisyonu ile FT-IR ve Floresans spektroskopisi kullanılarak elde edilen veriler çoklu data işleme yöntemleri ile işlenmiş ve sonuçlar, zeytinyağlarında coğrafi orijin, çeşit ve hasat yılı tespitinde kullanılmıştır.

Dıraman ve arkadaşları [169] çalışmalarında, 2001 ve 2002 hasat yılında İzmir ilinde üretilen natürel zeytinyağlarının (n:106) yağ asidi kompozisyonunu belirlemişlerdir. Numunelere ilişkin veriler, işletme örnekleri, bilinen ticari markalı örnekler ve İzmir yarımadası örnekleri olarak üç gruba ayrılmış ardından PCA ve DA kemometrik yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Buna göre margarik asit, margoleik asit, stearik asit ve oleik asit, İzmir yarımadası örneklerini en iyi (sırasıyla % 86, % 84) tanımlayan bileşenler olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 2.4. Zeytinyağlarında Raman spektroskopisi ile yapılan ölçümlerle elde edilen verilerin kemometrik olarak değerlendirildiği uluslararası çalışmalar

Analiz Parametresi	Spektroskopik Bilgiler	Kullanılan Kemometrik Yöntem	Kaynaklar
Proses kontrol	Raman 200-2700 cm^{-1}	PCA, SIMCA, PLS-DA, ANN	[112]
	Vis-Raman 700-3100 cm^{-1}	PLS	[121]
Tağşiş	Raman 800-3200 cm^{-1}	PLS	[122]
	Raman 690-1217 cm^{-1}	LDA	[121]
	Raman	LS-SVM, ANN PLS	[166]
	Vis-Raman 700-3100 cm^{-1}	PLS, PCA	[125]
	Raman 1000-3000 cm^{-1}	PCA, PLS	[123]
	FT-Raman	PLS	[167]
	Raman 800-1800 cm^{-1}	LS-SVM, PLS	[168]
Kalite İndisleri	FT-Raman 400-3700 cm^{-1}	LDA, CVA	[103]
Serbest Asit Değeri, Triaçil Gliserol Kompozisyonu, K ₂₃₂ Değeri, Peroksit Değeri	Raman 200-2700 cm^{-1}	PLS	[112]
	Konfokal Raman	PLS, PLS-DA	[105]
	Raman 800-3200 cm^{-1}	PLS	[107]
	Raman 700-3100 cm^{-1}	PLS	[125]

Dıraman ve arkadaşlarının [170] diğer çalışmalarında ise Türkiye, Ürdün, Filistin, İspanya, Portekiz, İtalya ve Yunanistan'dan toplam 60 adet ticari zeytinyağı örneğini kemometrik analiz (PCA ve HCA) uygulayarak trigliserit kompozisyonlarına göre sınıflandırılmıştır. HCA analizi ile örnekler 5 gruba ayrılırken; PCA analiz sonuçlarına göre Güney Ege lokasyonlu Memecik çeşitlerinde LOO/POO, OOO/POO ve OOO düzeyleri, Kuzey Ege lokasyonlu Ayvalık çeşitlerinde LOO düzeyi ve Manisa-Akhisar lokasyonlu örneklerde ise ECN48 ve ECN48/ECN46 parametreleri ile sınıflara ayrılabilmiştir.

Dıraman çalışmasında [171] 12 yerli (Memecik, Uslu, Ayvalık, Uslu, Domat, Çelebi, Memeli, Erkence, Gemlik, Çakır, İzmir Sofralık, Çekişte ve Çilli) ve 9 yabancı (Picholine, Arbequina, Hojiblanca, Manzanilla, Frantoio, Leccino, Saurani, Baroui ve Meski) çeşitten oluşan örnek grubunda temel kalite parametrelerini ve yağ asidi profilini belirlemiştir. Hiyerarşik kümeleme analizi ile değerlendirme sonucunda yerli çeşitler iki temel gruba, yabancı çeşitler ise üç temel gruba ayrılmıştır.

Dıraman ve arkadaşların yürüttüğü diğer bir çalışmada [172], 2001 ve 2002 hasat yıllarında Ege bölgesinden temin ettikleri 268 zeytinyağı örneğinde yağ asidi kompozisyonunu belirlemiş, coğrafi lokasyonlarını ayırmak amacıyla PCA ve DA kemometrik yöntemlerini kullanmışlardır. DA analiz sonucunda en iyi ayırım gösteren lokasyonlar Edremit Körfez Bölgesi, Muğla ili (Memecik) ve İzmir Yarımadası örnekleri olarak bulunmuştur. Ayrıca, oleik, linoleik, linolenik, margarik, margoleik ve linoleik, oleik/linoleik ve palmitik/linoleik asitlerin toplam trans izomerleri önemli tanımlayıcı parametreler olarak tespit edilmiştir.

Dıraman ve arkadaşlarının araştırmalarında [173] Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerinden elde edilen Gemlik çeşidine ait 10 örnekte yağ asidi ve TAG kompozisyonu belirlemiş ayrıca floresans spektrometrik ölçümler alınmıştır. PCA ve HCA ile GC ve HPLC sonuçlarına göre başarılı ayırım elde edilirken spektrometrik ölçümlerin de coğrafi orijine göre sınıflandırmada kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

İlyasoğlu ve Özçelik [37] çalışmalarında TARİŞ tarafından temin edilen 13 adet Ayvalık çeşidi ve 9 adet Memecik çeşidi zeytinyağlarında, GC-MS ile uçucu bileşen kompozisyonunu belirlemiştir. Karakterizasyon ve sınıflandırma için PCA ve LDA kemometrik analizleri uygulanmıştır. Temel bileşen skor grafiğinde, Ayvalık ve Memecik tipi zeytinyağları iki gruba ayrılmıştır. Doğrusal ayırma analizi sonuçlarına göre zeytinyağlarının doğru gruplara atanma oranı % 100 olarak bulunmuştur.

Kadiroğlu ve arkadaşlarının yürüttüğü çalışmada [174] elektronik burun verilerine kemometrik analiz uygulanarak zeytinler hasat yılı, çeşit ve lokasyona göre gruplandırılmıştır. Ekstrakte ettikleri yağlarda uçucu bileşen verilerini PCA ve DFA ile sınıflandırmışlardır. PCA skorlarında en başarılı ayırım Ayvalık ve Nizip Yağlık örnekleri olarak bulunmuştur. DFA analizi birinci hasat yılı örnek çeşitlerini % 100 ikinci hasat yılı çeşitlerini ise % 97 oranında ayırabilmiştir. Ayrıca her iki yöntemle de coğrafi orijinler arasında ve hasat sezonları arasında başarılı bir ayırım gözlenmiştir.

Arslan ve Schreiner tarafından yürütülen çalışmada [175] Hatay ilinden toplanan Eğriburun, Karamani, Haşebi, Halhalı, Saurani çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında fenolik bileşen, tokoferol dağılımı ve pigment içerikleri tespit edilmiştir. Fenolik bileşimi ve antioksidan kapasitesi sonuçlarının PCA ile yorumlandığı çalışmada 3,4-DHPEA-EDA, 3,4-DHPEA-EA, p-HPEA-EDA ve p-HPEA-EA sekeiridoitleri ve hidroksitirozol, vanilik asit ve luteolin miktarlarına göre özellikle Halhalı, Karamani ve Eğriburun çeşitlerinden elde edilmiş yağlar sınıflandırabilmiştir.

Gökçebağ ve arkadaşlarının çalışmalarında [176] ise 2001 ve 2002 hasat yılı örneklerinde (Ege Bölgesi lokasyonlu Ayvalık ve Memecik çeşidi, n:22) trigliserit ve yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. PCA ve HCA kemometrik analizleri ile TAG bileşimi ve belirli yağ asitleri ile bölge Kuzey Ege örnekleri (Ayvalık çeşidi) ve Güney Ege örnekleri (Memecik çeşidi) olarak başarılı bir şekilde ayrılabilmiştir.

Kesen ve arkadaşlarının yürüttüğü bir çalışmada [177] Nizip Yağlık ve Kilis Yağlık çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında, zeytinlerin temin edildiği coğrafi bölgenin aroma ve aroma aktif bileşenleri üzerine etkisini incelemek üzere GC-MS-O analizini yürütmüşlerdir. Bu amaçla ilgili çeşitlerin doğal coğrafi alanı olan Güneydoğu Anadolu bölgesinden ve Ege bölgesinden örnekler temin edilmiştir. Analiz sonucunda 61 adet aroma bileşiği tanımlanmıştır. Uygulanan kemometrik analiz (PCA) ile coğrafi bölgeler ayrılabilmiştir. Aroma aktif bileşikler (aldehit ve alkoller) ise doğal coğrafi bölgelerinde daha yüksek miktarlarda bulunmuştur.

Öztürk ve arkadaşları, PET şişelerde gün ışında ve karanlıkta depolanan Ayvalık ve Memecik çeşitlerine ait zeytinyağlarında FT-NIR, FTIR-ATR ve Floresan spektroskopisi ile elde edilen verileri PCA ve HCA ile değerlendirmişlerdir [178]. Bu çalışma ile spektral yöntemlerin zeytinyağların çeşit, lokasyon ve depolama şekline göre sınıflandırılmasında kullanılabileceği gösterilmiştir.

2.4. Coğrafi İşaretlenme ve Önemi

Kaliteye önem veren tüketiciler, yöresel ürünleri coğrafi işaret amblemleri ile tanımaktadırlar. Coğrafi işaretler, belirgin bir özelliği yönünden bulunduğu yöre ya da bölge ile özdeşleşmiş bir ürünü gösteren sembollerdir. Coğrafi işaret fikri ve sınai mülkiyet haklarından birisi olup kolektif bir tekel hakkı sağlamaktadır. Coğrafi işaretler ürün kalitesini garantilemekle beraber, ürünün tanınmışlığını arttırmakta ve ilgili yöreye ekonomik katkı sağlamaktadır. Ayrıca, üreticide gelir artışına, kırsal turizme, kırsal nüfusun farklı iş alanlarına yönelmesine de katkı sağlayabilmektedir.

AB tarım politikasının önemli bir aracı olan coğrafi işaretler, üreticileri özendirmek, pazar talebiyle daha iyi buluşmak, yerel ürünlerin pazarlanmasını ivmelendirmek ve daha yüksek kalitede ürün üretmekte kullanılan en önemli teşviiktir. Zira bu işaretler, tüketicilere üretim metodunu ve kökenini garanti ederek ürünün kalitesi ve menşei ile ilgili bilgi verirken, üreticilere de miktar karşısında kaliteyi artırma çabalarının bir ödülü olarak yüksek gelir sağlamaktadır [256].

Avrupa Birliği'nde koruma altına alınmış coğrafi işaretler PDO ve PGI ikiye ayrılmıştır. PDO, üretim tekniği detaylı bir şekilde belirlenmiş olan ürünün belirli bir coğrafi alanda üretildiği, işlendiği ve hazırlandığını gösteren işarettir. PGI ise, ürünün üretim, işleme ya da hazırlama aşamalarından en az birinin belirtilen coğrafi alanda yapılmış olduğunu gösteren işarettir. Bir ürünün menşe işaretini alması için ürünün üretimle ilgili tüm süreçlerinin ilgili coğrafi alanda yapılması gerekmektedir. Ülkemizde coğrafi işaret, belirgin bir niteliği, ün ya da diğer özellikleri itibariyle kökenin bulunduğu bir yöre, alan, bölge veya ülke ile özdeşleşmiş bir ürünü gösteren işaret olarak tanımlanmaktadır [179]. Coğrafi işaretlerin tescili için yetkili mercii Türk Patent ve Marka Kurumu'dur. Ülkemizde coğrafi işaret belgesi ile koruma altına alınmış zeytin ve zeytinyağları Milas Yağlı Zeytini, Akhisar Uslu Zeytinyağı, Akhisar Domat Zeytinyağı, Edremit Zeytinyağı, Tarsus Sarıulak Zeytini, Edremit Körfez Bölgesi Yeşil Çizik Zeytin, Milas Zeytinyağı, Akhisar Domat Zeytini, Akhisar Uslu Zeytini, Nizip Zeytinyağı, Trilye Zeytini, Ayvalık Zeytinyağı şeklindedir [3].

Aşağıda son 20 yılda ülkemizde ve dünya çapında zeytinyağlarının coğrafi tesciline data oluşturulması bakımından yapılan araştırmaların bazılarına yer verilmiştir. Araştırmaların başlıca uçucu bileşenler, yağ asidi ve trigliserit kompozisyonu, minör bileşenler ve stabil izotop oranları üzerinden yapıldığı görülmüştür [180].

Fransa'da coğrafi tescil almış sızma zeytinyağları uçucu bileşen profili yönünden karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları hem PCA hem de SIMCA ile değerlendirilmiştir. GC-MS ile yapılan analiz sonucunda 45 bileşen karakterize edilmiş sertifikalı yağlarda en baskın bulunan uçucu bileşiğin *trans*-2-hekzenal olduğu tespit edilmiştir. Analiz edilen pek çok numunenin başlıca izole edilen bileşeni aldehitler olup bunlar dışında alkoller ve terpenler de tespit edilmiştir. Ayrıca doymamış hidrokarbonlardan 3,4-dietil,1,5-hekzadien ve 3-etil,1,5-oktadien (penten dimerleri) de tespit edilmiştir. Ticari 6 örnekte ise 25 uçucu bileşen belirlenmiş büyük bir kısmı % 0.1'in altında olduğu için tanımlanamamıştır. "Nice" orijinli PDO sertifikalı zeytinyağları ile ticari zeytinyağları PCA analizi ile sırasıyla *trans*-2-hekzenal, etil asetat ve asetik asit miktarı yönünden başarılı bir şekilde ayrılmıştır. Aynı şekilde Nice orijinli PDO'lu zeytinyağları diğer Fransız PDO'lu yağları birbirinden *trans*-2-hekzenal miktarı ile ayrıldığı görülmüştür [181].

İtalya, İspanya, Fransa, Yunanistan, Kıbrıs ve Türkiye'den üç sezon boyunca temin edilen 914 örnekte coğrafi orijine temel oluşturması amacıyla uçucu bileşen dağılımının belirlenmesine yönelik araştırmalar yapılmıştır. Data değerlendirme amacıyla uygulanan kemometrik yöntemler ile coğrafi olarak örnekler arasında ayırım sağlanabilmiştir [182].

Oueslati çeşidinin toplandığı coğrafi lokasyonların (Tunus) zeytinyağındaki uçucu bileşenlerin varlığına etkisini belirlemek amacıyla SPME-GC-MS tekniği kullanılmıştır. Çalışmada, alkoller, esterler, aldehitler başta olmak üzere 27 uçucu bileşik karakterize edilmiştir. Bu çalışma, genetik faktörlerin yanı sıra çevresel koşulların da uçucu profiline etki ettiğini ortaya koymuştur [183].

Farklı coğrafi lokasyonlardan temin edilen zeytinyağlarında parmak izi uçucu bileşenleri tespit etmek istenmiştir. Bu amaçla HS-SPME örnekleyicisi ve GC-MS kullanılmıştır. Analiz sonuçlarını SLDA çoklu data işleme yöntemi ile analiz edilmiş ve sonuçta İspanya'nın La Rioja, Andalusia ve Catalonia bölgelerinin başarılı bir şekilde ayrıldığı görülmüştür [184].

İtalya'nın Marche bölgesinden toplanan zeytin çeşitlerinde ticari, duyuusal ve analitik karakterlerin belirlenmesi amacıyla araştırmalar yapılmış, uçucu bileşiklerin teşhisi için HS-SPME-GC-MS kullanılmıştır. Uygulanan yöntemle daha önce tespit edilen ve edilmeyen toplamda 48 adet bileşik teşhis edilmiştir. Araştırmada terpen hidrokarbonlarının coğrafi orijin belirlemede ve genetik çeşitliliğin kontrolünde uygun belirteçler olduğu vurgulanmıştır [188].

İtalya'nın güneyinde yer alan Calabria bölgesinden toplanan zeytin çeşitlerinde (Carolea, Ottobratica, Grossa di Gerace, Sinopolese) vaks, sterol, yağ asidi ve tokoferol analizleri yapılmıştır. Analiz edilen parametrelerde çeşitler arasında önemli farklılık görülmüştür. Calabria bölgesinde yaygın yetiştiriciliği yapılan özellikle Carolea çeşidinden elde edilen yağlarda örnek toplanan alt lokasyonlar yönünden de önemli farklılık tespit edilmiştir. Bu farklılığa yetiştiricilik yapılan coğrafi alanın iklimatik özelliklerinin değişikliği neden olduğu ifade edilmiştir [185].

Farklı PDO belgeli Endülüs sızma zeytinyağlarının yağ asidi profili GC ve NMR yöntemleri ile belirlenmiş, yöntemler kıyaslanmıştır. Her bir yağ asidi için en başarılı ayırma tekniğinin NMR olduğu vurgulanmıştır [186].

Hatay'ın farklı lokasyonlarından (Reyhanlı, Samandağ, Çekmece, Hassa, Altınözü) elde edilen zeytinyağlarının yağ asitleri dağılımları ve oranları üzerine yapılan bir araştırmada oleik asit % 70.00-77.72 (Reyhanlı-Samandağ), palmitik asit % 10.77-14.39 (Çekmece-Hassa), stearik asit % 2.83-4.28 (Altınözü-Hassa), palmitoleik asit ise % 0.52-4.63 (Samandağ-Çekmece) arasında tespit edilmiştir. Buna göre aynı çeşide ait farklı lokasyonlardan elde edilen zeytinyağlarında yağ asidi kompozisyonunun farklı olduğu bulunmuştur [187].

2.5. Ayvalık Zeytinyağlarında Yapılan Araştırmalar

Ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan ve çoğunlukla yağlık olarak değerlendirilen bir çeşit olan Ayvalık, soğuğa kısmen dayanıklı olup, iyi bakım koşullarında kuvvetli gelişen bir çeşittir. Edremit Yağlık, Şakran, Midilli ve Ada Zeytini gibi yöresel isimlerle de bilinmekte ve Çanakkale'den Mardin'e geniş bir coğrafyada yetiştirilebilmektedir. Ayvalık çeşidi zeytin meyvesi orta büyüklükte, yuvarlağa yakın silindirik yapıda morfolojik özellikler göstermektedir. Meyvede toplam yağ oranı yaklaşık % 25'tir. Fizyolojik olarak kuvvetli gelişme gösteren bu çeşit mekanik hasata elverişli bir yapıya sahiptir. Çiçeklenme dönemi Mayıs ayı başından Haziran ayı ortalarına kadar devam eden Ayvalık çeşidi orta derecede periyodisite göstermektedir. Meyvede yeşil olum dönemi 15-30 Ekim dönemine, siyah olum dönemi ise 15-30 Kasım dönemine rastlamaktadır. Ege bölgesinde yetiştirilen zeytin ağacı popülasyonunun % 25'i Ayvalık çeşidinden oluşmakta ve bu sayı ülkemizde yetiştirilen ağaç varlığının % 20'sine karşılık gelmektedir [259].

Ülkemizde zeytin meyve olgunluğunun kalite parametreleri üzerine etkisinin araştırıldığı ilk çalışma 1975 yılında Çolakoğlu ve Oktar tarafından yapılmıştır [188]. Bu çalışmada, Ayvalık, Çakır ve Memecik zeytin çeşitlerini yedi değişik zaman periyodunda hasat ederek olgunluğun yağın kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada meyvelerin fizikokimyasal özellikleri ile birlikte meyvelerden elde edilen yağlarda, olgunlaşmayla birlikte zeytin danesindeki yağ oranının arttığı bildirilmiştir. Ayrıca, zeytinyağı örneklerinde serbest yağ asitliği değerlerinde dalgalanmalar olduğu, peroksit ve UV özgül absorpsiyon değerlerinin ise olgunlaşmayla değişmediği bildirilmiştir.

Ayvalık, Domat ve Gemlik zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlar için Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarının ilk haftasını içeren 4 farklı hasat döneminde UV ışık altında özgül absorpsiyon (K_{232} , K_{270}) değerleri belirlenmiştir. Genellikle tüm çeşitlerde zeytinde olgunlaşma arttıkça K_{232} ve K_{270} değerleri azalmıştır [189].

Ege Bölgesinin ekonomik açıdan önemli zeytin çeşitleri (Ayvalık, Gemlik, Memecik, Domat ve Uslu) 2 hasat yılında (2007-2008 ve 2008-2009) toplanmış ve tümü aynı koşullarda yağa işlenmiştir. Yağlarda serbest yağ asidi değeri, peroksit sayısı, UV bölgede özgül soğurma, kırılma indisi ve yağ asitleri bileşimi belirlenmiştir. Yağlar bu değerler bakımından Türk Gıda Kodeksi'ne uygun bulunmuştur [191].

Ayvalık ve Memecik tipi natürel sızma zeytinyağların, zeytin çeşidine göre kimyasal ve termal karakterizasyonu ile termal özellikleri ve kimyasal kompozisyonları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ege bölgesinden iki farklı dönemde hasat edilen Ayvalık ve Memecik zeytinleri 3 fazlı dekantör sistemi ile yağa işlenmiştir. Kalite parametrelerinden asitlik, K_{232} ve K_{270} değerleri çeşit ve bölge bazında farklılık göstermiş, zeytinyağı örnekleri natürel sızma zeytinyağı kategorisinde yer almıştır. Aroma bileşimi analizinde tespit edilen başlıca uçucu bileşenlerin, lipoksigenaz mekanizması sırasında meydana gelen hekzenal ve *trans*-2-hekzenal, *cis*-3-hekzenol, *trans*-2-hekzenol ve 1-hekzenol, hekzil asetat ve *cis*-3-hekzenil asetat olduğu görülmüştür. *trans*-2-hekzenal, *cis*-3-hekzenol, *trans*-2-hekzenol, 3-etil-1,5-oktadien toplamı ve linoleik asitten meydana gelen bileşiklerin toplamının, Ayvalık ve Memecik tipi zeytinyağlarını gruplara ayırmada önemli değişkenler olduğu saptanmıştır [190].

Aynı materyalle yayımlanan diğer bir çalışmada, yağ asitleri bileşimi, toplam fenol içeriği, fenolik bileşimi ve uçucu aroma maddeleri bileşimleri de incelenmiştir. Lipoksigenaz iz yolu ile oluşan ve zeytinyağına pozitif yönde katkıda bulunan 6C'lu bileşenler yaklaşık % 72 civarında, 5C'lu bileşenler ise yaklaşık % 30 civarında tespit edilmiş ve uçucu aroma bileşiminin, çeşit lokasyon ve hasat yılından etkilendiği bildirilmiştir [192].

Farklı lokasyonlarda (Aydın, Balıkesir, Bursa, Gaziantep, Hatay, İzmir, Kilis, Manisa, Mersin, Muğla) yetişen, Gemlik, Ayvalık, Memecik, Domat, Uslu, Halhalı, Kilis yağlık, Nizip yağlık, Haşebi ve Karamani zeytin çeşitleri araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Araştırmada zeytinyağların önemli uçucu aroma bileşenleri, HS-SPME tekniği kullanılarak GC-MS ile belirlenmiştir. Analiz sonuçları 47 uçucu aroma bileşeni teşhis edilmiş ve oranları belirlenmiştir. *trans*-2-hekzenal, hekzenal ve 3-metil-1-butanol en fazla oranda belirlenmiştir [193].

2005 ve 2006 hasat yılında Ayvalık ve Memecik çeşitlerinden temin edilen zeytinyağlarında serbest yağ asitliği, peroksit ve renk indeksi değerleri ile uçucu aroma bileşenleri profili belirlenmiştir. Araştırmada lezzet bileşenleri aynı zamanda LPA duyu analizi ile de değerlendirilmiştir. 2005 hasat dönemi Ayvalık çeşidi zeytinyağlarında lezzete katkısı olan bileşenlerin 3-etil-1,5-oktadien, nonanal, 3-hekzen-1-ol asetat, *trans*-2-hekzenal, *trans*- β -osimen, α -kopaen, α -farnesen; 2006 hasat döneminde ise 3-etil-1,5-oktadien, *cis*-3-hekzenol ve nonanal olarak tespit edilmiştir. Elde edilen zeytinyağlarının uçucu aroma bileşenleri yönünden zeytin çeşidi ve lokasyonlar arasında

önemli farklılıklar tespit edilmiştir. 2005 yılında Ayvalık çeşidinden elde edilen örneklerde serbest yağ asitliği % 0.6-1.0 arasında değişirken 2006 yılında % 0.5-1.0 aralığında değişmiştir. Peroksit değeri ise 2005 yılında 15-49 meq aktif O₂/kg yağ arasında, 2006 yılında 9-25 meq aktif O₂/kg yağ arasında değişmiştir [194].

Aynı lokasyondan farklı hasat dönemlerinde (2008 ve 2009) ve günün belli saatlerinde (sabah, öğle ve akşam) ve 3 farklı olgunlukta toplanan zeytin çeşitlerinden (Ayvalık, Memecik ve Gemlik) elde edilen yağların uçucu aroma bileşenleri değişimini araştırmıştır. HS-SPME-GC-MS yöntemi ile 42 uçucu aroma bileşeni tespit edilmiş ve farklı olgunlaşma dönemlerinin zeytinyağının uçucu bileşenleri üzerine önemli etki gösterdiği bildirilmiştir. Zeytinyağı ana bileşenlerinden hekzanal miktarında olgunluk derecesinin ilerlemesi ile düşüş, *trans*-2-hekzenal miktarında ise artış tespit edilmiştir. Gün içindeki hasat zamanlarına ise sadece lipoksigenaz enzim yolu ile oluşan 6 karbonlu *cis*-3-hekzenil asetat saptanırken, lipoksigenaz enzim yolu dışında oluşan 2-metil bütanal, 2-metil-bütanol ve nonanal bileşenlerindeki değişimlerin önemli olduğu bildirilmiştir [195].

Türkiye'nin farklı illerinde yetişen önemli zeytin çeşitleri yağ asitleri bileşimlerine göre sınıflandırılmıştır. Çalışmada, Ege bölgesinden Ayvalık ve Memecik çeşidi; Akdeniz bölgesindeki Memeli, Erkence, Çakır, Gemlik, Memecik çeşitleri; Hatay, Kahramanmaraş, Gaziantep bölgelerindeki Kilis Yağlık, Halhalı, Nizip Yağlık, Yağ Ulağı ve Karamani çeşitleri yüksek oleik asit içeriği nedeniyle diğer çeşitlerinden daha üstün bulunmuştur. Farklı çeşitler (Ayvalık, Memecik, Memeli, Erkence, Çakır, Gemlik, Kilis Yağlık ve Nizip Yağlık) arasında değerlendirme yapılan diğer bir çalışmada, araştırmacılar palmitik asit içeriği en yüksek (% 13.58) çeşidi Kilis Yağlık, en düşük (% 11.36) çeşidi ise Çakır olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, oleik asit oranlarının % 70.46 (Memecik) ile % 73.40 (Çakır) aralığında olduğunu, linoleik asit oranının ise en düşük (% 8.55) Erkence çeşidinde ve en yüksek (% 11.57) Ayvalık çeşidinde olduğunu ifade etmişlerdir. Nizip yöresinden elde edilen zeytinyağlarının toplam doymuş yağ asitleri oranı % 18.25 olarak bulunurken, Burhaniye yöresi örneklerinin toplam doymuş yağ asitleri oranı ise % 14.18 olarak saptanmıştır. Aynı araştırmacılar, zeytinlerde hasat zamanı geciktikçe doymamış yağ asitleri miktarının, özellikle de linoleik asit miktarı, artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Aynı şekilde soğuk iklimlerde yetişen zeytinlerden elde edilen yağların, sıcak bölgelerden elde edilenlere göre oleik asit içeriğinin yüksek, linoleik asit içeriğinin ise düşük olduğu bildirilmiştir [188].

Adana’da yetiştirilen 21 farklı çeşitten elde edilen zeytinyağlarında yağ asidi dağılımlarını incelendiği çalışmada, baskın doymuş yağ asidinin palmitik asit (% 10.39-16.69) olduğu, bunu stearik asidin (% 1.85-4.35) izlediği, çok az miktarda da palmitoleik asidin (% 0.45-2.10) olduğu tespit edilmiştir. Palmitik asit içeriği en yüksek Gemlik (% 16.69) çeşidinde bulunmuştur. Oleik asit % 53.96-71.33 ve linoleik asit % 8.16-21.96 aralığında olduğunu, Gemlik ve Halhalı çeşitlerinin en düşük linoleik asit içeren çeşitler arasında bulunduğunu ifade edilmiştir. Çalışılan çeşitler arasında, linolenik asit ise % 0.78-2.27 değerleri arasında bulunmuştur. Araştırmacılar en düşük toplam doymuş yağ asitleri içeriğini Manzanilla çeşidinde (% 13.66) ve en yüksek toplam doymuş yağ asitleri içeriğini Gemlik çeşidinde (% 21.32) tespit etmişlerdir. Toplam doymamış yağ asitleri içeriğini ise Kilis Yağlık çeşidinde % 76.10 ve Erdek Yağlık çeşidinde % 85.14 olarak saptamışlardır. Doymamış yağ asitlerinin doymuşlara oranının ise en yüksek Manzanilla çeşidinde (% 6.03), en düşük Gemlik çeşidinde (% 3.63) bulunduğunu bildirmişlerdir [196].

Köseoğlu ve arkadaşları [32] iki hasat yılı boyunca üç farklı olgunluk zamanında toplanan Ayvalık, Memecik ve Gemlik zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların yağ asitleri kompozisyonları üzerine çalışmışlardır. Buna göre yağlarda palmitik asit içeriği % 11.06-14.22 arasında, palmitoleik asit içeriği % 0.73-1.26 arasında, stearik asit içeriği % 2.15-3.20 arasında belirlenmiştir. Araştırmacılar, yağlarda oleik asit içeriğini % 69.66-75.42 arasında, linoleik asit içeriğini % 7.05-11.25 arasında, linolenik asit içeriğini % 7.05-11.25 arasında ve linolenik asit içeriğini ise % 0.63-0.75 arasında belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda farklı çeşitlerden elde edilen zeytinyağlarının yağ asidi bileşiminin farklı olgunluk zamanlarından etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Dıraman ve arkadaşlarının [172] Ege bölgesinde farklı orijinlerde yetiştirilen Ayvalık, Memecik, Gemlik, Erkence, Domat, Uslu ve Manzanilla çeşitlerinin yağ asidi dağılımını kemometrik yöntemler ile inceledikleri çalışmalarında, Ayvalık (Edremit), Memecik (Muğla) ve Erkence (İzmir) çeşitlerinin oleik, linoleik, linolenik miktarlarına göre gruplandırılabilceği tespit edilmiştir.

Ayvalık ve Memecik çeşitlerinden elde edilen sızma zeytinyağlarının kimyasal kompozisyonu üzerine hasat zamanının ve yoğurma sıcaklığının yağ asidi ve fenolik bileşen profili üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma bulgularına göre geç hasat zeytinyağlarında peroksit sayısı ile stearik asit ve linoleik asit içeriklerinde artış görüldüğü belirlenmiştir [197].

Ege bölgesi orijinli Gemlik, Ayvalık, Domat, Akhisar, Memecik, Arbequina çeşitlerinde yağ asidi, sterol ve tokoferol kompozisyonlarının belirlendiği ve PCA ile değerlendirildiği bir araştırmada çeşitler arası gruplamanın sterol ve yağ asidi profilinin belirlenmesiyle mümkün olduğu bildirilmiştir. Ayrıca özellikle palmitoleik asit içeriği bakımından İspanyol Arbequina çeşidinin Türk çeşitlerinden önemli derece farklı olduğu tespit edilmiştir [198].

2011 ve 2012 yıllarında hasat edilen Ayvalık zeytinlerine uygulanan bor uygulamasının sızma zeytinyağlarının kimyasal kompozisyonuna etkisinin incelendiği çalışmada 150 ppm bor kullanımının yağ asidi kompozisyonunu iyileştirdiği vurgulanmıştır [89].

2007 ve 2008 yıllarında Balıkesir ili farklı rakımlarından toplanan yeşil, yarı siyah ve tam olgun Ayvalık çeşidi zeytinlerinden elde edilen sızma zeytinyağlarında yağ asidi kompozisyonu üzerine hem yükseltinin hem de olgunluk derecesinin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur [90].

2010 ve 2011 hasat yıllarında ülkemizin 5 coğrafi bölgesinden (Marmara, Akdeniz, Ege, Güneydoğu ve Karadeniz Bölgesi) temin edilen 19 çeşit zeytinden (Gemlik, Ayvalık, Saurani, Haşebi, Sarı Ulak, Memecik, Domat, Uslu, Erkence, Nizip Yağlık, Kilis Yağlık, Halhalı, Karamani, Çelebi, Butko, Otur, Görvele, Satı, Kızıl Satı); Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde çeşitler arasında oleik ve linoleik asit miktarı yönünden farklılık bulunmamıştır. En yüksek linoleik asit miktarı ve en düşük oleik asit miktarı Karadeniz bölgesinde tespit edilmiştir. Hasat yılı yağ asidi kompozisyonu üzerine önemli derecede etkili bulunmuştur. İkinci hasat yılında linoleik asit varlığında azalma oleik asit varlığında artış gözlenmiştir. Özellikle palmitik asit ve linoleik asidin çeşit ve orijin ayrımında kullanılabileceği vurgulanmıştır [199]. 2010-2011 yıllarında Balıkesir'den Ayvalık, Bursa'dan Gemlik ve Muğla'dan Memecik çeşitlerinden temin edilen yağlarda yürütülen çalışmada zeytinyağlarının antioksidan özellikleri, fenolik ve yağ asidi kompozisyonları belirlenmiştir. Hem hasat yılları arasında hem de çalışılan çeşitler yönünden önemli farklılık görülmüştür [200].

Bu tez çalışmasında, Ayvalık zeytinyağlarının sahip olduğu yağ asitleri kompozisyonu gaz kromatografisi ile minör bileşenler içerisinde yer alan uçucu bileşenler ise gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi kullanılarak belirlenmiştir. Aynı çeşide (Ayvalık) ait örneklerin toplandığı lokasyonlar arasındaki sınıflandırma ise Raman spektral verilerinin kemometrik olarak işlenmesi ile elde edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez kapsamında "Ayvalık" çeşidine ait zeytin örnekleri Balıkesir, Çanakkale, İzmir ve Manisa illerinden 2012-2013 (var yılı), 2013-2014 (yok yılı) ve 2014-2015 (var yılı) olmak üzere ardışık 3 hasat sezonunda Ekim (son iki haftası)-Kasım (ilk iki haftası) ayları içerisinde elle toplanmıştır. Erken hasat döneminde (olgunluk indeksi en fazla 2.0) toplanan zeytin miktarı her bir örnek için yaklaşık 5-6 kg civarındadır. Örnekler her gün yaklaşık saat 13.00'e kadar toplanmış, kızılaşma olmaması için file torbalarda ivedilikle laboratuvara taşınmış ve gerektiği takdirde buzdolabı sıcaklığında kısa süreliğine depolanmıştır.

Farklı lokasyonlardan (**EK 2**) coğrafi özellikler dikkate alınarak üç farklı bahçe seçilmiş ve bu bahçelerden üç farklı ağaçtan örnek toplanmasına (3x3) ilişkin modelleme yapılmıştır. Ancak meyve ve ya ağaç hastalıkları, erken olgunlaşma, periyodisite gibi sezonluk karşılaşılan problemler nedeniyle bazı lokasyonlarda örnek sayısı 9'a tamamlanamamıştır. Üç hasat sezonu boyunca toplanan örnek sayıları **Çizelge 3.1**'de ve GPS koordinatları **Çizelge 3.2**'de verilmiştir. Ayrıca, lokasyonların dağılımları **Şekil 3.1**'de Google Earth Pro (Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat/Copernicus, 2018) üzerinde gösterilmiştir.

Yağ ekstraksiyonu HAUS Santrifüj Teknolojileri (HAUS Makina Sanayi Tic. AŞ, Aydın) tarafından Balıkesir Üniversitesi Edremit Meslek Yüksek Okulu'na hibe edilen laboratuvar ölçekli yağ sıkım ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Bu cihaz metal elektrikli kırıcı, sıcaklığı ayarlanabilir rezistanslı malaksör (yoğurucu) ve dikey dekantörden oluşmaktadır.

Yağ numunelerinin elde edilmesi her gün saat 15.00'den sonra güneş görmeyen serin ortamda gerçekleştirilmiştir.

Zeytinler ayıklanma ve yıkama işlemlerinin ardından, geniş yüzeyli bir tepsiye dökülerek pamuk bez yardımıyla kurutulmuştur. Bu sırada göze çarpan zarar görmüş ya da kurtlu taneler tekrar ayıklanmıştır. Ardından, zeytinler tüm halde metal kırıcıda kırılmış ve elde edilen zeytin hamuru düşük sıcaklık (20°C), kısa süre (30 dk) yöntemine göre malakse edilmiştir. Hamurda zeytin çekirdeklerinin kırılmış/ezilmiş parçaları da bulunmaktadır.

Yaklaşık 1.5 kg kapasiteli yoğurucu haznesi zeytin hamuru ile doldurulduktan sonra yoğurma sırasında streç film ve aliminyum folyo ile iyice kapatılmıştır. Yoğurma sonrasında hamur, santrifüje alınıp düşük yağlı prina üstten, sızma zeytinyağı ise süzüntü şeklinde makinanın altındaki bölmeden alınmış, içinde sodyum sülfat bulunduran pamuk filtreden süzülerek yarım litrelik mantar tıpalı amber şişelere doldurulmuştur.

Toplanan 5-6 kg civarındaki örnekten çıkan yaklaşık 300-400 ml yağ şişeye alındığında tepe boşluğuna herhangi bir gaz ile muamele edilmemiştir. Son olarak elde edilen örnekler, analiz edilinceye kadar buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Numune şişeleri ilk önce uçucu aroma bileşenleri analizleri için açılarak kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Toplanan örnek sayıları

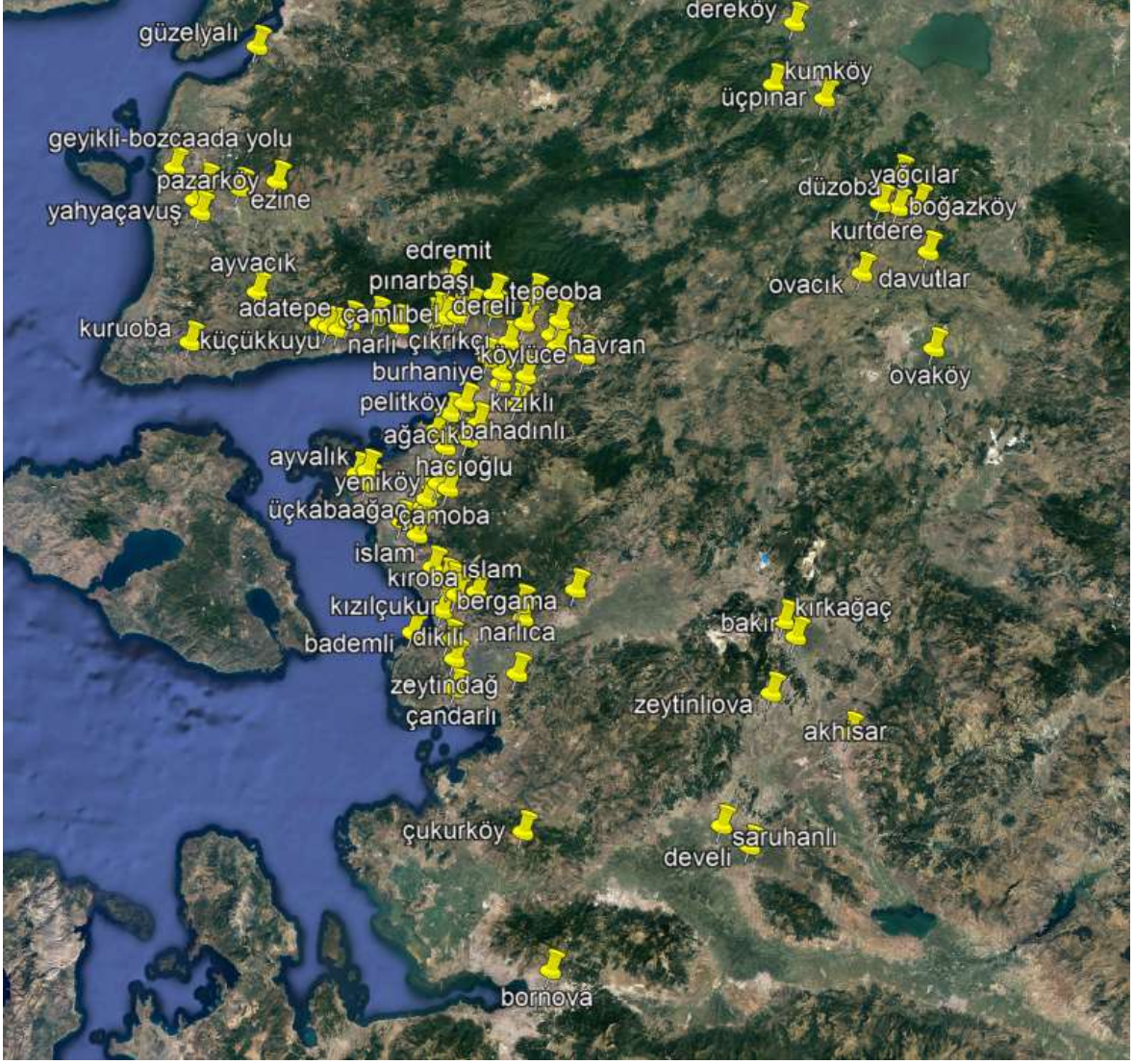
	1.Hasat yılı	2.Hasat yılı	3.Hasat yılı	TOPLAM
BALIKESİR				
Edremit	9	19	15	43
Gömeç	6	3	9	18
Ayvalık	9	2	9	20
Havran	8	1	5	14
Burhaniye	9	3	8	20
ÇANAKKALE				
Ezine	9	2	9	20
Ayvacık	9	-	11	20
Merkez	-	2	-	2
İZMİR				
Dikili	6	3	13	22
Bergama	-	-	6	6
Bornova	-	-	3	3
MANİSA				
Akhisar	11	2	5	18
Saruhanlı	-	-	6	6
Kırkağaç	-	-	3	3
TOPLAM	76	37	102	215

Çizelge 3.2. Örneklere ilişkin matematiksel konum verileri

İLLER	ALT LOKASYONLAR	Enlem	Boylam
BALIKESİR	Narlı	39°34'53.37"K	26°40'43.51"D
	Edremit	39°39'38.61"K	26°50'47.75"D
	Avcılar	39°35'17.36"K	26°48'31.47"D
	Arıtışı	39°35'56.59"K	26°49'8.51"D
	Kavlaklar	39°35'35.53"K	26°50'16.51"D
	Güre	39°36'47.16"K	26°53'40.75"D
	Çamlıbel	39°35'52.80"K	26°51'55.74"D
	Zeytinli	39°36'51.89"K	26°56'47.65"D
	Pınarbaşı	39°38'27.52"K	26°56'44.59"D
	Çıkrıkçı	39°33'33.46"K	26°59'21.51"D
	Dereli	39°38'49.26"K	27°2'16.79"D
	Havran	39°33'30.88"K	27°6'3.24"D
	Çamdibi	39°34'41.74"K	27°5'11.08"D
	Tepeoba	39°36'16.11"K	27°6'6.03"D
	Köylüce	39°32'45.04"K	27°10'1.61"D
	Bahçelievler	39°31'32.46"K	26°56'43.38"D
	Burhaniye	39°30'11.76"K	26°58'47.19"D
	Şarköy	39°29'2.29"K	26°58'42.16"D
	Pelitköy	39°26'35.85"K	26°54'0.45"D
	Kızıklı	39°30'5.03"K	27°2'7.93"D
	Bahadınlı	39°27'1.43"K	27°1'11.25"D
	Ağacık	39°24'33.03"K	26°56'4.74"D
	Karaağaç	39°25'22.36"K	26°52'10.25"D
	Gömeç	39°23'29.22"K	26°50'26.16"D
	Dursunlu	39°21'45.21"K	26°51'51.93"D
	Hacıoğlu	39°22'49.77"K	26°54'52.29"D
	Kırcalar	39°54'13.52"K	26°49'55.34"D
	Ayvalık	39°18'32.22"K	26°41'27.68"D
	Çamlık	39°18'7.08"K	26°40'5.96"D
	Çamoba	39°17'30.44"K	26°52'44.51"D
	Üçkabağaç	39°14'55.20"K	26°49'56.12"D
	Çakmak	39°15'20.10"K	26°49'33.91"D
	Altınova	39°13'34.00"K	26°46'49.95"D
	Ovaköy	39°36'34.67"K	27°58'16.10"D
	Ovacık	39°44'0.07"K	27°47'29.71"D
	Kurtdere	39°51'32.88"K	27°49'19.40"D
	Yağcılar	39°51'53.46"K	27°54'36.90"D
	Davutlar	39°46'50.73"K	27°56'28.58"D
	Düzoba	39°54'45.34"K	27°51'40.98"D
	Boğazköy	39°51'17.16"K	27°51'46.77"D
	Üçpınar	39°2'20.31"K	27°40'24.91"D
	Kumköy	39°3'21.37"K	27°33'7.71"D
	Dereköy	40°10'9.06"K	27°35'23.15"D

Çizelge 3.2-devam. Örneklere ilişkin matematiksel konum verileri

İLLER	ALT LOKASYONLAR	Enlem	Boylam
ÇANAKKALE	Nusratlı	39°33'42.94"K	26°33'2.19"D
	Adatepe	39°31'10.21"K	26°37'8.45"D
	Yeşilyurt	39°33'26.96"K	26°34'12.33"D
	Küçükkuyu	39°33'17.86"K	26°35'43.31"D
	Kuruoba	39°30'26.30"K	26°15'20.08"D
	Ayvacık	39°36'26.30"K	26°23'58.72"D
	Gökçebayır	39°47'27.00"K	26°15'20.96"D
	Kemallı	39°45'37.78"K	26°14'7.56"D
	Yahyaçavuş	39°44'23.30"K	26°15'2.32"D
	Pazarköy	39°48'23.83"K	26°25'15.27"D
	Ezine	39°47'17.63"K	26°20'12.48"D
	Güzelyalı	40°2'37.80"K	26°20'43.65"D
	Geyikli-Bozcaada yolu	39°48'51.80"K	26°10'49.96"D
İZMİR	Bergama	39°7'56.91"K	27°11'28.46"D
	Bahçeli	39°12'18.97"K	26°49'4.10"D
	Kabakum	39°7'53.45"K	26°53'29.47"D
	İslam	39°9'2.53"K	26°51'38.82"D
	Kızılçukur	39°6'20.25"K	26°55'10.08"D
	Dikili	39°6'8.58"K	26°56'8.89"D
	Kıroba	39°6'49.70"K	26°57'54.22"D
	Narlıca	39°5'47.57"K	27°4'8.51"D
	Ovacık	39°4'24.89"K	27°4'35.57"D
	Bornova	38°27'10.68"K	27°12'27.39"D
	Çukurköy	38°41'44.51"K	27°7'4.94"D
	Bademli	39°1'54.78"K	26°49'37.18"D
	Çandarlı	38°1'17.73"K	26°56'9.22"D
	Deliktaş	38°59'28.95"K	26°55'41.53"D
	Esentepe	39°1'27.66"K	26°54'38.72"D
	Zeytindağ	38°58'29.49"K	27°4'25.00"D
MANİSA	Akhisar	38°55'5.72"K	27°50'36.31"D
	Kırkağaç	39°6'25.72"K	27°40'25.92"D
	Bakır	39°4'52.02"K	27°42'13.80"D
	Zeytinliova	38°58'39.82"K	27°42'13.80"D
	Develi	38°42'11.27"K	27°38'12.26"D
	Saruhanlı	38°44'8.02"K	27°34'7.89"D



Şekil 3.1. Örnek toplanan lokasyonların coğrafi dağılımı

3.2. Yöntemler

3.2.1. Serbest Yağ Asitliği Değeri

Zeytinyağlarında serbest yağ asitliği değeri en önemli kalite unsuru olup zeytinyağların sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Serbest yağ asitliği zamanla lipaz enzimi, ısı, ışık gibi etkenlerden etkilenecek artmaktadır. Bu artış ransidite ya da acılaşıma adı verilen kalite kusurlarının oluşmasına yol açmaktadır.

Örneklere serbest asitlik tayini, AOCS'nin Ca-5a-40 [201] yöntemine göre yapılmıştır.

3.2.2. Peroksit Sayısı

Peroksit sayısı, yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsü olup 1000 g yağda bulunan peroksit olarak bağlı olan oksijenin milieşdeğer gram olarak miktarıdır. Aynı terim KI'ü, I₂'ye yükseltgeyen aktif oksijenin miliekivalent ağırlığı olarak da tanımlanabilmektedir. Analiz, yağın bozulma derecesi ve raf ömrü hakkında bilgi vermektedir.

Peroksit değeri tayini, AOCS'nin Cd 8-53 [202] yöntemine göre yapılmıştır.

3.2.3. Özgül Soğurma Değerleri

UV özgül soğurma analizi Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Analiz Metotları Tebliği'nde [7] verilen metoda göre yapılmıştır.

Sırasıyla 232, 266, 270 ve 274 nm dalga boyunda yapılan absorbans ölçümlerinden K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri hesaplanmıştır.

3.2.4. Renk Ölçümleri

Renk analizi için 3 ml zeytinyağı küvet içine alınıp ve renk değerlerinden *L* (parlaklık), *a** (yeşil-kırmızı) ve *b** (mavi-sarı) indisleri spektrofotometre (Minolta Spectrophotometer, CM-3600d, Japan) cihazında okunmuştur.

3.2.5. İndüksiyon Süresinin Belirlenmesi

İndüksiyon periyodu, ısı işlem sonucu oluşan parçalanma ürünlerinin damıtık suya transfer olması sonucu, saf suyun iletkenliğinde oluşan değişimle ölçülmektedir. Literatürde Ransimat testi olarak bilinen testin uygulanmasında Gutierrez [203] metodu esas alınmıştır. Yönteme göre örneklerden 3.00±0.02 g örnek tartılmış, 120°C'de (ΔT:1.60°C) ve 20 mL/saat hava akış hızında Ransimat 743 cihazı (Metrohm AG, Herisau, İsviçre) kullanılarak yapılmış ve yağın indüksiyon periyodu (oksidasyon kararlılığı, indirgenme süresi) saat olarak tespit edilmiştir.

3.2.6. Yağ Asidi Profilinin Belirlenmesi

Yağ asidi dağılımı zeytinyağlarında saflık kriterleri arasında yer almaktadır. Analiz, Uluslararası Zeytinyağı Konseyi (IOOC) metoduna göre yapılmıştır [204].

Yağ asitlerinin metil esterleri Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'nin "A" metoduna göre hazırlanmıştır [210].

Zeytinyağı örnekleri üzerine 4 ml heptan eklenmiş ve ardından çalkalanmıştır. Daha sonra 0.4 ml metanollü potasyum hidroksit çözeltisi ilave edilerek 2 dakika karıştırılmış ve faz ayrımı gerçekleşmesi için 5 dakika santrifüjlenmiştir. 15 dakika bekleme süresinden sonra berrak üst kısımdan örnek alınarak GC viallerine aktarılmış ve GC cihazına verilmiştir. Piklerin yüzde alanları kullanılarak yağ asidi kompozisyonu ve oranları tespit edilmiştir.

Analizde kullanılan cihaz, Alev iyonizasyon (FID) dedektör monteli TRACE™ Ultra Gaz kromatografisi olup analizde HP 88, J&W 112-88A7 kolonu (100 m, 0.25 mm iç çap, 0.20 µm partikül boyutu) tercih edilmiştir.

Sıcaklık programı ise başlangıçta 100°C olup dakikada 4°C artarak 240°C ile sonlandırılmıştır. Analizde enjeksiyon sıcaklığı 240°C, dedektör sıcaklığı 250°C ve split oranı 1:40 olarak ayarlanmıştır. Analizde kullanılan taşıyıcı gaz Helyum olup dakikada akış hızı 1 ml'dir.

3.2.7. Aroma Profilinin Belirlenmesi

Katı faz mikro ekstraksiyon (SPME), gıdalarda ve özellikle uçucu aroma profilin belirlenmesinde son yıllarda popülerite kazanan basit, hızlı ve ekonomik bir ekstraksiyon yöntemi olup örnek hazırlama, ekstrakte etme, konsantre hale getirme gibi birçok işlemi tek bir basamağa indirgeyen çok yönlü bir tekniktir. SPME, GC veya GC-MS ile birlikte özellikle uçucu ve yarı uçucu organik bileşiklerin ekstraksiyonunda kullanılmaktadır. Bu teknik, SPME fiber üzerine uçucu ve yarı uçucu maddelerin adsorbsiyonu ve bu maddelerin gaz kromatografisi enjeksiyon portuna yerleştirilen SPME fiberden termal olarak GC kolonuna desorbsiyonu ilkesine dayanmaktadır. SPME değişik fonksiyonel gruplara sahip aroma bileşiklerini tanımlanmasında başarı ile kullanılmaktadır [205].

Uçucu aroma bileşenleri analizi için yaklaşık 3 g örnek 20 mL'lik amber headspace viallerine alınarak ağzı hava sızdırmaz silikon/PTFE kapakla kapatılmıştır. Bu vialler, 40°C'de 30 dk tutularak örneğin dengeye gelmesi sağlanmıştır. İki cm fiber (DVB/CARB/PDMS), SPME örnekleyici iğnesi ile viallere daldırılmış ve sabit 40°C'de 30 dk süre ile tepe boşluğundaki uçucu bileşenleri adsorbe etmiştir.

Son olarak fiber gaz kromatografi cihazının enjeksiyon portunda 5 dakika süre ile bekletilerek, yakalanan uçucu bileşenler desorbe edilmiş, GC-MS sisteminin kolonuna gönderilmiştir.

Analizlerde TR WAX MS 60 kapiler kolon (60 m uzunluk, 0,25 mm iç çap ve 0,25 µm partikül boyutu) kullanılmıştır.

Kolona uygulanan sıcaklık programı 40°C'de 10 dk sabit sıcaklık, 40°C-240°C arasında 3°C/dk artan sıcaklık, 240°C 15 dk sabit sıcaklık şeklindedir.

Taşıyıcı gaz Helyum olup (akış hızı: 1 ml/dk), splitless modda enjeksiyon yapılmıştır.

GC/MS analizlerin yapıldığı her gün hem kolona, hem de fibere aynı yöntemle şartlandırma yapılarak, muhtemel kirlilikler önlenmiştir.

GC/MS ile tespit edilen bileşenlerin kütle spektrumları ve kütle izotopları tek tek hesaplanarak (Scientific Instrument Services 1027 Old York Rd, Ringoes; ChemCalc, Institute of Chemical Sciences and Engineering ISIC, 2013) teşhis yoluna gidilmiştir. Ayrıca, Wiley ve NIST kütüphaneleri de kullanılmıştır.

Uçucu bileşiklerin miktarları 4-metil-2-pentanolün internal standart olarak kullanılması ile ppm olarak hesaplanmıştır.

Uçucu bileşen analiz sonuçlarının değerlendirilmesi, zeytinyağının sahip olduğu karakteristik aromayı oluşturan bileşenler aldehitler, alkoller, düz zincirli hidrokarbonlar, esterler, halkalı hidrokarbonlar, ketonlar ve organik asitler şeklinde sınıflandırılarak yapılmıştır.

3.2.8. Raman Spektrumlarının Belirlenmesi

Raman spektroskopisi sistemi; lazer kaynağı, numune ışınlama sistemi ve spektrometre olmak üzere üç ana bileşenden oluşmaktadır. Işık kaynağı olarak yüksek şiddete ışın sağlayabildikleri için lazerler kullanılmaktadır. Raman spektroskopisinde dedektör olarak ise foto çoğaltıcı tüp ya da yük-eşleşmiş dedektör (CCD) kullanılmıştır.

Mevcut çalışma kapsamında 785 nm lazer kaynağı ve soğutulmuş yük eşleşmiş detektöre sahip DeltaNu Examiner Raman Mikroskop (Deltanu Inc., Laramie, Wyoming, ABD) kullanılmıştır. Cihaz parametreleri 100 mW lazer gücü ve 45 sn örnek-lazer etkileşim süresi olarak ayarlanmıştır.

Kullanılan Raman sistemi 200 ile 2000 cm^{-1} dalga sayıları arasında ölçüm almakta olup 2 cm^{-1} çözünürlüğe sahiptir.

Buzdolabından çıkarılan örnekler, 50°C'de (1 saat) tutulduktan sonra Raman kuvvetlerine alınmıştır. Yapılan 3 ölçümün ortalaması alınarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

3.2.9. Veri İşleme ve İstatistik Analizler

Araştırmada elde edilen sonuçların istatistik değerlendirilmesi SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır (SPSS 17, Inc. Chicago, IL). Grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı Varyans Analiz Tekniği (ANOVA) uygulanarak hesaplanmıştır. ANOVA sonucunda, gerekli durumlarda gruplar arası farkın önem derecesi Duncan testi uygulanarak hesaplanmıştır.

Raman datasının istatistiki değerlendirmesinde (PCA) Eigenvector firmasından temin edilen versiyon 7.0 Solo Bağımsız Kemometrik Yazılımı (Eigenvector Research Inc., Wenatchee, WA, ABD) ve veri analizinde MATLAB® (Matlab 7.0, The Mathworks, Natick, MA, A.B.D) paket programları kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tez kapsamında incelenen natürel zeytinyağı örnekleri, sırasıyla Balıkesir (Ayvalık, Burhaniye, Edremit, Gömeç ve Havran), Çanakkale (Ayvacık, Ezine ve Merkez), İzmir (Bergama, Bornova ve Dikili) ile Manisa (Akhisar, Kırkağaç ve Saruhanlı) illerinden toplanan Ayvalık çeşidi zeytinlerden elde edilmiştir.

Zeytin numuneleri 2012 (var yılı), 2013 (yok yılı) ve 2014 (var yılı) olmak üzere ardışık üç hasat sezonunda elle toplanmıştır. Buna göre toplamda Balıkesir ilinden 115, Çanakkale ilinden 42, İzmir ilinden 31 ve Manisa illinden 27 olmak üzere 215 zeytinyağı örneği hazırlanmıştır. Örneklerde serbest asitlik, peroksit değeri, UV absorpsiyon değerleri (K_{232} ve K_{270}) gibi bazı kalite parametreleri ile renk değerleri (L , a^* , b^*), oksidasyon stabiliteleri (ransimat), uçucu aroma bileşenleri ve yağ asidi profilleri belirlenmiştir.

Analiz sonuçları lokasyon temelinde, hasat yıllarına göre verilmiştir.

4.1. Serbest Asitlik Değerleri

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliğine göre [7] zeytinyağının natürel sızma olarak değerlendirilmesi için serbest yağ asitliklerin en fazla % 0.8 olması gerekmektedir. Bu nedenle % 0.8 üzerindeki değerler istatistiksel değerlendirmeye katılmamıştır.

Tez kapsamında incelenen natürel sızma zeytinyağlarının oleik asit cinsinden ortalama serbest yağ asitliği değerleri üzerine (**Çizelge 4.1**) hasat sezonu ve lokasyon etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$).

Ortalama serbest yağ asitliği değeri, Çanakkale lokasyonlu örneklerde 2012 yılında % 0.4, 2013 yılında % 0.6 ve 2014 yılında % 0.5; Balıkesir kökenli örneklerde 2012 yılında % 0.5, 2013 yılında % 0.6 ve 2014 yılında % 0.5; İzmir ili örneklerinde 2012 yılında % 0.3, 2013 yılında % 0.3 ve 2014 yılında % 0.4; Manisa kökenli örneklerde ise 2012 yılında % 0.4, 2013 yılında % 0.3 ve 2014 yılında % 0.5 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında ortalama serbest asitlik değerleri (%)

Coğrafi Orijin	2012 <i>p<0,05</i>	2013 <i>p<0,05</i>	2014 <i>p<0,05</i>
Balıkesir-Ayvalık	0.4±0.1 cAB	0.6±0.0 aA	0.4±0.2 bcB
Balıkesir-Burhaniye	0.4±0.1 cB	0.7±0.0 aA	0.5±0.1 abB
Balıkesir-Edremit	0.6±0.1 abA	0.6±0.1 aA	0.4±0.2 bcB
Balıkesir-Gömeç	0.6±0.2 a	<i>dkl</i>	0.6±0.1 a
Balıkesir-Havran	0.3±0.1 c B	0.3±0.0 ba	0.4±0.1 bcB
Çanakkale-Ayvacık	0.4±0.1 bc	<i>dl</i>	0.5±0.1 ab
Çanakkale-Ezine	0.3±0.1 cB	0.6±0.0 aA	0.4±0.1 bcB
Çanakkale-Merkez	<i>dl</i>	0.6±0.1 a	<i>dl</i>
İzmir-Bergama	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.5±0.1 a
İzmir-Bornova	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.3±0.1 c
İzmir-Dikili	0.3±0.1 c	0.3±0.0 b	0.3±0.1 c
Manisa-Akhisar	0.4±0.1 bcAB	0.3±0.1 baB	0.6±0.1 aA
Manisa-Kırkağaç	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.3±0.1 c
Manisa-Saruhanlı	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.5±0.1 ab

Türk Gıda Kodeksine [7] göre natürel sızma zeytinyağlarında % serbest asitlik en fazla % 0.8 (g oleik asit cinsinden) olmalıdır.

dl: değerlendirilmeyen lokasyon (örnek temin edilememiştir)

dkl: değerlendirmeye katılmayan lokasyon (analiz sonuçlarının tümü yasal limit dışında değerlere sahip olduğu için değerlendirilmeye katılmamıştır)

Lokasyonlar arası istatistiksel farklılık küçük harflerle, hasat yılları arası istatistiksel farklılık büyük harflerle gösterilmiştir

Manisa ili hariç tüm kıyı illerinde ve alt lokasyonlarında, yok yılında (2013) serbest yağ asitliği değerleri artış göstermiştir. Bu lokasyonlardaki serbest yağ asitliği değerinde görülen artışın nedeni olarak, 2013 hasat yılında bölgede görülen zeytin sineği zararlısı (*Bacterocera oleae*) olduğu düşünülmektedir.

2012 hasat yılında, Çanakkale ilinde çalışılan alt lokasyonlar (Ayvacık ve Ezine) arasında ve Balıkesir ili alt lokasyonlarından Edremit ve Gömeç arasında önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Buna karşılık, Balıkesir Edremit ve Gömeç lokasyonlu örneklerin serbest yağ asitliği değeri Ayvalık, Burhaniye ve Havran örneklerinden daha yüksek bulunmuştur.

2013 hasat yılı sonuçlarına göre İzmir Dikili, Manisa Akhisar ve Balıkesir Havran örneklerinin diğer örneklerden daha düşük yağ asitliği değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

2014 hasat yılında bir önceki yıla oranla daha fazla örnekle çalışılmış, en düşük serbest yağ asitliği değerleri Bornova, Dikili ve Manisa Kırkağaç'ta, en yüksek serbest asitlik değerleri ise Manisa Akhisar ve Balıkesir Gömeç lokasyonlarında tespit edilmiştir.

Aynı yıl (2014), iller bazında değerlendirme yapıldığında; Çanakkale lokasyonları arasında önemli bir farklılık tespit edilemezken, Balıkesir Gömeç, Manisa Akhisar ve Saruhanlı ile İzmir Bergama örnekleri diğer lokasyonlara göre daha yüksek serbest yağ asitliği değerlerine sahip oldukları görülmüştür.

Serbest yağ asitliği değerleri üzerine hasat sezonunun etkisi incelendiğinde (**Çizelge 4.1**) Çanakkale Ezine, Balıkesir Ayvalık, Burhaniye, Edremit ve Havran ile Manisa Akhisar lokasyonlu örnekler arasında hasat yılları bakımından anlamlı fark görülmüştür ($p<0,05$).

4.2. Peroksit Sayısı

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliğine göre [7] zeytinyağının natürel sızma olarak değerlendirilmesi için peroksit değerinin en fazla 20 meq aktif oksijen/kg yağ olması gerekmektedir. Bu nedenle 20 meq aktif oksijen/kg yağın üzerindeki peroksit sayısı istatistiksel değerlendirmeye katılmamıştır.

Tez kapsamında incelenen natürel sızma zeytinyağlarının peroksit sayısı (**Çizelge 4.2**) üzerine hasat yılı ve lokasyon etkisinin önemli olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Balıkesir ili örneklerinde elde edilen ortalama peroksit sayısı 2012 yılında 10.4 meq aktif oksijen/kg yağ, 2013 yılında 11 meq aktif oksijen/kg yağ ve 2014 yılında ise 7.4 meq aktif oksijen/kg yağ olarak belirlenmiştir.

Çanakkale ilinde elde edilen ortalama peroksit sayısı 2012 yılında 12 meq aktif oksijen/kg yağ, 2013 yılında 11.5 meq aktif oksijen/kg yağ ve 2014 yılında 7 meq aktif oksijen/kg yağ olarak tespit edilmiştir.

İzmir ilinde elde edilen ortalama peroksit sayısı 2012 yılında 9 meq aktif oksijen/kg yağ, 2013 yılında 11 meq aktif oksijen/kg yağ ve 2014 yılında 7 meq aktif oksijen/kg yağ olarak belirlenmiştir.

Manisa Akhisar lokasyonunda elde edilen ortalama peroksit sayısı 2012 yılında 8 meq aktif oksijen/kg yağ, 2013 yılında 13 meq aktif oksijen/kg yağ ve 2014 yılında 6 meq aktif oksijen/kg yağ şeklindedir.

2012 yılında peroksit sayısı bakımından Çanakkale Ayvacık ve Çanakkale Ezine örnekleri arasında fark olduğu, Ayvacık örneklerine ait değerlerin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Balıkesir’de Ayvalık ve Burhaniye örnekleri aynı grupta yer alırken Balıkesir Edremit lokasyonlu örneklerden daha düşük peroksit sayısına sahip oldukları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında peroksit sayısı (meq aktif oksijen/kg yağ)

Coğrafi Orijin	2012 <i>p<0,05</i>	2013 <i>p<0,05</i>	2014 <i>p<0,05</i>
Balıkesir-Ayvalık	9±1.0cA	11±1.6abA	6±1.4abB
Balıkesir-Burhaniye	9±2.5cAB	11±1.2abA	8±2.2abB
Balıkesir-Edremit	12±3.6abA	11±2.7abA	7±1.7abB
Balıkesir-Gömeç	11±2.4bc	9±1.0b	8±2.0ab
Balıkesir-Havran	11±2.2bc	13±0.0ab	8±1.3ab
Çanakkale-Ayvacık	14±2.0aA	dl	7±1.1abB
Çanakkale-Ezine	10±1.5bcB	14±0.0aA	7±2.4abC
Çanakkale-Merkez	dl	9±1.8b	dl
İzmir-Bergama	dl	dl	6±1.8b
İzmir-Bornova	dl	dl	6±1.2b
İzmir-Dikili	9±2.1c	11±1.3ab	8±2.4a
Manisa-Akhisar	8±2.5cB	13±1.6 abA	6±1.8abB
Manisa-Kırkağaç	dl	dl	3±1.3c
Manisa-Saruhanlı	dl	dl	5±1.8b

Türk Gıda Kodeksine [7] göre, natürel sızma zeytinyağlarında peroksit değeri en fazla 20 meq aktif oksijen/kg yağ olmalıdır.

dl: değerlendirilmeyen lokasyon (örnek temin edilememiştir)

Lokasyonlar arası istatistiksel farklılık küçük harflerle, hasat yılları arası istatistiksel farklılık büyük harflerle gösterilmiştir

2013 hasat yılında Çanakkale Ezine örneklerine ait değerler Çanakkale Merkez örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur.

2014 hasat yılı örneklerinde Manisa ilinde Kırkağaç lokasyonlu örneklerin diğer lokasyonlu örneklerden (Akhisar ve Saruhanlı), İzmir ilinde de Dikili lokasyonlu örneklerin Bergama ve Bornova lokasyonlu örneklerden ayrıldığı görülmüştür. Manisa Kırkağaç diğer Manisa lokasyonlu örneklerden daha düşük, İzmir Dikili örnekleri ise diğer İzmir lokasyonlu örneklerden daha yüksek peroksit değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. 2014 hasat yılında, Balıkesir ve Çanakkale alt lokasyonları arasında peroksit sayıları bakımından önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Hasat yılları arasında peroksit sayıları bakımından yapılan istatistik değerlendirmede sadece İzmir Dikili lokasyonlu örneklerde üç hasat yılı arasında önemli fark olmadığı görülmüştür ($p>0,05$).

4.3. Ultraviyole Işığında Özgül Soğurma Değerleri

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Prina Yağı Tebliği'ne göre [7] zeytinyağının natürel sızma olarak değerlendirilmesi için hesaplanan K_{232} değerinin en fazla 2.5, K_{270} değerinin ise en fazla 0.22 gerekmektedir. Tez kapsamında incelenen natürel sızma zeytinyağlarına ait K_{232} değerleri **Çizelge 4.3**'te K_{270} değerleri ise **Çizelge 4.4**'te verilmiştir. K_{232} ve K_{270} değerleri bakımından Türk Gıda Kodeksinde verilen limit değerden daha yüksek değere sahip örnekler istatistiksel değerlendirmeye katılmamışlardır.

Çizelge 4.3. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında K_{232} değerleri

Coğrafi Orijin	2012	2013	2014
	$p<0,05$	$p<0,05$	$p<0,05$
Balıkesir-Ayvalık	2.2±0.1aA	2.1±0.3aA	1.9±0.2abcB
Balıkesir-Burhaniye	2.2±0.2aA	1.5±0.0bC	1.9±0.0abcB
Balıkesir-Edremit	1.8±0.4b	2.1±0.2a	2.0±0.2abc
Balıkesir-Gömeç	2.1±0.4ab	dkl	2.0±0.2ab
Balıkesir-Havran	2.1±0.2ab	1.9±0.0a	1.9±0.2abc
Çanakkale-Ayvacık	2.2±0.1a	dl	2.1±0.2ab
Çanakkale-Ezine	2.0±0.4ab	1.9±0.0a	1.7±0.2cd
Çanakkale-Merkez	dl	2.0±0.0a	dl
İzmir-Bergama	dl	dl	2.0±0.2ab
İzmir-Bornova	dl	dl	1.6±0.0d
İzmir-Dikili	2.3±0.1aA	2.0±0.6aA	1.7±0.2cdB
Manisa-Akhisar	2.0±0.4ab	dkl	1.9±0.2abc
Manisa-Kırkağaç	dl	dl	1.8±0.1bc
Manisa-Saruhanlı	dl	dl	2.2±0.1a

Türk Gıda Kodeksine göre [7] natürel sızma zeytinyağlarında hesaplanan K_{232} değerleri en fazla 2.5 olmalıdır.

dl: değerlendirilmeyen lokasyon (örnek temin edilememiştir)

dkl: değerlendirmeye katılmayan lokasyon (analiz sonuçlarının tümü yasal limit dışında değerlere sahip olduğu için değerlendirilmeye katılmamıştır)

Lokasyonlar arası istatistiksel farklılık küçük harflerle, hasat yılları arası istatistiksel farklılık büyük harflerle gösterilmiştir

2012 hasat yılında hesaplanan ortalama K_{232} değerleri Balıkesir ili örneklerinde 2.08, Çanakkale ili örneklerinde 2.10, İzmir lokasyonlu örneklerde 2.30 ve Manisa lokasyonlu örneklerde 2.00 şeklindedir. Görüldüğü gibi, il ortalamaları tebliğde izin verilen değerden daha düşüktür. 2013 hasat yılında hesaplanan ortalama K_{232} değerleri Balıkesir ili örneklerinde 1.90, Çanakkale ili örneklerinde 1.95, İzmir lokasyonlu örneklerde 2.00 olarak tespit edilmiştir. 2014 hasat yılında hesaplanan ortalama K_{232} değerleri Balıkesir ili örneklerinde 1.94, Çanakkale ili örneklerinde 1.90, İzmir lokasyonlu örneklerde 1.77 ve Manisa lokasyonlu örneklerde 1.97 şeklindedir.

K_{232} değerleri hem hasat yılları hem de lokasyonlar arasında önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). Yok yılında (2013) en düşük K_{232} değeri Burhaniye lokasyonlu örneklerde tespit edilmiş ve Burhaniye istatistiki olarak diğer gruplardan farklı ($p<0,05$) bulunmuştur.

2014 yılında K_{232} değeri bakımından Çanakkale ili örnekleri arasında (Ayvacık ve Ezine) lokasyon bazında önemli fark olduğu görülmüştür. Manisa ilinde Saruhanlı örnekleri, İzmir’de ise Bornova örnekleri diğer lokasyonlardan ayrılmaktadır ($p<0,05$). Balıkesir ilinde ise lokasyonlar arasında önemli bir fark yoktur ($p>0,05$).

Çizelge 4.4. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında K_{270} değerleri

Coğrafi Orijin	2012 $p<0,05$	2013	2014
Balıkesir-Ayvalık	0.20±0.02 aA	<i>dkl</i>	0.11±0.01 B
Balıkesir-Burhaniye	0.19±0.00 abA	0.20±0.00 A	0.15±0.00 B
Balıkesir-Edremit	0.18±0.01 abA	0.19±0.03 A	0.14±0.03 B
Balıkesir-Gömeç	0.16±0.05 abB	0.22±0.00 A	0.16±0.04 B
Balıkesir-Havran	0.19±0.02 abA	0.19±0.00 A	0.14±0.01 B
Çanakkale-Ayvacık	0.18±0.00 abA	<i>dl</i>	0.13±0.03 B
Çanakkale-Ezine	0.14±0.02 bB	0.21±0.00 A	0.13±0.02 B
Çanakkale-Merkez	<i>dl</i>	0.20±0.00	<i>dl</i>
İzmir-Bergama	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.14±0.02
İzmir-Bornova	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.11±0.02
İzmir-Dikili	0.21±0.00 aA	0.17±0.00 A	0.12±0.03 B
Manisa-Akhisar	0.18±0.04 ab	<i>dkl</i>	0.14±0.02
Manisa-Kırkağaç	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.11±0.02
Manisa-Saruhanlı	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.13±0.03

Türk Gıda Kodeksine göre [7] natürel sızma zeytinyağlarında hesaplanan K_{270} değerleri en fazla 0.22 olmalıdır.

dl: değerlendirilmeyen lokasyon (örnek temin edilememiştir)

dkl: değerlendirmeye katılmayan lokasyon (analiz sonuçlarının tümü yasal limit dışında değerlere sahip olduğu için değerlendirilmeye kaulmamıştır)

Lokasyonlar arası istatistiksel farklılık küçük harflerle, hasat yılları arası istatistiksel farklılık büyük harflerle gösterilmiştir

2012 hasat yılında ortalama K_{270} değerleri Balıkesir ili örneklerinde 0.18, Çanakkale ili örneklerinde 0.16, İzmir lokasyonlu örneklerde 0.21 ve Manisa lokasyonlu örneklerde ise 0.18 olarak hesaplanmıştır. 2013 hasat yılında hesaplanan ortalama K_{270} değerleri ise Balıkesir ili örneklerinde 0.20, Çanakkale ili örneklerinde 0.21, İzmir lokasyonlu örneklerde 0.17 şeklindedir. K_{270} değerlerine göre Çanakkale ili örnekleri hariç tüm lokasyonlardan elde edilen zeytinyağlarında natürel sızma sınıfına girmeyen örnekler mevcuttur. 2014 hasat yılında hesaplanan ortalama K_{270} değerleri Balıkesir ili örneklerinde 0.14, Çanakkale ili örneklerinde 0.13, İzmir’de 0.12 ve Manisa lokasyonlu örneklerde 0.13 şeklindedir.

Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarının hesaplanan K_{270} değerleri arasında 2012 hasat yılı hariç önemli bir fark yoktur ($p<0,05$). 2012 hasat yılında Çanakkale Ezine, Balıkesir Ayvalık ve İzmir Dikili örnekleri diğer lokasyonlardan farklı bulunmuştur.

Hasat yılları arasında ise Manisa Akhisar örnekleri hariç diğer tüm örneklerin K_{270} değerleri arasında önemli fark ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.4**). Genel olarak 2014 hasat yılında tüm lokasyonlarda daha düşük K_{270} değerleri elde edilmiştir.

Serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve UV absorbans (K_{232} ve K_{270}) değerlerini içeren kalite parametreleri sonuçlarına ilişkin literatür uyumuna bakıldığında aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

2012, 2013 ve 2014 hasat yıllarında Ayvalık çeşidinden elde edilen farklı coğrafi orijinli zeytinyağlarına ait sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; serbest yağ asitliği % 0.2-1.7 arasında, peroksit değerleri 2-24 meq aktif oksijen/kg yağ arasında, K_{232} değerleri 1.5-3.1 arasında ve K_{270} değerleri 0.09-0.56 arasında değişim göstermiştir. Bu sonuçlara bakıldığında, hem var yılı hem de yok yılında Kuzey Ege bölgesinde farklı coğrafi alanlardan toplanan Ayvalık çeşidi zeytinyağlarında Türk Gıda Kodeksi'ne uymayan ve natürel sızma grubuna girmeyen örnekler olduğu görülmektedir. Natürel sızma grubuna girmeyen örnek sayısı yok yılında daha fazla olup bu değerler istatistik değerlendirmeye katılmamıştır. Elde edilen bu sonuçlar kısmen literatür ile uyumlu bulunmuştur.

2002 hasat yılı Ayvalık çeşitlerine ait zeytinyağlarında serbest yağ asitliği % 0.36-3.45 aralığında; 2003 hasat yılı zeytinyağlarında % 0.83-5.10 ve 2004 hasat yılı zeytinyağlarında ise % 0.86-6.27 aralığında bulunmuştur [206]. 2005 ve 2006 hasat yılı Ayvalık orijinli zeytinyağlarında peroksit değerleri sırasıyla 14-49 meq aktif oksijen/kg yağ ve 9-25 meq aktif oksijen /kg yağ olarak bildirilmiştir [87]. 2005 ve 2006 yıllarında Ayvalık çeşidinden elde edilen zeytinyağlarında yürütülen farklı bir araştırmada ise İzmir lokasyonlu örneklerde serbest yağ asitliği hasat yıllarına göre sırasıyla % 0.24 ve % 0.31; Balıkesir lokasyonlu örneklerde % 0.17 ve % 0.80 olarak tespit edilmiştir [207]. 2005 hasat yılında farklı araştırmacılar tarafından yine Ayvalık çeşidi zeytinyağlarında yapılan incelemede, serbest yağ asitliği değerlerinin % 0.37-9.47 arasında değiştiği; peroksit değerinin dört örnekte limit değerin dışında olduğu ve en düşük 8.1 meq aktif oksijen/kg yağ olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Çanakkale ilçelerinden temin edilen bu zeytinyağlarında K_{232} ve K_{270} değerleri sırasıyla 2.00-2.96 ve 0.11-0.33 şeklinde tespit edilmiştir [208].

2006 ve 2007 hasat yıllarında Ayvalık çeşidi zeytinyağlarında serbest yağ asitliği % 0.19-0.42 arasında, peroksit değerleri ise 2.96-4.58 meq aktif oksijen/kg yağ aralığında bulunmuştur. Çalışmada, Ayvalık çeşidinden farklı yüksekliklerden toplanan zeytinlerden ekstrakte edilen zeytinyağları hasat yılı ve olgunlaşma dönemlerinin farklılığı incelenmiş K_{232} ve K_{270} değerlerinin sırasıyla 1.13-1.82 ve 0.07-0.15 arasında olduğu bildirilmiştir [209]. Diğer bir çalışmada serbest yağ asitlik değerlerinin ise 2006 yılı için % 0.63-0.90 ve 2007 yılı için 0.59-0.82 arasında bulunmuştur [210]. Farklı çeşitlerin erken hasat sızma zeytinyağlarında peroksit değerleri 1.13-26.02 meq aktif oksijen/kg yağ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada örneklerin % 16.7'si sınır değer olan 20 meq aktif oksijen/kg yağ değerinin üzerine çıkmıştır. Aynı çalışmada K_{232} değerleri Kuzey Ege Bölgesi için 1.69-3.02 ve K_{270} değerleri 0.09-0.21 olarak bulunmuştur [155]. Ardışık iki hasat yılı boyunca farklı çeşitler (Ayvalık, Memecik, Gemlik, Halhalı, Haşebi, Karamani, Domat, Uslu, Nizip Ve Kilis Yağlık) üzerine çalışılmış ancak Ayvalık çeşitlerinde birinci yıl serbest asitlik % 0.32-0.65 arasında, ikinci yıl ise % 0.27-0.76 arasında bulunmuştur. Çalışmanın ilk yıl örneklerinde Ayvalık çeşidinde K_{232} değerleri 1.52 ve 2.22 arasında; K_{270} değerleri ise 0.08 ve 0.13 arasında değişkenlik göstermiştir [193]. Özetlenen bu literatür bilgileri ışığında, hemen hemen tüm çalışmalarda Ayvalık çeşidi zeytin yağlarında serbest yağ asitliği, peroksit ve özgül absorban değerleri bakımından, natürel sızma sınıfı yağlar için verilen limit değerlerden sapmalar olduğu ve limit dışında kalan örnek sayısının hasat yılları ve lokasyonlar arasında değiştiği görülmektedir.

4.4. L , a^* ve b^* Değerleri

Renk zeytinyağları için bir kalite kriteri olmayıp ulusal ve uluslararası regülasyonlarda renk değerleri bakımından bir sınırlandırma bulunmamaktadır. Ancak, pek çok gıdada olduğu gibi zeytinyağında da tüketicilerce belirli bir renk beklentisi bulunmaktadır. Zeytinyağında arzulanan renk subjektif olup kişiden kişiye değişiklik göstermektedir. Kolorimetrik analizler objektif metotlara dayanmakta olup tez kapsamında incelenen natürel sızma zeytinyağlarında Hunter renk skalası ile ölçülen L , a^* ve b^* değerleri sırasıyla Çizelge 4.5, 4.6 ve 4.7'de verilmiştir. Buna göre, çalışılan var yılları arasında (2012 ve 2014) L^* (parlaklık) ve b^* (sarı-mavi) değerleri yönünden istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken ($p < 0,05$); a^* (yeşil-kırmızı) değerleri ise tüm hasat yıllarında lokasyonlar arasında anlamlı farklılık göstermiştir ($p < 0,05$).

2012 yılında Balıkesir Gömeç örnekleri L değerleri bakımından Balıkesir Edremit ve Balıkesir Havran, Manisa Akhisar, İzmir Dikili örnekleri ile tüm Çanakkale örneklerinden önemli derecede farklı bulunmuştur ($p<0,05$). 2014 yılında ise İzmir Bornova örnekleri, Manisa Kırkağaç ve Akhisar, Balıkesir Ayvalık, Burhaniye ve Havran ile Çanakkale Ayvacık örneklerinden farklı bulunmuştur ($p<0,05$). L değeri bakımından hasat yılları arasında yapılan istatistik değerlendirmede, İzmir Dikili, Manisa Akhisar ve Balıkesir Gömeç, Edremit ve Burhaniye ile Çanakkale Ezine ($p<0,05$) örnekleri arasında fark tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında L değerleri

Coğrafi Orijin	2012 <i>p<0,05</i>	2013	2014 <i>p<0,05</i>
Balıkesir-Ayvalık	34.6±0.4 ab	34.0±3.0	32.6±2.0 a
Balıkesir-Burhaniye	34.7±1.5 abA	35.0±0.3 A	31.7±1.8 aB
Balıkesir-Edremit	33.3±0.2 aA	34.1±1.5 A	31.2±2.6 abB
Balıkesir-Gömeç	35.8±0.7 aA	33.7±0.7 AB	31.3±2.8 abB
Balıkesir-Havran	33.1±0.8 b	<i>dl</i>	32.3±1.7 a
Çanakkale-Ayvacık	32.5±3.0 b	<i>dl</i>	32.0±1.9 a
Çanakkale-Ezine	33.0±1.7 bA	35.1±0.3 A	30.1±1.6 abB
Çanakkale-Merkez	<i>dl</i>	36.1±0.2	<i>dl</i>
İzmir-Bergama	<i>dl</i>	<i>dl</i>	31.3±1.3 ab
İzmir-Bornova	<i>dl</i>	<i>dl</i>	28.8±1.4 b
İzmir-Dikili	32.6±0.0 bB	36.0±1.5 A	31.5±1.9 abB
Manisa-Akhisar	33.5±1.0 bAB	35.6±1.6 A	32.2±1.5 aB
Manisa-Kırkağaç	<i>dl</i>	<i>dl</i>	32.2±0.5 a
Manisa-Saruhanlı	<i>dl</i>	<i>dl</i>	31.4±1.8 ab

dl: değerlendirilmeyen lokasyon (örnek temin edilememiştir)

Lokasyonlar arası istatistiksel farklılık küçük harflerle, hasat yılları arası istatistiksel farklılık büyük harflerle gösterilmiştir

Pozitif a^* değer kırmızılık, negatif a^* değer ise yeşil renk göstergesi olup; her üç yıla ait örneklerde a^* değeri bakımından lokasyonlar arasında önemli fark olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Hasat yılları arasında yapılan istatistik değerlendirmede Çanakkale Ezine, Balıkesir Burhaniye, Edremit, Gömeç ve İzmir Dikili örneklerinde a değerleri bakımından önemli fark ($p<0,05$) tespit edilmiştir. 2013 hasat yılında İzmir Dikili örneği hariç diğer tüm lokasyonlarda en yüksek a^* değerleri tespit edilmiştir. Çanakkale Ezine ve Balıkesir Edremit örnkelerinde 2014 hasat yılında en düşük a^* değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında a^* değerleri

Coğrafi Orijin	2012 <i>p<0,05</i>	2013 <i>p<0,05</i>	2014 <i>p<0,05</i>
Balıkesir-Ayvalık	0.9±0.3 ab	1.3±0.6 bc	0.7±0.2 bcd
Balıkesir-Burhaniye	0.5±0.7 bB	1.5±0.0 abA	1.2±0.3 aA
Balıkesir-Edremit	1.5±0.1 aA	1.3±0.4 bcA	0.8±0.4 abcdB
Balıkesir-Gömeç	0.6±0.4 bB	2.2±0.2 aA	1.0±0.2 abcB
Balıkesir-Havran	0.7±0.6 ab	<i>dl</i>	0.9±0.2 abc
Çanakkale-Ayvacık	1.1±0.7 ab	<i>dl</i>	1.0±0.2 abc
Çanakkale-Ezine	0.9±0.1 abB	1.5±0.2 abA	0.5±0.1 dC
Çanakkale-Merkez	<i>dl</i>	0.6±0.1 c	<i>dl</i>
İzmir-Bergama	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.9±0.3 abc
İzmir-Bornova	<i>dl</i>	<i>dl</i>	0.6±0.2 cd
İzmir-Dikili	1.5±0.0 aA	0.8±0.2 bcB	1.2±0.5 aAB
Manisa-Akhisar	0.6±0.4 b	1.2±0.8 bc	1.0±0.1 abc
Manisa-Kırkağaç	<i>dl</i>	<i>dl</i>	1.1±0.3 ab
Manisa-Saruhanlı	<i>dl</i>	<i>dl</i>	1.0±0.4 abc

dl: değerlendirilmeyen lokasyon (örnek temin edilememiştir)

Lokasyonlar arası istatistiksel farklılık küçük harflerle, hasat yılları arası istatistiksel farklılık büyük harflerle gösterilmiştir

Pozitif b^* değeri sarı renk göstergesi olup var yılları arasında (2012 ve 2014) lokasyonlar arasında b^* değerleri yönünden anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

2012 yılında en yüksek b^* değeri Balıkesir Gömeç örneklerinde belirlenmiştir. 2014 hasat yılında ise Manisa Kırkağaç için en yüksek, İzmir Bornova için en düşük b^* değerleri elde edilmiştir. Ayrıca, hasat yılları arasında b^* değerleri bakımından farklılık sadece Çanakkale Ezine ve Balıkesir (Burhaniye, Edremit ve Gömeç) lokasyonlu örneklerde tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Kırkbeş zeytinyağı örneği ile yapılan bir çalışmada, L değerleri 21.99-33.17; a^* değerleri 0.47-3.49 ve b^* değerleri 22.47-3.49 arasında bulunmuştur [211].

2006 ve 2007 yıllarında, Manisa ilinden temin edilen Gemlik çeşidi zeytinlerin farklı hasat dönemlerinde toplanmasıyla elde edilen sızma zeytinyağlarında meydana gelen değişimler incelenmiştir. Renk ölçümleri Minolta Camera CR-300 cihazıyla yapılmış L değerleri 25.17-65.25, a^* değerleri -20.44-5.71 ve b^* değerleri -1.40-38.95 aralığında bulunmuştur [212].

2010-2011 hasat yılında Çanakkale orijinli farklı üretim tekniklerinin kullanıldığı 14 ticari zeytinyağında yapılan renk ölçümlerinde (Minolta Camera CR-200) L değerleri 43.29-48.16 arasında, a^* değerleri 0.36-3.09 arasında ve b^* değerleri -5.35-10.39 arasında değişkenlik göstermiştir [213].

Çizelge 4.7. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında *b** değerleri

Coğrafi Orijin	2012	2013	2014
Balıkesir-Ayvalık	10.4±1.0 ab	10.9±1.5	9.4±3.3 ab
Balıkesir-Burhaniye	10.1±1.7 abA	11.0±0.3 A	6.7±1.7 cdB
Balıkesir-Edremit	8.2±0.5 bAB	9.3±1.8 A	6.9±2.5 cdB
Balıkesir-Gömeç	11.8±0.9 aA	8.7±1.1 AB	6.0±3.1 cdB
Balıkesir-Havran	8.4±0.8 ab	<i>dl</i>	7.0±3.3 cd
Çanakkale-Ayvacık	6.9±5.2 b	<i>dl</i>	8.9±1.2 abc
Çanakkale-Ezine	7.5±2.7 bAB	10.9±0.6 A	5.6±2.0 cdB
Çanakkale-Merkez	<i>dl</i>	10.9±0.8	<i>dl</i>
İzmir-Bergama	<i>dl</i>	<i>dl</i>	8.3±2.5 abc
İzmir-Bornova	<i>dl</i>	<i>dl</i>	3.9±2.4 d
İzmir-Dikili	7.0±0.0 b	10.5±1.8	8.3±2.8 abc
Manisa-Akhisar	8.3±1.7 ab	11.5±2.1	8.5±1.8 abc
Manisa-Kırkağaç	<i>dl</i>	<i>dl</i>	11.0±1.0 a
Manisa-Saruhanlı	<i>dl</i>	<i>dl</i>	6.5±2.8 cd

dl: değerlendirilmeyen lokasyon (örnek temin edilememiştir)

Lokasyonlar arası istatistiksel farklılık küçük harflerle, hasat yılları arası istatistiksel farklılık büyük harflerle gösterilmiştir

Literatürde renk parametreleri ile ilgili açıklanan araştırma bulguları farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar, zeytinyağının elde edildiği zeytin çeşidinden, hasat zamanı ve şekline, uygulanan teknolojiye, muhafaza ve depolama koşullarına kadar birçok faktörün yanı sıra uygulanan analiz yönteminden ve kullanılan cihazdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.5. İndüksiyon Periyodu

Yağlarda oksidasyon ürünlerinin ortaya çıkması için belli koşullarda (sıcaklık, nem, oksijen varlığı, hava akış hızı, ışık vb.) belli bir süre geçmesi gerekmektedir. İndüksiyon periyodu olarak adlandırılan bu spesifik sürenin aşılmasından sonra otooksidasyon reaksiyonları hızlanmaktadır. İndüksiyon süresinin hızı ve uzunluğu öncelikle yağ asitlerindeki çift bağ sayısından etkilenmektedir. Doymamışlığın artması indüksiyon süresini kısaltmaktadır. Ayvalık çeşidi natürel sızma yağlarda indüksiyon periyodu üzerine lokasyonun etkisi, Ransimat cihazında gerçekleştirilmiş ve elde edilen analiz sonuçları **Çizelge 4.8**'de sunulmuştur. Buna göre, tüm hasat yıllarında coğrafi orijinler arasında indüksiyon periyodu bakımından istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Balıkesir Edremit ve Havran ile İzmir Dikili lokasyonlarında hasat yılları arasında da önemli fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.8. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında indüksiyon süreleri (saat)

Coğrafi Orijin	2012 <i>p<0,05</i>	2013 <i>p<0,05</i>	2014 <i>p<0,05</i>
Balıkesir-Ayvalık	7.82±4.69 ab	6.31±0.00 abc	6.44±1.73 c
Balıkesir-Burhaniye	9.85±2.97 ab	7.51±0.88 abc	7.04±2.00 bc
Balıkesir-Edremit	6.89±1.08 abAB	8.28±1.88 abA	6.09±1.88 cB
Balıkesir-Gömeç	6.39±2.30 b	5.42±0.68 bc	6.26±1.53 c
Balıkesir-Havran	6.66±1.18 bB	9.94±0.00 aA	6.76±1.31 bcB
Çanakkale-Ayvacık	6.76±3.17 ab	<i>dl</i>	5.58±1.86 c
Çanakkale-Ezine	8.31±3.70 ab	6.68±2.57 abc	10.32±0.52 a
Çanakkale-Merkez	<i>dl</i>	5.73±0.97 abc	<i>dl</i>
İzmir-Bergama	<i>dl</i>	<i>dl</i>	7.29±0.97 bc
İzmir-Bornova	<i>dl</i>	<i>dl</i>	7.39±2.26 bc
İzmir-Dikili	11.35±0.16 a A	4.11±0.00 cB	6.53±1.67 cAB
Manisa-Akhisar	8.29±1.36 ab	9.05±0.81 ab	7.35±0.73 bc
Manisa-Kırkağaç	<i>dl</i>	<i>dl</i>	9.49±1.93 ab
Manisa-Saruhanlı	<i>dl</i>	<i>dl</i>	8.44±4.37 abc

Analiz 120 °C'de ve 20 L/saat hava akış hızında gerçekleştirilmiştir

dl: değerlendirilmeyen lokasyon (örnek temin edilememiştir)

Lokasyonlar arası istatistiksel farklılık küçük harflerle, hasat yılları arası istatistiksel farklılık büyük harflerle gösterilmiştir

Ayvalık çeşidinden elde edilen farklı coğrafi orijinli natürel sızma zeytinyağlarında ortalama indüksiyon süresi 2012 hasat yılında (var yılı) 6.39 (Gömeç)-11.35 (Dikili) saat arasında; 2013 yok yılında, 4.11 (Dikili)-9.94 (Havran) saat arasında ve 2014 yılında ise 5.58 (Ayvacık)-10.32 (Ezine) saat arasında değişim göstermiştir.

2012 hasat yılında en kısa indüksiyon süresi Balıkesir Gömeç ve Havran örnekler için elde edilirken; en uzun indüksiyon süresi İzmir Dikili için elde edilmiştir.

Birçok kalite kaybının gözlenildiği yok yılında (2013 sezonu) Balıkesir Havran lokasyonlu örneklerde indüksiyon süresinin en uzun, İzmir Dikili örneklerinde ise en kısa olduğu gözlenmiştir.

Üçüncü hasat yılında (2014) ise Çanakkale Ezine için en uzun; Balıkesir Ayvalık, Edremit, Gömeç ve İzmir Dikili lokasyonları için en kısa indüksiyon süreleri tespit edilmiştir.

Lokasyon ayrımı gözetmeksizin, hasat yılları arasında kümülatif bir istatistik değerlendirme yapıldığında; peroksit değeri, *L* ve *b** değerleri ile K_{232} ve indüksiyon süresi parametrelerinin istatistiksel gruplanmasının benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Ransimat cihazını kullanarak 20 L/saat gaz akış hızında 100°C, 110°C, 120°C, 130°C ve 140°C'de zeytinyağı, yerfıstığı yağı, kolza yağı, mısır yağı, soya yağı ve aspir yağının indüksiyon periyodlarının belirlendiği bir çalışmada zeytinyağının diğer yağ çeşitlerine göre en dayanıklı (5.5 saat) yağ olduğu görülmüştür [214]. Edremit ve Memecik çeşitlerinden oluşan zeytinyağı örneklerinde oksidasyon stabiliteleri belirlenmiş ve en yüksek ransimat (120°C) değerine sahip lokasyonun Ayvalık Edremit (9.08 saat) olduğu tespit edilmiştir [215]. 2006-2008 hasat sezonlarında Doğu Akdeniz ve Ege bölgelerinden temin edilen natürel zeytinyağlarında ransimat analizi 110°C sıcaklıkta ve 20 L/saat sürekli hava altında yapılmış ve indüksiyon süresinin 8.77-26.35 saat arasında değiştiği bildirilmiştir. Oksidatif stabilitesi en yüksek çeşitler sırasıyla Erkence, Ayvalık ve Gemlik olarak bulunmuştur [216]. Türkiye'nin Doğu Akdeniz, Doğu Ege Bölgesi, Kapıdağ Yarımadası, Doğu Marmara, Trakya bölgelerinden 2009 ve 2010 hasat yıllarında Gemlik çeşidi zeytinlerden üç fazlı kontinü sistem ile üretilmiş toplam 16 adet ticari natürel zeytinyağına ait oksidatif stabilite düzeyinin belirlendiği çalışmada, indüksiyon süresi en kısa olan lokasyon Trakya (6.19 saat) en uzun olan lokasyon ise Kapıdağ Yarımadası (10.67 saat) olarak belirlenmiştir. Ransimat analizi 110°C sıcaklıkta ve 20 L/saat sürekli hava altında yapılmıştır [39].

4.6. Natürel Sızma Zeytinyağlarının Yağ Asidi Kompozisyonu

TGK'ya göre [7] natürel sızma zeytinyağlarında miristik asit (C14:0) oranı en fazla % 0.03, margarik (C17:0) ve margoleik asit (C17:1) oranı en fazla % 0.3, araşidik asit (C20:0) oranı en fazla % 0.6, eikosenoik asit (C20:1) oranı en fazla % 0.4, linolenik asit (C18:3) oranı en fazla % 1.0 olmalıdır. Elaidik asit (*trans*- C18:1) maksimum % 0.05, behenik (C22:0) ve lignoserik asit (C24:0) maksimum % 0.2 olmalıdır. Ayrıca, palmitik asit (C16:0) oranı % 7.5-20.0, palmitoleik asit (C16:1), oranı % 0.3-3.5, stearik asit (C18:0) oranı % 0.5-5.0, oleik asit oranı (C18:1), % 55.0-83.0 ve son olarak linoleik asit (C18:2) oranı % 3.5-21.0 aralığında olmalıdır. 2012 hasat yılında tespit edilen doymuş yağ asidi oranları **Çizelge 4.9**'da, 2013 hasat yılında tespit edilen doymuş yağ asidi oranları **Çizelge 4.10**'da ve 2014 hasat yılında tespit edilen doymuş yağ asidi oranları **Çizelge 4.11**'de verilmiştir. Ayrıca, tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitlerinin dağılımları **Çizelge 4.12**, **4.13** ve **4.14**'te verilmiştir.

2012 hasat yılında (var yılı) stearik ve arişidik yağ asidi oranları yönünden farklı lokasyonlardan elde edilen Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağları arasında fark ($p<0,05$) tespit edilmiştir (**Çizelge 4.9**). En yüksek stearik asit içeriği İzmir Dikili lokasyonlu örneklerde, en düşük ise Balıkesir Gömeç örneklerinde tespit edilmiştir. Ayrıca, İzmir Dikili lokasyonlu örnekler en düşük arişidik asit oranına sahipken bu değer en yüksek Balıkesir Havran ve Burhaniye’de tespit edilmiştir. Diğer doymuş ve doymamış yağ asitleri lokasyonlar arasında istatistiksel olarak fark yoktur (**Çizelge 4.9, 4.12**).

2013 hasat yılında (yok yılı) Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında, doymuş yağ asitlerinden sadece palmitik ($p<0,05$) ve stearik ($p<0,05$) asit bakımından lokasyonlar arasında önemli bir fark olduğu görülmüştür. İzmir (Dikili) örneklerinde palmitik asit miktarı, Balıkesir (Edremit, Gömeç, Havran) ve Çanakkale örneklerinden daha yüksek çıkmıştır. Manisa Akhisar örneklerinde ise stearik asit miktarı diğer lokasyonlardan daha yüksek bulunmuştur (**Çizelge 4.10**). Aynı hasat yılında (2013), palmitoleik asit miktarı bakımından yönünden Çanakkale (Merkez) ve Manisa (Akhisar) örnekleri, Balıkesir (tüm lokasyonlar) ve Çanakkale (Ezine) örneklerinden önemli derecede ($p<0,05$) farklı bulunmuştur (**Çizelge 4.13**). Linoleik asit miktarı ise Balıkesir Burhaniye örneklerinde en yüksek, Çanakkale (Merkez) örneklerinde ise en düşük bulunmuştur ($p<0,05$). 2014 hasat yılında ise tüm doymuş ve doymamış yağ asitleri bakımından (**Çizelge 4.11 ve 4.14**) bütün lokasyonlar arasında önemli fark olduğu tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Çizelge 4.9. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymuş yağ asitleri dağılımı (% , 2012)

Coğrafi orijin	C14:0	C16:0	C17:0	C18:0 <i>p<0,05</i>	C20:0 <i>p<0,05</i>	C22:0	C24:0
Balıkesir Ayvalık	0.01±0.00	15.77±0.69	0.11±0.05	3.70±0.85 abc	0.36±0.16 abc	0.12±0.06	0.12±0.04
Balıkesir Burhaniye	0.01±0.01	12.10±0.17	0.12±0.01	3.57±0.70 bc	0.44±0.05 a	0.12±0.02	0.11±0.02
Balıkesir Edremit	0.01±0.01	15.74±0.55	0.12±0.01	3.90±0.45 ab	0.35±0.03 abc	0.10±0.03	0.10±0.04
Balıkesir Gömeç	0.01±0.01	15.59±0.45	0.08±0.05	2.53±0.06 d	0.29±0.16 bc	0.08±0.05	0.15±0.03
Balıkesir Havran	0.01±0.00	16.15±0.24	0.10±0.06	3.39±0.65 bc	0.45±0.07 a	0.11±0.04	0.10±0.05
Çanakkale Ayvacı	0.01±0.00	15.88±0.76	0.12±0.02	3.93±0.55 ab	0.41±0.04 ab	0.09±0.03	0.13±0.04
Çanakkale Ezine	0.01±0.01	16.20±0.87	0.12±0.01	2.97±0.44 cd	0.41±0.06 ab	0.13±0.03	0.12±0.02
İzmir Dikili	0.01±0.00	15.77±0.25	0.08±0.04	4.43±0.21 a	0.28±0.05 c	0.08±0.03	0.09±0.02
Manisa Akhisar	0.01±0.00	15.64±1.14	0.12±0.01	3.48±0.47 bc	0.40±0.04 ab	0.13±0.02	0.11±0.03

TGK'ya göre [7] natürel sızma zeytinyağlarında miristik asit oranı en fazla % 0.03, heptadekanoik ve araşidik asit oranı en fazla % 0.6, behenik ve lignoserik asit oranı en fazla % 0.2, stearik asit oranı % 0.5-5.0 arasında ve palmitik asit oranı % 7.5-20.0 arasında olmalıdır.

Çizelge 4.10. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymuş yağ asitleri dağılımı (% , 2013)

Coğrafi Orijin	C14:0	C16:0 <i>p<0,05</i>	C17:0	C18:0 <i>p<0,05</i>	C20:0	C22:0	C24:0
Balıkesir Ayvalık	0.01±0.01	13.01±0.15 ab	0.09±0.05	2.21±0.25 b	0.42±0.08	0.09±0.05	0.04±0.03
Balıkesir Burhaniye	0.00±0.00	14.62±0.27 ab	0.02±0.00	2.42±0.06 b	0.45±0.13	0.04±0.02	0.01±0.00
Balıkesir Edremit	0.00±0.00	12.64±0.84 c	0.07±0.05	2.23±0.36 b	0.39±0.02	0.07±0.05	0.03±0.02
Balıkesir Gömeç	0.00±0.00	12.41±0.00 c	0.11±0.00	2.06±0.00 b	0.35±0.00	0.13±0.00	0.07±0.00
Balıkesir Havran	0.00±0.00	12.40±0.00 c	0.02±0.00	2.38±0.00 b	0.38±0.00	0.02±0.00	0.02±0.00
Çanakkale Merkez	0.00±0.00	12.49±0.04 c	0.02±0.00	2.48±0.23 b	0.40±0.06	0.03±0.01	0.01±0.00
Çanakkale Ezine	0.00±0.01	12.31±0.90 c	0.07±0.05	2.25±0.22 b	0.44±0.10	0.08±0.07	0.04±0.03
İzmir Dikili	0.01±0.01	15.13±1.68 a	0.07±0.05	2.50±0.18 b	0.40±0.20	0.07±0.04	0.03±0.02
Manisa Akhisar	0.00±0.00	13.58±1.96 abc	0.09±0.08	3.11±0.34 a	0.40±0.02	0.07±0.06	0.04±0.03

**TGK'ya göre [7] natürel sızma zeytinyağlarında miristik asit oranı en fazla % 0.03, heptadekoik ve araşidik asit oranı en fazla % 0.6, behenik ve lignoserik asit oranı en fazla % 0.2, stearik asit oranı % 0.5-5.0 arasında ve palmitik asit oranı % 7.5-20.0 arasında olmalıdır.*

Çizelge 4.11. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymuş yağ asitleri dağılımı (% , 2014)

Coğrafi orijin	C14:0 <i>p<0,05</i>	C16:0 <i>p<0,05</i>	C17:0 <i>p<0,05</i>	C18:0 <i>p<0,05</i>	C20:0 <i>p<0,05</i>	C22:0 <i>p<0,05</i>	C24:0 <i>p<0,05</i>
Balıkesir Ayvalık	0.02±0.00 b	14.81±0.67 f	0.12±0.01 fg	3.80±0.04 b	0.40±0.01 de	0.15±0.01 ab	0.12±0.01 ef
Balıkesir Burhaniye	0.01±0.00 f	15.40±0.09 d	0.15±0.01 cd	3.80±0.02 b	0.47±0.01 b	0.12±0.01 e	0.14±0.00 abc
Balıkesir Edremit	0.02±0.00 cde	16.69±0.08 b	0.12±0.03 efg	2.55±0.05 g	0.45±0.02 bc	0.12±0.01 e	0.11±0.01 g
Balıkesir Gömeç	0.02±0.00 bcd	17.09±0.06 a	0.18±0.02 ab	2.32±0.02 h	0.43±0.02 c	0.15±0.01 a	0.12±0.01 fg
Balıkesir Havran	0.01±0.00 def	16.18±0.04 c	0.11±0.00 fg	3.49±0.03 d	0.50±0.00 a	0.15±0.00 ab	0.14±0.00 abc
Çanakkale Ayvacık	0.03±0.00 a	14.88±0.06 ef	0.18±0.01 a	4.22±0.01 a	0.40±0.01 d	0.15±0.01 ab	0.13±0.01 cde
Çanakkale Ezine	0.01±0.00 ef	15.08±0.04 e	0.17±0.02 ab	4.33±0.04 a	0.40±0.02 de	0.14±0.01 bc	0.15±0.01 a
İzmir Bornova	0.02±0.01 bcde	12.61±0.43 i	0.16±0.00 bc	2.67±0.46 fg	0.50±0.07 a	0.13±0.01 de	0.13±0.01 def
İzmir Bergama	0.01±0.00 f	13.39±0.02 h	0.11±0.00 fg	3.29±0.04 e	0.49±0.01 a	0.13±0.01 cde	0.13±0.01 bcde
İzmir Dikili	0.02±0.00 bc	14.16±0.04 g	0.14±0.01 de	2.12±0.03 i	0.48±0.01 a	0.13±0.01 cd	0.14±0.01 bcd
Manisa Akhisar	0.01±0.00 def	12.70±0.16 i	0.13±0.02 def	3.38±0.17 de	0.38±0.01 e	0.14±0.01 bcd	0.15±0.01 fb
Manisa Kırkağaç	0.01±0.01 ef	12.15±0.02 j	0.12±0.01 efg	3.63±0.11 c	0.40±0.01 d	0.15±0.00 ab	0.13±0.02 cde
Manisa Saruhanlı	0.02±0.00 bcde	12.75±0.06 i	0.10±0.01 g	2.78±0.04 f	0.39±0.01 de	0.12±0.01 e	0.15±0.01 bc

*TGK'ya göre [7] natürel sızma zeytinyağlarında miristik asit oranı en fazla % 0.03, heptadekanoik ve araşidik asit oranı en fazla % 0.6, behenik ve lignoserik asit oranı en fazla % 0.2, stearik asit oranı % 0.5-5.0 arasında ve palmitik asit oranı % 7.5-20.0 arasında olmalıdır.

Çizelge 4.12. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymamış yağ asitleri dağılımı (% , 2012)

Coğrafi orijin	C16:1	C17:1	C18:1	C20:1	C18:2	C18:3
Balıkesir Ayvalık	1.56±0.77	0.16±0.06	59.99±1.40	0.22±0.05	17.00±0.58	0.66±0.16
Balıkesir Burhaniye	2.04±0.92	0.20±0.02	59.86±2.42	0.27±0.02	17.01±1.05	0.58±0.18
Balıkesir Edremit	2.05±0.97	0.18±0.02	59.52±1.89	0.24±0.02	16.93±0.40	0.67±0.19
Balıkesir Gömeç	2.01±0.76	0.14±0.06	61.41±1.34	0.23±0.06	16.56±0.16	0.76±0.17
Balıkesir Havran	1.72±1.00	0.14±0.07	60.07±1.38	0.23±0.10	16.69±0.55	0.72±0.15
Çanakkale Ayvacık	2.60±0.08	0.17±0.06	59.17±0.81	0.25±0.04	16.64±0.78	0.58±0.24
Çanakkale Ezine	2.10±0.94	0.19±0.03	61.99±3.26	0.24±0.03	16.36±0.68	0.63±0.23
İzmir Dikili	2.66±0.11	0.16±0.04	58.64±0.59	0.20±0.09	16.94±0.23	0.63±0.20
Manisa Akhisar	1.89±0.65	0.20±0.03	60.73±2.40	0.27±0.03	16.27±0.94	0.73±0.20

TGK' ya göre [7] natürel sızma zeytinyağlarında margoleik asit oranı en fazla % 0.3, eikosenoik asit oranı en fazla % 0.4, linolenik asit oranı en fazla % 1.0, elaidik asit en fazla % 0.05 olmalıdır. Palmitoleik asit oranı % 0.3-3.5, oleik asit oranı % 55.0-83.0 ve linoleik asit oranı % 3.5-21.0 aralığında olmalıdır.

Çizelge 4.13. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymamış yağ asitleri dağılımı (% , 2013)

Coğrafi orijin	C16:1 <i>p</i> <0,05	C17:1	C18:1	C20:1	C18:2 <i>p</i> <0,05	C18:3
Balıkesir Ayvalık	0.77±0.10bc	0.15±0.09	60.67±3.32	0.18±0.12	8.20±1.42bc	0.53±0.06
Balıkesir Burhaniye	0.66±0.00bc	0.04±0.00	61.92±0.98	0.09±0.05	14.35±0.15a	0.61±0.11
Balıkesir Edremit	0.77±0.22bc	0.10±0.08	62.94±2.80	0.11±0.09	10.76±2.69abc	0.65±0.11
Balıkesir Gömeç	0.72±0.00bc	0.20±0.00	60.78±0.00	0.04±0.00	7.71±0.00bc	0.54±0.00
Balıkesir Havran	0.53±0.00c	0.04±0.00	62.68±0.00	0.06±0.00	8.84±0.00bc	0.64±0.00
Çanakkale Merkez	1.30±0.24a	0.03±0.01	67.82±0.22	0.05±0.01	6.20±0.85c	0.72±0.19
Çanakkale Ezine	0.69±0.03bc	0.11±0.10	62.84±4.07	0.16±0.14	10.00±2.04abc	0.54±0.01
İzmir Dikili	1.07±0.31ab	0.11±0.07	66.00±1.25	0.12±0.08	9.13±2.64bc	0.44±0.15
Manisa Akhisar	1.36±0.30a	0.13±0.12	60.16±3.81	0.16±0.14	11.34±0.07ab	0.66±0.04

*TGK' ya göre [7] natürel sızma zeytinyağlarında margoleik asit oranı en fazla % 0.3, eikosenoik asit oranı en fazla % 0.4, linolenik asit oranı en fazla % 1.0, elaidik asit en fazla % 0.05 olmalıdır. Palmitoleik asit oranı % 0.3-3.5, oleik asit oranı % 55.0-83.0 ve linoleik asit oranı % 3.5-21.0 aralığında olmalıdır.

Çizelge 4.14. Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde tespit edilen doymamış yağ asitleri dağılımı (% , 2014)

Coğrafi orijin	C16:1 <i>p</i> <0,05	C17:1 <i>p</i> <0,05	C18:1 <i>p</i> <0,05	C18:2 <i>p</i> <0,05	C18:3 <i>p</i> <0,05	C20:1 <i>p</i> <0,05
Balıkesir Ayvalık	2.65±0.04b	0.09±0.01g	63.88±0.68e	13.26±0.05c	0.46±0.01fg	0.19±0.01g
Balıkesir Burhaniye	2.55±0.02de	0.18±0.01b	62.01±0.08h	14.35±0.05a	0.47±0.01efg	0.31±0.01b
Balıkesir Edremit	2.57±0.06cd	0.13±0.02f	63.18±0.28fg	13.31±0.23c	0.42±0.03h	0.28±0.01c
Balıkesir Gömeç	2.60±0.05bc	0.17±0.01bcd	62.19±0.12h	13.92±0.09b	0.45±0.01g	0.31±0.01b
Balıkesir Havran	2.71±0.01a	0.15±0.00cde	62.71±0.027g	12.92±0.04c	0.56±0.01c	0.33±0.00a
Çanakkale Ayvacık	0.80±0.01h	0.22±0.01a	63.90±0.07e	14.22±0.04ab	0.53±0.01d	0.27±0.02cd
Çanakkale Ezine	0.77±0.01h	0.21±0.01a	63.41±0.09ef	14.43±0.05a	0.57±0.01c	0.26±0.02de
İzmir Bornova	2.65±0.10b	0.17±0.07bc	67.09±1.77d	12.99±1.39c	0.64±0.13a	0.22±0.03f
İzmir Bergama	1.12±0.02f	0.16±0.01bcd	69.37±0.87a	10.78±0.84f	0.64±0.02a	0.31±0.01b
İzmir Dikili	1.04±0.02g	0.13±0.01ef	69.42±0.06a	11.37±0.05e	0.60±0.01b	0.19±0.01g
Manisa Akhisar	2.52±0.02e	0.15±0.01de	68.27±0.41c	11.36±0.10e	0.49±0.01ef	0.27±0.02cd
Manisa Saruhanlı	2.52±0.02e	0.10±0.01g	68.77±0.49b	11.50±0.42e	0.50±0.01e	0.25±0.01e
Manisa Kırkağaç	2.53±0.06de	0.13±0.02f	67.92±0.02c	12.00±0.05d	0.46±0.02fg	0.30±0.00b

*TGK'ya göre [7] natürel sızma zeytinyağlarında margoleik asit oranı en fazla %0.3, eikosenoik asit oranı en fazla %0.4, linolenik asit oranı en fazla %1.0, elaidik asit en fazla %0.05 olmalıdır. Palmitoleik asit oranı %0.3-3.5, oleik asit oranı %55.0-83.0 ve linoleik asit oranı %3.5-21.0 aralığında olmalıdır.

2014 hasat yılında, miristik asit miktarı en düşük olan örnekler Balıkesir Burhaniye ve İzmir Bergama orijinli olup Balıkesir Ayvalık miristik asit miktarı yönünden Balıkesir Burhaniye ve Havran örneklerine göre daha düşük bulunmuştur. En yüksek miristik asit miktarı Çanakkale Ayvacık lokasyonlu örneklerde tespit edilmiştir. Manisa ili alt lokasyonları (Saruhanlı, Kırkağaç ve Akhisar) arasında miristik asit içeriği bakımından önemli bir fark bulunmamıştır.

Palmitik asit miktarı yönünden, Balıkesir ve İzmir'in tüm alt lokasyonları birbirinden farklı olmasına rağmen, Manisa ilinde sadece Kırkağaç lokasyonlu örnekler farklılık göstermiştir. 2014 hasat yılında çalışılan tüm lokasyonlarda, en yüksek palmitik asit miktarı Balıkesir Gömeç'te (% 17.09), en düşük palmitik asit miktarı ise Manisa Kırkağaç'ta (% 12.15) tespit edilmiştir.

Margarik asit miktarı bakımından, Çanakkale Ayvacık örnekleri en yüksek, Manisa Saruhanlı örnekleri ise en düşük bulunmuştur.

Stearik asit miktarı en yüksek lokasyonlar Çanakkale Ayvacık (% 4.22) ve Ezine (% 4.33) olup, bu iki lokasyon aynı grupta yer almıştır. İzmir Dikili örnekleri ise en düşük (% 2.12) stearik asit içeriğine sahiptir. İzmir ve Manisa'da tüm alt lokasyonlar birbirinden başarılı bir şekilde ayrılmıştır. Balıkesir ilinde stearik miktarı yönünden Havran, Edremit ve Gömeç lokasyonlu örnekler arasında fark bulunmuştur. Ayvalık ve Burhaniye örnekleri diğer Balıkesir alt lokasyonlu örnekler göre daha fazla stearik asit içermekte olup aynı sınıfta yer almıştır.

Balıkesir Havran ve Gömeç zeytinyağlarında araşidik asit (C20:0) miktarları arasındaki fark önemli bulunmuştur. En yüksek araşidik asit miktarı İzmir örneklerinde (Bornova, Dikili ve Bergama) ile Balıkesir Havran örneklerinde; en düşük ise Manisa Akhisar örneklerinde tespit edilmiştir.

Behenik asit miktarının, Manisa Saruhanlı, Balıkesir Burhaniye ve Edremit lokasyonlu örneklerde en düşük; Balıkesir Gömeç örneklerinde ise en yüksek olduğu görülmüştür. İzmir ve Çanakkale ili alt lokasyonları arasında behenik asit miktarı bakımından istatistiksel olarak fark yoktur. Balıkesir'de Burhaniye ve Edremit lokasyonlu örnekler aynı sınıfta yer almış ve Gömeç, Ayvalık ve Havran'dan daha düşük behenik asit miktarına sahip olduğu görülmüştür.

Lignoserik asit miktarı bakımından; Balıkesir Edremit, Ayvalık ve Gömeç lokasyonlarına ait örneklerin Havran ve Burhaniye örneklerine göre daha düşük miktarda lignoserik asit içerdiği görülmüştür. En yüksek lignoserik asit miktarı Çanakkale Ezine lokasyonunda tespit edilmiştir.

2014 yılı doymamış yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde, Manisa örnekleri margoleik (C17:1) ve eikosenoik asit (C20:1) miktarları yönünden; İzmir örnekleri palmitoleik, linoleik ve eikosenoik asit miktarları yönünden; Çanakkale örnekleri α -linolenik asit miktarı yönünden farklılık göstermiştir. Balıkesir’de, Havran örnekleri palmitoleik, Edremit ve Ayvalık örnekleri margoleik, Ayvalık örnekleri oleik, Burhaniye örnekleri elaidik, Gömeç ve Burhaniye örnekleri linoleik, Edremit ve Havran örnekleri α -linolenik asitçe farklı bulunmuştur. Eikosenoik asit miktarı bakımından Balıkesir’de Burhaniye ve Gömeç arasında önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.15’te lokasyonlar arasında hasat yıllarına göre toplam doymuş (Σ SAFA), toplam tekli doymamış (Σ MUFA) ve toplam doymamış (Σ PUFA) yağ asidi oranlarındaki değişim verilmiştir. Balıkesir ve Çanakkale illerinden elde edilen natürel yağlarda yok yılında, var yıllarına göre doymuş yağ asidi toplam yüzdesinde azalma buna paralel olarak tekli doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdesinde artma meydana gelmiştir. İzmir ve Manisa lokasyonlarında ise birbirini takip eden hasat yıllarında doymuş ve çoklu doymamış yağ asitleri miktarlarının giderek azaldığı, buna karşın tekli doymamış yağ asitleri miktarının giderek arttığı görülmüştür. Buna göre, yüksek alternansın görüldüğü yıllarda tekli doymamış yağ asidi içeriğinin arttığı söylenebilir.

Çalışma sonucunda hasat yılları ve lokasyonlar arasında yağ asitleri kompozisyonu yönünden farklılık olup olmadığı da değerlendirilmiştir (**Çizelge 4.16-a** ve **Çizelge 4.16-b**). Değerlendirmede tüm illerin kümülatif ortalamaları hesaba katılmıştır. Buna göre, hasat yılları arasında doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri yönünden önemli fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Bu sonuç, ülkemizde çeşit ve coğrafi orijin farklılığı olmayan natürel sızma zeytinyağlarında dahi hasat yılları arasında önemli farklılığın olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.15. Lokasyonlar arasında hasat yıllarına göre toplam doymuş ve doymamış yağ asidi miktarları (%)

Coğrafi orijin	Hasat yılı	ΣSAFA	ΣMUFA	ΣPUFA
Balıkesir	2012	20.06	62.30	17.55
	2013	16.12	68.14	15.72
	2014	20.06	65.91	14.03
Çanakkale	2012	20.18	62.69	17.07
	2013	15.85	69.26	14.86
	2014	20.15	64.97	14.87
İzmir	2012	20.74	61.65	17.57
	2013	18.11	66.78	14.75
	2014	17.17	70.76	12.05
Manisa	2012	20.02	62.67	17.21
	2013	18.55	66.22	15.22
	2014	16.60	71.34	12.05

Çizelge 4.16a. Lokasyonlar arası yağ asidi kompozisyonu değişimi* (%)

Coğrafi orijin	ΣSAFA	ΣMUFA	ΣPUFA
Balıkesir	18.75	65.45	15.77
Çanakkale	18.72	65.64	15.60
İzmir	18.67	66.40	14.79
Manisa	18.39	66.05	14.82

*Hasat yılı göz ardı edilmiştir

Çizelge 4.16b. Hasat yılları arası yağ asidi kompozisyonu değişimi* (%)

Yıllar	ΣSAFA <i>p<0,05</i>	ΣMUFA <i>p<0,05</i>	ΣPUFA <i>p<0,05</i>
2012	20.25±0.33 a	62.33±0.48 b	17.35±0.25 a
2013	17.15±1.37 b	67.60±1.37 a	15.14±0.44 b
2014	18.50±1.87 ab	68.24±3.27 a	13.25±1.43 c

*Lokasyon göz ardı edilmiştir

2006 hasat sezonundan elde edilen Ayvalık çeşidi zeytinyağlarının yağ asitleri kompozisyonu, % 64.39-72.69 oleik, % 16.14-17.40 palmitik, % 6.42-15.28 linoleik, % 2.29-2.50 stearik, % 0.86-1.17 palmitoleik ve % 0.62-0.90 α -linolenik asit şeklinde belirlenmiştir [217]. Edremit, Burhaniye, Ezine, Havran, Küçükkuyu, Ayvalık ve Altınoluk orijinli Ayvalık zeytinyağlarında başlıca % 71.50 (Burhaniye)-73.73 (Küçükkuyu, organik) oleik; % 11.53 (Altınoluk)-3.18 (Ayvalık) palmitik; % 9.02 (Edremit)-10.47 (Burhaniye) linoleik ve % 2.14 (Ayvalık)-2.65 (Ezine) stearik yağ asitleri tespit edilmiştir [215]. Edremit Zeytincilik Üretim, Eğitim ve Gen Merkezi Müdürlüğü Gömeç Zeytin Koleksiyon bahçesinden 2009 hasat yılında temin edilen Ayvalık çeşidi zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarında, Ekim ayında palmitoleik asit içeriği % 1.51; stearik asit içeriği % 2.24; oleik asit içeriği % 67.23; linoleik asit içeriği % 11.30; linolenik asit içeriği % 0.67 olarak tespit edilmiştir [218]. Ege Bölgesinde yetiştirilen Erkence, Domat, Memecik, Gemlik ve Ayvalık çeşitlerinden elde edilen yağlarda, yağ asidi kompozisyonu belirlendiği çalışmada, oleik asit % 65.58-76.70; palmitik asit % 10.19-16.49; linoleik asit % 7.38-14.99 ve stearik asit % 2.12-3.17 olarak bulunmuştur [219]. İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden temin edilen Ayvalık çeşidi zeytinyağlarında, 2012 ve 2013 hasat yıllarında erken, orta ve geç hasat dönemlerinde yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Buna göre erken hasat dönemlerinde, palmitik asit içeriği hasat yılı sırasıyla % 15.79 ve % 16.07; palmitoleik asit içeriği % 1.43 ve % 1.29; stearik asit içeriği % 2.31 ve % 2.29; oleik asit içeriği % 63.63 ve % 66.12 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada linoleik asit içeriği % 11.61 ve % 12.07; linolenik asit içeriği % 0.87 ve % 0.77 olarak tespit edilmiştir [220]. Edremit ve Uslu çeşidi zeytinlerin kasa ve çuvallarda bekletilerek 0, 7, 14 ve 21. günlerde yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Bu çalışmanın başlangıç (sıfırıncı gün) analiz sonuçlarına göre Edremit çeşidinden elde edilen yağlarda oleik asit % 67.91, palmitik asit % 13.87, linoleik asit % 11.32, stearik asit % 2.05 ve palmitoleik asit % 0.02 oranında bulunmuştur [221]. Farklı araştırmalarda, Ayvalık çeşidinden elde edilen zeytinyağlarında miktar bakımından palmitik asit % 9.62-18.97; palmitoleik asit % 0.57-1.70; margarik asit % 0.04-0.25; margoleik asit % 0.06-0.30; stearik asit % 1.77-3.57; oleik asit % 60.30-76.92; linoleik asit % 8.08-17.17; linolenik asit % 0.34-1.01; araşidik asit % 0.22-0.58; eikosenoik asit % 0.19-0.50 ve behenik asit % 0.00-0.19 aralığında tespit edilmiştir [159, 172, 188]. Her üç hasat yılında da yağ asidi kompozisyonunu belirlemeye yönelik yürütülen analiz sonuçları literatür ile uyumlu olarak bulunmuştur.

4.7. Uçucu Aroma Bileşenleri

Uçucu bileşiklerin hidrofobik karakteri, boyutu, şekli, molekülün konformasyonu, şekli ve tipi, fonksiyonel grubun moleküldeki pozisyonu aroma kalitesi üzerine, uçucu bileşiğin konsantrasyonundan daha çok etkilidir [222]. Aroma kalitesini etkileyen diğer faktörler ise uçucu bileşiğin algı eşik değeri [223] ve çift bağın *cis-trans*- izomer [224] yapısıdır.

Zeytinyağlarında bulunan uçucu bileşiklerin çoğu 300 Da'un altında moleküler ağırlığa sahip, oda sıcaklığında kolaylıkla buharlaşan ve çoğunlukla enzim aktivitesi ile meydana gelen bileşiklerdir. Zeytinlerin kırılması ve yoğurulması sırasında, trigliseritlerin ve fosfolipitlerin açıl hidrolaz enzimleri ile serbest yağ asitlerine parçalanması ile aroma bileşenleri oluşmaya başlamaktadır.

Reboredo-Rodriguez ve arkadaşları [225] zeytinyağı aromasını oluşturan bileşiklerinin çeşitten bağımsız olarak, % 80-90'ının meyve etinden % 10-20'sinin ise çekirdekten kaynaklandığını bildirmiştir.

Yağ asitlerine ilk etkileyen enzim lipoksigenaz enzimi olup bu yolla (LOX pathway) hidroperoksitler oluşmaktadır. Hidroperoksitleri substrat olarak kullanan *hidroperoksit liyaz* enzimi aldehitlerin oluşumunu sağlamaktadır. Aldehitlerin, *alkol dehidrogenaz* enzimi ile indirgenmesi sonucu alkol bileşikleri daha sonra *alkol açıl transferaz* enzimi aktivitesi ile esterler oluşmaktadır.

Açıklanan ve lipoksigenaz yolu olarak da bilinen enzimatik süreç sonucunda, zeytinyağında pozitif aroma bileşikleri (C5 ve C6) oluşmaktadır. Bu süreç, tamamen meyvenin genetik olarak tanımlanan [226] endojen enzimlerin varlığından etkilenmektedir.

Diğer taraftan, zeytinyağının aromasını oluşturan uçucu-kimyasal yapısı oksidasyon reaksiyonlarından ve ekzojen enzimlerin varlığından da etkilenmektedir. Bu durum zeytinyağında olumsuz aroma olarak tanımlanan kusurlara yol açmaktadır. Sonuç olarak, zeytinyağı duyuşsal özellikleri üzerine meyvenin tipik özellikleri (çeşidi, yetiştiği bölgesi [70], olgunlaşma durumu [227]) ve işleme-depolama [228] koşullarının önemli etkisinin olduğu açıktır.

Uçucu bileşen profilinin belirlenmesine yönelik analizlerde birinci (2012) hasat yılında 128, ikinci (2013) hasat yılında 93 ve son (2014) hasat yılında 166, toplamda ise 226 ayrı uçucu bileşik izole edilmiştir.

Uçucu bileşiklerin tanımlamaları, MS ve NIST Kütüphanesi veri tabanları kullanılarak ve ayrıca, kütle spektrumlarında elde edilen izotop dağılımlarının kontrolü ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında tanımlaması yapılan bileşiklerin tümünün aroma aktif olmadığı ve zeytin/zeytinyağı kaynaklı olmadığı unutulmamalıdır.

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde, zeytinyağının sahip olduğu karakteristik aromayı oluşturan uçucu bileşikler, aldehitler, alkoller, esterler, ketonlar, organik asitler ve hidrokarbonlar olarak sınıflandırılma yoluna gidilmiştir. Kromatogramların değerlendirilmesinde, yalnızca LOX biyokimyasal yolu ürünleri değil aynı zamanda, yağ asitlerinin diğer katabolik reaksiyonları, 13- ve 9- hidroperoksitlerin homolitik parçalanması ve alkolik şeker fermentasyonu ürünlerinin de natürel sızma zeytinyağının aromasının oluşumunda etkili olduğu görülmüştür. Tespit edilen uçucu bileşikler ve ppm olarak miktarları, yıllar ve coğrafi orijin bazında detaylı bir şekilde **EK 4**'de verilmiştir.

4.7.1. Uçucu Bileşen Profili (2012 Hasat Yılı)

Birinci hasat yılı analiz sonuçları **Çizelge 4.17.a** (ppm) ve **4.17.b** (%)'de sunulmuştur. 2012 hasat yılı için yapılan değerlendirmede lokasyonlar arasında en yüksek toplam uçucu bileşen miktarı İzmir Dikili (14.19 ppm) ve Balıkesir Edremit (12.59 ppm) lokasyonlarında bulunmuştur. Bu bileşiklerden LOX yoluyla oluşanları hesaplanarak **Çizelge 4.18**'de sunulmuştur.

Aldehit miktarı en yüksek İzmir Dikili (7.81 ppm) örneklerinde, en düşük Ezine (1.38 ppm) ve Ayvacık (1.89 ppm) olmak üzere Çanakkale örneklerinde tespit edilmiştir. Bu miktarlar, toplam uçucu madde içeriğinin İzmir Dikili örneklerinde % 55.04, Ezine örneklerinde % 25.46 ve Ayvacık örneklerinde ise % 27.08'ine karşılık gelmektedir. Balıkesir örneklerinden Burhaniye lokasyonlu örneklerde aldehit oranı % 28.08 olup sırasıyla Gömeç (% 52.90), Ayvalık (% 48.49), Edremit (% 47.50) ve Havran (% 40.16) örneklerine göre oranı oldukça düşük bulunmuştur.

trans-2-pental, *trans*-2-hekzenal, *cis*-3-hekzenal ve hekzenal gibi LOX yolu ile oluşan aldehit miktarları, Ayvalık örneklerinde % 91.22, Dikili örneklerinde % 90.33 ve Gömeç örneklerinde % 89.80 olarak tespit edilmiştir. Bu bileşikler zeytinyağına yeşil ve elma-muz gibi meyvemsi notlar kazandırmaktadır.

Toplam uçucu keton miktarı 0.15-0.54 ppm arasında değişmekle beraber en düşük Çanakkale orijinli örneklerde tespit edilmiştir. Uçucu keton bileşikleri Ezine örneklerinin % 2.77'sini ve Ayvacık örneklerinin % 2.29'unu oluşturmaktadır.

LOX enzimatik yolu ile oluşabilen başlıca keton bileşiği 1-penten-3-ondur. Balıkesir Burhaniye lokasyonlu örneklerin keton olarak tatlı, keskin, yeşil ve çileğimsi not ile tanımlanan yalnızca bu bileşiği içerdiği görülmüştür.

Balıkesir Gömeç örneklerinde ester tespit edilmemiş, Balıkesir Burhaniye örneklerinde ise toplam ester miktarı 0.001 ppm altında bulunmuştur. En yüksek toplam ester miktarı ise İzmir Dikili (0.21 ppm) örneklerinde elde edilmiştir. Tespit edilen toplam uçucu miktarı içerisindeki ester oranına bakıldığında ise en yüksek ester % 2.44 ile Çanakkale Ayvacık örneklerinde, daha sonra % 1.48 ile İzmir Dikili örneklerinde bulunmuştur.

LOX biyokimyasal yolu ile oluşabilen ester bileşikler hekzil asetat ve *cis*-3-hekzenil asetatdır. Balıkesir Edremit ve Manisa Akhisar örnekleri hariç diğer örneklerin hiçbirinde LOX oluşan ester bileşiği tespit edilmemiştir. Ayrıca, esterlerden Balıkesir Edremit örneklerinde sadece hekzil asetat, Manisa Akhisar örneklerinde ise sadece *cis*-3-hekzenil asetat bulunmuştur. Bu bileşikler zeytinyağına pozitif tatlı, meyvemsi, çiçeksi notları kazandırmaktadır.

Balıkesir Ayvalık ve Çanakkale örneklerinin en düşük alkol miktarına sahip olduğu görülmüştür. En yüksek alkol miktarı Balıkesir Edremit (2.79 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. Ancak, oran olarak bakıldığında sırasıyla Balıkesir Burhaniye örneklerinde % 26.42, Balıkesir Edremit örneklerinde % 22.16 ve Manisa Akhisar örneklerinde % 21.92 oranında alkol bileşiği tespit edilmiştir.

LOX enzimatik dönüşümü ile yalnızca hekzanol, 2-penten-1-ol, 1-penten-3-ol, *cis*-3-hekzenol ve *trans*-2-hekzenol bileşiklerinin oluştuğu bilinmektedir. Bu bileşiklerin lokasyonlara göre oluşum oranlarına bakıldığında, Balıkesir Ayvalık örnekleri hariç diğer tüm örneklerde LOX yolu dışında farklı mekanizmalarla alkol bileşiklerinin oluştuğu görülmüştür. LOX yoluyla oluşan alkollerin aroma tanımları sırasıyla meyvemsi, aromatik, yumuşak, yeni biçilmiş çim kokusu, yeşil ve ya olgun muz, yaprak benzeri, yeşil meyvemsi, keskin şeklindedir.

Çizelge 4.17-a. 2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (ppm)

Uçucu bileşenler Toplam, ppm	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Dikili	Akhisar
Aldehitler	5.98	3.92	3.85	3.47	2.03	1.38	1.89	7.81	2.08
Ketonlar	0.54	0.49	0.43	0.42	0.27	0.15	0.16	0.47	0.31
Esterler	0.04	t.e.	0.04	0.02	0.00	0.02	0.17	0.21	0.05
Alkoller	2.79	0.89	0.71	1.06	1.91	0.75	0.73	1.49	1.55
Asitler	0.70	0.47	0.44	0.20	0.24	0.19	0.84	0.24	0.39
Terpenler	0.17	0.11	0.28	0.36	0.33	0.40	0.38	0.34	0.14
Benzen halkalı Hidrokarbonlar	0.04	0.04	0.04	0.33	1.06	0.12	0.27	0.12	0.46
Furan ve piran halkalı hidrokarbonlar	0.25	0.30	0.28	0.14	0.09	0.12	0.48	0.45	0.07
Diğer hidrokarbonlar	2.08	1.19	1.87	2.64	1.30	2.29	2.06	3.06	2.02
TOPLAM	12.59	7.41	7.94	8.64	7.23	5.42	6.98	14.19	7.07

t.e. tespit edilmedi

Çizelge 4.17-b. 2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (%)

Uçucu bileşenler	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Dikili	Akhisar
Aldehitler	47,50	52,90	48,49	40,16	28,08	25,46	27,08	55,04	29,42
Ketonlar	4,29	6,61	5,42	4,86	3,73	2,77	2,29	3,31	4,38
Esterler	0,32	t.e	0,50	0,23	0,00	0,37	2,44	1,48	0,71
Alkoller	22,16	12,01	8,94	12,27	26,42	13,84	10,46	10,50	21,92
Asitler	5,56	6,34	5,54	2,31	3,32	3,51	12,03	1,69	5,52
Terpenler	1,35	1,48	3,53	4,17	4,56	7,38	5,44	2,40	1,98
Benzen halkalı hidrokarbonlar	0,32	0,54	0,50	3,82	14,66	2,21	3,87	0,85	6,51
Furan ve piran halkalı hidrokarbonlar	1,99	4,05	3,53	1,62	1,24	2,21	6,88	3,17	0,99
Diğer hidrokarbonlar	16,52	16,06	23,55	30,56	17,98	42,25	29,51	21,56	28,57
TOPLAM	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

t.e. tespit edilmedi

Çizelge 4.18. 2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında LOX yoluyla oluşan aroma bileşiklerinin oranları (%)

Uçucu bileşenler	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Dikili	Akhisar
Aldehitler	68,95	89,80	91,22	76,65	74,71	46,03	80,45	90,33	75,48
Ketonlar	92,59	89,80	83,72	90,48	100,00	86,67	93,75	95,74	80,65
Esterler	25,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
Alkoller	69,80	52,44	71,21	37,00	24,02	50,00	42,25	42,14	11,18

Çanakkale lokasyonlu örneklerin toplam organik asit miktarına bakıldığında Ezine ve Ayvacık örnekleri arasında önemli fark gözlenmiştir. Ezine lokasyonlu örnekler çalışılan tüm lokasyonlar arasında en düşük (0.19 ppm), Ayvacık lokasyonlu örnekler ise en yüksek (0.84 ppm) toplam organik asit değerine sahiptir. Ayvacık örneklerinin yüzde toplam organik asit miktarı ise % 12.03 olarak hesaplanmıştır. Bu değer önemli bir kısmını olumsuz aroma kusurlarının (sirkemsi) başında gelen asetik asit oluşturmaktadır. Buna karşın, Çanakkale örneklerinin en yüksek terpen miktarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Aromatik hidrokarbonlardan benzen bileşikleri en fazla Balıkesir Burhaniye, furan ve piran bileşikleri en fazla Çanakkale Ayvacık (0.48 ppm) ve düz zincirli hidrokarbonlar ise en fazla İzmir Dikili (3.06 ppm) lokasyonlu örneklerde tespit edilmiştir (**Çizelge 4.17-a**).

Balıkesir lokasyonlu örnekler kendi içinde değerlendirildiğinde, Havran ve Burhaniye örneklerinin uçucu madde kompozisyonu arasında fark olduğu görülmektedir. Çanakkale lokasyonlu örnekler kendi aralarında değerlendirildiğinde Ezine ve Ayvacık örneklerinin özellikle ester, asit, furan-piran gibi halkalı bileşikler ile diğer hidrokarbon oranları bakımından farklılık gösterdiği görülmektedir.

2012 hasat yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında 21 aldehit, 7 keton, 10 ester, 30 alkol, 11 asit ve 49 hidrokarbon bileşiği tanımlanmıştır. Buna göre, 2012 yılında örnek temin edilen 9 lokasyonun tamamında tespit edilen bileşikler, 2-metil bütanal, 3-metil bütanal, hekzanal, *trans*-2-hekzenal, *trans*-, *trans*-, 2,4-hekzadienal, benzaldehit, 1-penten-3-on, metanol, 1-hekzanol, *cis*-3-hekzen-1-ol ve *cis*-2-penten-1-ol, asetik asit, hekzanoik asit, kurkumin, 5-etil-2(5H)-furanon, oktan, 2-etil-6-metil-1,5-heptadien, 4,8-dimetil-1,7-nonadien ve 1,1-dimetil-2-(1-metil-2-propenil)-2-siklopropan şeklindedir. Lokasyonlar arasında farklılık gösteren bileşikler **Çizelge 4.19**'da ve bu bileşiklerin literatürdeki aroma tanımları **EK 4**'de verilmiştir.

Aldehitlerden miktar olarak en fazla bulunan hekzanal ve *trans*-2-hekzenal olmuştur. *cis*-3-hekzenal, yalnızca Balıkesir Edremit (1.00 ppm), Balıkesir Ayvalık (0.07 ppm) ve Manisa Akhisar (0.10 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. Manisa Akhisar örneklerinde nonanal tespit edilmezken, diğer tüm lokasyonlarda 0.02-0.07 ppm nonanal bulunmuştur. Nonanal oksidasyonun başlangıç markeri olarak tanımlanmaktadır [229-230]. Ancak varlığı, duyuşal panellerde belirgin bir kusur olarak algılanmamaktadır [185]. *trans*-,*trans*-,2,4-heptadienal, sadece Balıkesir Havran (0.03 ppm) örneklerinde, *cis*-2-desenal ise sadece Balıkesir Ezine (0.07 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.19. 2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler

LOKASYONLAR

Uçucu bileşikler	Edremit	Ayvalık	Burhaniye	Gömeç	Havran	Ayvacık	Ezine	Dikili	Akhisar
hekzil asetat	X								
<i>cis</i> -3-hekzenil asetat									X
heksanol	X		X	X	X	X	X	X	X
2-penten-1-ol	X		X	X	X	X	X	X	X
1-penten-3-ol	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>cis</i> -3-hekzenol	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>trans</i> -2-hekzenol	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>cis</i> -3-hekzanal	X	X							X
nonanal	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>trans</i> -, <i>trans</i> -,2,4-heptadienal					X				
<i>cis</i> -2-desenal							X		
pentanal			X	X	X	X	X	X	X
<i>trans</i> -, <i>trans</i> -,2,4-pentadienal	X	X	X	X	X		X	X	X
benzeasetaldehit	X	X	X		X		X	X	X
2-pentanon				X			X		

Çizelge 4.19-devam. 2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler

LOKASYONLAR

Uçucu bileşikler	Edremit	Ayvalık	Burhaniye	Gömeç	Havran	Ayvacık	Ezine	Dikili	Akhisar
2-metil, 3-pentanon							X		
3-pentanon	X	X		X	X			X	X
6-metil,5-hepten-2-on				X		X			
4-metil,3-oktanon	X	X							
izopropil hekzanoat								X	
metil asetat						X		X	
metil hekzanoat						X			
metil heptanoat						X			
metil oktanoat						X			
metil nonanoat						X			
hekzil oleat						X			
benzeetanol	X		X		X				
izobütil alkol	X				X				
3-metil, bütanol			X						
benzemetanol					X				
1-pentanol			X		X				
2-hekzanol			X						

Çizelge 4.19-devam. 2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler

LOKASYONLAR

Uçucu bileşikler	Edremit	Ayvalık	Burhaniye	Gömeç	Havran	Ayvacık	Ezine	Dikili	Akhisar
1-okten-3-ol									X
2-metil, bütan-1-ol							X		
1-dodekanol	X								
farnesol		X	X		X		X	X	
<i>trans</i> -undesen-1-ol		X							
2-nonen-1-ol							X		
2-metil,1-oktanol							X	X	
<i>trans</i> -, <i>trans</i> -,2,4-hekzadien-1-ol					x				
1-tetradekanol									
propiyonik asit	X	X	X	X	X	X		X	X
2-etil, hekzanoik asit						X			
heptanoik asit						X			
oktanoik asit						X			
nonanoik asit						X			
bütanoik asit	X		X	X					
valensen									X
sedren									X

Çizelge 4.19-devam. 2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler

LOKASYONLAR

Uçucu bileşikler	Edremit	Ayvalık	Burhaniye	Gömeç	Havran	Ayvacık	Ezine	Dikili	Akhisar
α -pinen							X		
sabinen							X		
osimen			X						
etil benzen									X
(m-, o-, p-) ksilen									X
stiren							X	X	X
galangin							X		

Pentanal, Balıkesir Edremit ve Balıkesir Ayvalık örneklerinde tespit edilemezken diğer örneklerde 0.01-0.09 ppm seviyesinde bulunmuştur.

trans,trans-,2,4-pentadienal sadece Çanakkale Ayvacık örneklerinde tespit edilememiştir. Diğer lokasyonlardaki toplam miktarı ise 0.00-1.28 ppm arasındadır.

Benzaldehit, tüm lokasyonlarda tespit edilmiştir (0.01-0.06 ppm). Benzenasetaldehit ise 0.01-0.06 ppm Gömeç ve 0.01-0.06 ppm Ayvacık hariç diğer lokasyonlarda 0.00-0.05 ppm aralığında tespit edilmiştir.

2-pentanon sadece Balıkesir Gömeç (0.01 ppm) ve Çanakkale Ezine (0.01 ppm) lokasyonlu örneklerde tespit edilmiştir.

2-metil,3-pentanon ise sadece Çanakkale Ezine (0.01 ppm) örneklerinde bulunmuştur.

3-pentanon ise hiçbir Balıkesir Burhaniye ve Çanakkale örneklerinde bulunmazken, diğer lokasyonlarda tespit edilmiştir (0.02-0.06 ppm).

6-metil,5-hepten-2-on, yalnızca Balıkesir Gömeç (0.01 ppm) ve Çanakkale Ayvacık (0.01 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir.

Hekzanon, yalnızca Balıkesir Havran lokasyonlu örneklerde tespit edilmiş olsa da miktarı 0.01 ppm'in altındadır.

4-metil,3-oktanon ise sadece Ayvalık (0.02 ppm) ve Edremit (0.01 ppm) örneklerinde bulunmuştur.

Tespit edilen ester bileşikleri çoğunlukla organik asitlerin metil, etil ve hekzil esterleridir. Miktar olarak en çok tespit edilen ester, metil asetat (İzmir Dikili örneklerinde 0.05 ppm) olup LOX yoluyla oluşan hekzil asetat yalnızca Balıkesir Edremit (0.01 ppm) örneklerinde, *cis*-3-hekzenil asetat ise yalnızca Manisa Akhisar (0.01 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. En yüksek ester oranının Çanakkale Ayvacık (% 2.44) ve İzmir Dikili (% 1.48) lokasyonlu örneklerde olduğu görülmektedir. İzmir Dikili örneklerinde izopropil hekzanoat (0.16 ppm) ve metil asetat (0.05 ppm) tespit edilmiştir. Çanakkale Ayvacık örneklerinde ise metil asetat dışında başka hiçbir lokasyonda bulunmayan metil hekzanoat, metil heptanoat, metil oktanoat ve metil nonanoat ile hekzil oleat tespit edilmiştir.

Alkoller içerisinde 1-penten-3-ol ve etil alkol diğer alkollerden daha yüksek miktarda tespit edilmiştir.

Tirozolün parçalanma ürünü olan [231] fenil etil alkol (benzeetanol), Balıkesir Edremit, Havran, Burhaniye ve Dikili örneklerinde 0.01 ppm miktarında tespit edilmiştir.

Benzemetanol, sadece Balıkesir Havran örneklerinde tespit edilmiş olup miktarı 0.01 ppm'in altındadır.

İzobütil alkol, sadece Balıkesir Edremit (0.16 ppm) ve Havran (0.20 ppm) lokasyonlu örneklerinde, 3-metil, bütanol ise sadece Balıkesir Burhaniye (0.06 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir.

1-pentanol, sadece Balıkesir Havran (0.02 ppm) ve Burhaniye (0.01 ppm) lokasyonlu örneklerde bulunurken, 2-hekzanol, sadece Balıkesir Burhaniye örneklerinde (0.61 ppm), 1-okten-3-ol sadece Manisa Akhisar örneklerinde tespit edilmiştir (0.87 ppm).

Çanakkale Ezine örneklerinde 2-metil, bütan-1-ol (0.04 ppm), Balıkesir Edremit lokasyonlu örneklerde ise 1-dodekanol (0.02 ppm) bulunmuştur.

Alkol yapılı bir terpenoid olan farnesol, Balıkesir Ayvalık, Burhaniye ve Havran (0.01 ppm), Çanakkale Ezine ve İzmir Dikili örneklerinde (0.02 ppm) tespit edilmiştir.

trans-undesen-1-ol sadece Balıkesir Ayvalık (0.01 ppm), *trans*-,*trans*-,2,4-hekzadien-1-ol sadece Balıkesir Havran (0.06 ppm), 2-nonen-1-ol ve 2-metil,1-oktanol yalnızca Çanakkale Ezine (0.03 ppm ve 0.07 ppm), 1-tetradekanol yalnızca İzmir Dikili (0.19 ppm) lokasyonlu örneklerde tespit edilmiştir.

Tüm örneklerde asetik asit (0.15-0.45 ppm) ve hekzanoik asit (0.01-0.07) tespit edilmiştir.

Propiyonik asit, Çanakkale Ayvacık hariç tüm lokasyonlarda (0.00-0.04 ppm) tespit edilmiştir.

Balıkesir Edremit ve Gömeç örneklerinin eşit miktarda (0.12 ppm) formik asit içerdiği görülmüştür.

2-etil, hekzanoik asit, heptanoik asit, oktanoik asit ve nonanoik asit ile 9-oktadesenoik asit sadece Çanakkale Ayvacık örneklerinde tespit edilmiştir.

Bütanoik asit, Balıkesir Edremit, Gömeç ve Burhaniye örneklerinde bulunurken (0.01 ppm) diğer lokasyonlarda tespit edilmemiştir.

Hidrokarbonlar (terpen, aromatik halkalı ve düz zincirli) içerisinde miktar olarak en fazla $C_{15}H_{24}$ kapalı formülüne sahip zingiberen, farnesen, seskifellandren, bergamoten ve α -kopaen gibi bileşikler tespit edilmiştir.

Zeytinyağında bulunan terpenler ya da terpenik hidrokarbonlar ile ilgili literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Özellikle kopaen odunumsu not olarak tanımlanmış ve domates ve enginar kokularıyla ilişki kurulmuştur. Aynı çalışmada α -farnesen herbal ve yeşil notlarla tanımlanmış ancak çim kokusuyla korelasyonu zayıf olarak bulunmuştur [185].

Birçok zeytinyağında minör uçucu bileşen olarak terpenler bulunmakta olup, yağ asidi yıkımı ile oluşmamaktadırlar. Zeytinyağlarında seskiterpenler sınıfına giren 3-karen ve α -kopaen diğer seskiterpenlerden (farnesen, kadiden, seskifellandren gibi) miktar olarak daha fazla tespit edilmekte olup çeşit ve coğrafi işaret ayırımında kullanılabileceği bildirilmiştir [63, 232].

Bir araştırmada, serkuitepenoid iskelet yapısındaki kopaen [233] ve kadiden [229] biyogenetik yapı (çeşit) ayırımında kullanılmıştır. Ayrıca, farnesenin orijin tespitinde kullanılabileceği de ifade edilmektedir [70, 229].

Literatürde bazı terpenlerin, bazı bitki türlerine spesifik olduğu açıklanmıştır. Örneğin, kubeben fesleğen [70], 3-karen biber [234] ve mango [235], antispazmodik etkili karyofilen *Pterodon polygalaeiflorus* [236, 237] ve pişmiş enginar [238], seskifellandren zerdeçal [235, 239] kaynaklı olarak tespit edilmiştir.

Bahsedilen terpen bileşikleri dışında, sadece Manisa Akhisar örneklerinde kubeben, valensen ve sedren, Çanakkale Ezine örneklerinde pinen ve sabinen, Balıkesir Burhaniye örneklerinde osimen tespit edilmiştir.

Çanakkale Ezine örneklerindeki limonen miktarı (0.11 ppm) ve Çanakkale Ayvacık örneklerindeki himaçelen miktarı (0.12 ppm) dikkat çekmektedir. En düşük toplam terpen miktarı Balıkesir Gömeç (0.11 ppm) ve Manisa Akhisar'da (0.14 ppm) tespit edilmiştir.

Tüm lokasyonlarda ortak olarak bulunan aromatik bileşik kurkumin olup miktarı 0.03-0.09 ppm arasında değişim göstermektedir. Etil benzen ve ksilen bileşikleri Manisa Akhisar örneklerinde tespit edilmiş olup miktarları farklılık göstermektedir. Stiren, sadece Çanakkale Ezine, İzmir Dikili ve Manisa Akhisar örneklerinde tespit edilmiştir.

Tüm lokasyonlarda ortak olarak bulunan furan halkalı bileşik 5-etil-2(5H)-furanon olup (0.09-0.48 ppm), bu bileşen akçağaç ya da çınar kokusu vermektedir.

Bir flavonol olan galangin sadece Çanakkale Ezine örneklerinde tespit edilmiştir. Bu bileşik daha çok yeşil otlarda (özellikle *Alpinia officinarum*) bulunmaktadır.

İz miktarda tespit edilen 2-etil furan kahveye hafif tütsülenmiş, kavrulmuş aroma kazandıran bir bileşiktir.

Hidrokarbonların bazıları ise çeşitli reaksiyonların ileri parçalanma ve oluşum ürünleridir. Bu bileşiklerden oktan, 2-etil,6-metil,1,5-heptadien, 4,8-dimetil,1,7,nonadien ve 1,1-dimetil,2(1-metil-2-propenil),2-siklopropan tüm lokasyonlarda ortak olarak tespit edilmiştir. Bunlardan sadece oktan bileşiğinin literatürde aroma tanımı verilmiştir (**EK 4**).

4.7.2. Uçucu Bileşen Profili (2013 Hasat Yılı)

İkinci hasat yılında (2013) Ayvalık çeşidine ait natürel sızma zeytinyağlarında miktar olarak en fazla alkoller, hidrokarbonlar ve aldehitler tespit edilmiştir (**Çizelge 4.20-a** ve **Çizelge 4.20-b**). Zeytin sineği (*Bactrocera oleae*) zararlısı tarafından hasar gören zeytinlerden üretilen zeytinyağlarında uzun zincirli karbonil bileşiklerinin ve alkol toplam miktarının arttığı bildirilmiştir [240].

Miktar olarak en yüksek toplam uçucu miktarı 105.23 ppm ile Balıkesir Ayvalık örneklerinde, en düşük 22.91 ppm ile Balıkesir Havran örneklerinde tespit edilmiştir. Bu bileşiklerden LOX yoluyla oluşanların miktarları hesaplanarak **Çizelge 4.21**'de sunulmuştur.

2013 hasat yılında örnek alınan lokasyonlar arasında en yüksek toplam aldehit miktarı Balıkesir Burhaniye (8.29 ppm), en düşük ise Havran örneklerinde (1.17 ppm) tespit edilmiştir. Balıkesir Burhaniye örneklerinde aldehit oranının en yüksek (% 20.90), Balıkesir Ezine örneklerinde ise en düşük (% 4.08) olduğu görülmüştür.

Akhisar ve Burhaniye örneklerinde keton bileşiği tespit edilemezken en yüksek toplam keton miktarı Çanakkale Ezine’de (1.60 ppm), en düşük Çanakkale Merkez’de (0.24 ppm) tespit edilmiştir. En yüksek keton oranına sahip Balıkesir Havran örneklerinin (**Çizelge 4.20-b**) hiç birinde LOX yolu ile oluşan 1-penten-3-on bileşiği tespit edilmemiştir (**Çizelge 4.21**). Buna karşılık, İzmir Dikili örneklerinde ketonların % 68.57’si ve Balıkesir Edremit örneklerinde ise % 25.35’i LOX yolu ile oluşmuştur. Bu ketonlar, zeytinyağına tatlı, keskin, yeşil ve çileğimsi aroma notları kazandırmaktadır.

Toplam ester miktarı lokasyonlar arasında değişiklik (0.01 ppm-0.24 ppm) göstermiş ve en yüksek miktar İzmir Dikili örneklerinde tespit edilmiştir. Toplam uçucu aroma içerisindeki ester oranlarına bakıldığında (**Çizelge 4.19-b**), en yüksek ester oranı İzmir Dikili örneklerinde (% 0.39) bulunmuştur. Balıkesir Edremit, Ayvalık ve Manisa Akhisar örneklerinde LOX yoluyla oluşan sadece hekzil asetat tespit edilmiştir. Hekzil asetat zeytinyağına tatlı, meyvemsi ve floral notlar kazandırmaktadır.

2013 hasat yılı örneklerinde toplam uçucu alkol miktarı en düşük (0.46 ppm) Manisa Akhisar ve en yüksek (13.13 ppm) İzmir Dikili örneklerinde tespit edilmiştir. Toplam uçucu miktarı içerisinde en fazla (% 48.76) alkol oranına sahip örnekler ise Havran örnekleri olmuştur (**Çizelge 4.20-b**). Bu alkollerden % 81.11’inin LOX yoluyla oluştuğu görülmüştür (**Çizelge 4.21**). LOX enzimatik dönüşümü ile oluşan uçucu alkoller, hekzanol, 2-penten-1-ol, 1-penten-3-ol, *cis*-3-hekzenol ve *trans*-2-hekzenol olup bu alkoller zeytinyağına yeni biçilmiş çim kokusu, yeşil ve ya olgun muz, yaprak benzeri, yeşil meyvemsi, aromatik, yumuşak notlar katmaktadır.

Toplam terpen miktarı, en yüksek Balıkesir Ayvalık örneklerinde (3.47 ppm), en düşük miktarı ise Balıkesir Havran örneklerinde (0.03 ppm) tespit edilmiştir.

Benzen halkasına sahip aromatik bileşenlerin toplam miktarı 0.08-31.33 ppm arasında değişim göstermiştir.

Balıkesir Gömeç, Balıkesir Havran, İzmir Dikili ve Manisa Akhisar örneklerinde furan veya piran halkalı hidrokarbon tespit edilmemiştir. Balıkesir Ayvalık örnekleri, bu bileşikler yönünden en zengin (0.23 ppm) örnekler olmuştur.

Toplam hidrokarbon miktarı en yüksek olanlar ise Balıkesir Edremit (74.36 ppm) ve Balıkesir Ayvalık (75.15 ppm) örnekleridir.

Çizelge 4.20-a. 2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (ppm)

Uçucu bileşenler Toplam, ppm	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
Aldehitler	6.67	7.86	7.51	1.17	8.29	2.84	4.16	2.93	3.64
Ketonlar	1.46	0.49	0.36	0.95	t.e.	1.60	0.24	0.35	t.e.
Esterler	0.05	0.07	0.06	0.04	0.09	0.03	0.01	0.24	0.02
Alkoller	9.48	10.15	12.76	11.17	1.62	9.25	4.46	13.13	0.46
Asitler	0.27	0.31	9.39	0.00	0.03	0.02	0.39	0.20	0.21
Terpenler	1.77	1.76	3.47	0.03	0.18	0.40	0.18	0.21	0.67
Benzen halkalı hidrokarbonlar	5.01	4.57	31.33	5.83	2.70	1.14	1.42	5.02	0.08
Furan ve piran halkalı hidrokarbonlar	0.20	t.e.	0.23	t.e.	0.03	0.04	0.05	t.e.	t.e.
Diğer hidrokarbonlar	67.30	48.18	40.12	3.72	26.73	54.28	44.52	39.43	34.91
TOPLAM	92.21	73.39	105.23	22.91	39.67	69.60	55.43	61.51	39.99

t.e.: tespit edilmedi

Çizelge 4.20-b. 2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (%)

Uçucu bileşenler	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
Aldehitler	7,23	10,71	7,14	5,11	20,90	4,08	7,50	4,76	9,10
Ketonlar	1,58	0,67	0,34	4,15	t.e.	2,30	0,43	0,57	t.e.
Esterler	0,05	0,10	0,06	0,17	0,23	0,04	0,02	0,39	0,05
Alkoller	10,28	13,83	12,13	48,76	4,08	13,29	8,05	21,35	1,15
Asitler	0,29	0,42	8,92	0,00	0,08	0,03	0,70	0,33	0,53
Terpenler	1,92	2,40	3,30	0,13	0,45	0,57	0,32	0,34	1,68
Benzen halkalı Hidrokarbonlar	5,43	6,23	29,77	25,45	6,81	1,64	2,56	8,16	0,20
Furan ve piran halkalı hidrokarbonlar	0,22	t.e.	0,22	t.e.	0,08	0,06	0,09	t.e	t.e
Diğer hidrokarbonlar	72,99	65,65	38,13	16,24	67,38	77,99	80,32	64,10	87,30
TOPLAM	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

t.e: tespit edilmedi

Çizelge 4.21. 2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında LOX yoluyla oluşan aroma bileşiklerinin oranları (%)

Uçucu bileşenler	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
Aldehitler	88,85	91,73	69,11	79,59	95,90	75,00	83,41	82,94	82,30
Ketonlar	25,35	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	68,57	t.e.
Esterler	100,00	t.e.	100,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	100,00
Alkoller	58,44	80,00	64,34	81,11	72,22	76,11	65,92	46,23	32,61

2013 hasat yılı verileri incelendiğinde ve 2012 yılı sonuçları ile kıyaslandığında hem miktar olarak hem de toplam uçucu madde miktarı içerisindeki oranları bakımından önemli farklılıklar göze çarpmaktadır. Örneğin; Balıkesir Burhaniye örnekleri diğer Balıkesir örnekleri ile karşılaştırıldığında 2012 yılında en düşük aldehit oranına sahipken, 2013 hasat yılında en yüksek değeri almıştır. İzmir Dikili örneklerinde 2012 hasat yılında en yüksek aldehit oranı (% 55.04) görülürken, 2013 yılında aldehit oranı % 4.76 ile sınırlı kalmıştır. Çanakkale örneklerinde 2012 hasat yılında olduğu gibi, 2013 yılında da aldehit oranı diğer örneklere göre oldukça düşük bulunmuştur. Bu durumda, Çanakkale örneklerinin aldehit miktarının yıllık periyodisiteden etkilenmediği söylenebilir. LOX yolu ile oluştuğu bilinen aldehitlerin miktarı ise, Balıkesir Burhaniye örneklerinde % 95.90, Gömeç örneklerinde % 91.73 ve Edremit örneklerinde % 88.85'tir (**Çizelge 4.21**). Bu bileşikler zeytinyağına yeşil notlar ve elma-muz gibi meyvemsi notlar kazandırmaktadır. Diğer bir örnek ise 2012 hasat yılı örneklerinde tespit edilen toplam hidrokarbon miktarının (% 20.18-54.05), 2013 hasat yılında daha yüksek değerlere (% 41.82-89.18) ulaşmasıdır. Yok yılında (2013) yaşanan artışın parçalanma ürünlerinden ve/veya zirai mücadele ilaçlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Balıkesir Havran örneklerinde toplam asit miktarının en düşük (<0.01 ppm), Balıkesir Ayvalık örneklerinde ise en yüksek (9.39 ppm) olduğu tespit edilmiştir (**Çizelge 4.20-a**). Bu örneklerde asit miktarı oranına bakıldığında toplam uçucu bileşiklerin önemli bir kısmının (% 8.92) organik asitlerden oluştuğu görülmektedir (**Çizelge 4.20-b**).

2013 hasat yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında 11 aldehit, 3 keton, 4 ester, 23 alkol, 8 asit ve 44 hidrokarbon tanımlanmıştır. Buna göre, 2013 yılında örnek temin edilen 9 lokasyonun tamamında tespit edilen bileşikler, *trans*-2-hekzenal, benzeetanol, toluen, heptan, oktan, 1,1-dimetil-2-(1-metil-2-propenil)-2-siklopropan şeklindedir. Lokasyonlar arasında farklılık gösteren bileşikler **Çizelge 4.22**'de ve bu bileşiklerin literatürdeki aroma tanımları **EK 4**'te verilmiştir.

trans-2-hekzenal tüm lokasyonlarda tespit edilmesine karşın LOX yoluyla oluşan aldehitler içindeki oranı % 8.75-36.54 arasında değişim göstermiştir. Hekzenal için bu oran ise % 0.00-43.52 arasındadır. *cis*-3-hekzenal, sadece Balıkesir Edremit (2.65 ppm) ve İzmir Dikili (0.69 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. Nonanal, Balıkesir Havran ve İzmir Dikili örneklerinde tespit edilmezken, diğer örneklerde 0.04-1.45 ppm arasında bulunmuştur. Dekanal sadece Balıkesir Ayvalık (0.87 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. *trans*, *trans*-, 2,4-pentadienal ise sadece Çanakkale Ezine örneklerinde (0.09 ppm) bulunmuştur.

2-pentanon sadece Balıkesir Edremit (0.77 ppm), Havran (0.95 ppm) ve Çanakkale Ezine (0.39 ppm) örneklerinde bulunmuştur. 3-pentanon, Balıkesir Havran, Burhaniye ve Manisa Akhisar örneklerinde rastlanmamıştır. LOX yoluyla oluşan 1-penten-3-on ise sadece Balıkesir Edremit ve İzmir Dikili örneklerinde tespit edilmiştir.

Asetik asidin metil, etil, hekzil ve bütil esterlerinden sadece hekzil asetat LOX yoluyla oluşmaktadır. Etil ve bütil asetat sadece İzmir Dikili örneklerinde tespit edilmiştir (0.13 ppm ve 0.11 ppm).

Uçucu alkollerden benzometanol sadece Balıkesir Edremit (0.01 ppm) ve İzmir Dikili (0.09 ppm) örneklerinde, 1-undekanol sadece Balıkesir Edremit (0.63 ppm) ve Balıkesir Ayvalık (0.86 ppm) örneklerinde, izobütil alkol sadece İzmir Dikili (0.13 ppm) örneklerinde, 1-nonanol sadece Balıkesir Edremit (0.46 ppm) ve Manisa Akhisar (0.14 ppm), 2-hekzanol ve 1,5-hekzadien-3-ol (0.15 ppm) sadece Balıkesir Edremit (0.18 ppm), LOX yoluyla oluşan 1-penten-3-ol sadece Balıkesir Edremit (0.09 ppm) ve Ezine (0.09 ppm), 1-dodekanol sadece Balıkesir Edremit (0.66 ppm), 1-hekzadekanol (0.48 ppm) ve 1-oktanol (0.01 ppm) sadece İzmir Dikili, fenol yapılı bir alkol olan farnesol yalnızca Balıkesir Edremit (0.08 ppm) ve Burhaniye (0.02 ppm), izooktilalkol (0.06 ppm) sadece Balıkesir Edremit ve Ayvalık (2.92 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir.

2013 hasat yılında tüm lokasyonlarda ortak olarak tespit edilen hiç bir organik asit bulunmamıştır. Özellikle Balıkesir Havran lokasyonunda hiçbir asit izole edilmemiştir. Diğer örneklerde, asetik asit (0.14-0.38 ppm) ve hekzanoik asit (0.01-0.22 ppm) tespit edilmiştir.

Hidrokarbonlara bakıldığında, kopaen, osimen, longipinen, nerol, 1-tridesen, 1-pentadesen, 1-hekzadesen, 1-hekzakosan, 1-desin ve 2-penten sadece Balıkesir *Edremit* örneklerinde, himaçelen Balıkesir Edremit (0.06 ppm) ve Gömeç (0.11 ppm), italisen Balıkesir Edremit (0.03 ppm) ve Ayvalık (0.02 ppm), sedren yalnızca Balıkesir Edremit (0.12 ppm) ve Çanakkale Ezine (0.03 ppm), kurkumin Balıkesir Ayvalık hariç tüm örneklerde, sitiren Balıkesir Edremit (0.02 ppm), Burhaniye (0.04 ppm) ve İzmir Dikili (0.19 ppm), ksilen Akhisar hariç tüm örneklerde, 1,2,4-trimetil benzen, etil toluen, duren ve 1-etil, 2,3-dimetil benzen ise sadece Balıkesir Ayvalık örneklerinde tespit edilmiştir (**EK 5**).

Çizelge 4.22. 2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler

LOKASYONLAR									
Uçucu bileşikler	Edremit	Ayvalık	Burhaniye	Gömeç	Havran	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
1-penten-3-ol	X					X			
<i>cis</i> -3-hekzanal	X							X	
nonanal	X	X	X	X		X	X		X
dekanal		X							
<i>trans</i> -, <i>trans</i> -,2,4-pentadienal						X			
2-pentanon	X				X	X			
3-pentanon	X	X		X		X	X	X	
1-penten-3-on	X							X	
etil asetat								X	
bütül asetat								X	
1,5-hekzadien-3-ol	X								
izobütül alkol								X	
1-undekanol	X	X							
benzemetanol	X							X	
1-nonanol	X								X

Çizelge 4.22-devam. 2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler

LOKASYONLAR									
Uçucu bileşikler	Edremit	Ayvalık	Burhaniye	Gömeç	Havran	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
2-hekzanol	X								
1-oktanol								X	
1-hekzadekanol								X	
1-dodekanol	X								
farnesol	X		X						
izooktil alkol	X	X							
C ₁₅ H ₂₄ terpenleri (zingiberen, farnesen, seskifellandren, bergamoten ve kopaen)	X								
himaçelen	X			X					
sedren	X					X			
ksilen	X	X	X	X	X	X	X	X	
stiren	X		X					X	
kurkumin	X		X	X	X	X	X	X	X

4.7.3. Uçucu Bileşen Profili (2014 Hasat Yılı)

Üçüncü hasat yılında (2014) örneklere ait uçucu madde profilleri incelendiğinde hidrokarbonlar, aldehitler ve alkollerin en fazla bulunan bileşikler olduğu görülmüştür (**Çizelge 4.23-a** ve **4.23-b**). Tüm lokasyonlar arasında yapılan değerlendirmede, toplam uçucu madde miktarına göre ilk sırada Balıkesir Burhaniye (358.38 ppm), daha sonra Balıkesir Edremit (196.34 ppm) ve Balıkesir Ayvalık (131.69 ppm) örnekleri gelmiştir. En düşük toplam uçucu miktarı ise Manisa Kırkağaç (12.17 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. En yüksek toplam aldehit oranı Çanakkale Ezine'de (% 64.04), toplam keton oranı Balıkesir Havran'da (% 19.43), toplam ester oranı Manisa Kırkağaç'ta (% 6.49), toplam alkol oranı Balıkesir Ayvalık'ta (% 20.09) ve toplam asit oranı Havran'da (% 6.12) tespit edilmiştir (**Çizelge 4.23-b**). Balıkesir Burhaniye örneklerinde uçucu bileşenlerin tamamında en yüksek miktarlar elde edilmiştir (**Çizelge 4.23-a**). Burada, uçucu bileşenler, aldehit (% 20.87), alkol (% 15.11), organik asit (% 4.25), keton (% 3.79), ester (% 2.32) ve hidrokarbonlardan (% 14.96) oluşmaktadır. Balıkesir Havran örnekleri en düşük toplam ester (0.13 ppm) ve benzen bileşikleri (0.41 ppm) miktarlarına sahiptir. En düşük toplam keton miktarı Manisa Akhisar örneklerinde (0.54 ppm), en düşük toplam aldehit miktarı (5.19 ppm) Manisa Kırkağaç örneklerinde tespit edilmiştir. Furan ve piran halkalı aromatik bileşikler tüm Manisa ve Çanakkale örneklerinde tespit edilirken, İzmir'de sadece Bergama örneklerinde, Balıkesir'de ise sadece Burhaniye örneklerinde tespit edilmiştir. Balıkesir ilinden temin edilen örneklerin uçucu miktarları ilçe bazında değerlendirildiğinde, Burhaniye örneklerinin en yüksek (358.38 ppm), Havran örneklerinin ise en düşük (25.17 ppm) uçucu miktarına sahip olduğu görülmektedir. **Çizelge 4.23-b**'ye bakıldığında 2014 hasat yılında, Ayvalık ve Edremit orijinli örneklerin yüksek aldehit oranıyla (sırasıyla % 37.95 ve % 30.46), Havran örneklerinin yüksek keton oranıyla (% 19.43), Gömeç örneklerinin ise yüksek ester oranıyla (% 3.76) karakterize olduğu görülmektedir.

Çanakkale zeytinyağları, Manisa zeytinyağlarından sonra en düşük ikinci toplam uçucu miktarına sahiptir. Çanakkale Ezine örneklerinde toplam uçucu madde (33.98 ppm) miktarı, Çanakkale Ayvacık örneklerinden (75.80 ppm) daha düşüktür. Bu iki lokasyon arasındaki en belirgin fark terpen oranları arasında görülmüştür. Zira Çanakkale Ezine örneklerinde terpen miktarı % 4.50 iken Ayvacık örneklerinde bu oran % 20.54 olarak hesaplanmıştır.

İzmir Bornova örnekleri tüm lokasyonlar arasında en düşük toplam uçucu madde miktarına (42.92 ppm), İzmir Bergama örnekleri ise en yüksek miktara (86.67 ppm) sahip olmuştur. Bergama örnekleri düz zincirli hidrokarbonlar ve benzen halkalı hidrokarbonlar hariç diğer tüm uçucu gruplarında en yüksek miktarlara sahiptir. En düşük toplam terpen miktarı İzmir Dikili (% 4.78) örneklerinde, en düşük benzen halkalı aromatik bileşenler ise İzmir Bornova (% 1.10) örneklerinde tespit edilmiştir. İzmir Bornova örneklerinde tespit edilen organik asit miktarı da diğer İzmir örneklerinden oldukça düşük bulunmuştur (**Çizelge 4.23-b**). Ayrıca, İzmir Bornova ve İzmir Dikili örneklerinde hiçbir furan ve pıran halkalı hidrokarbon tespit edilmemiştir.

2014 hasat yılında farklı coğrafi orijinlerden elde edilen zeytinyağlarının toplam uçucu maddeleri içerisinde lipoksigenaz enzim aktivitesi ile oluşanlar **Çizelge 4.24**'de verilmiştir. Buna göre, Manisa Akhisar en yüksek aldehit (hekzanal, *cis*-3-hekzenal, *trans*-2-pental ve *trans*-2-hekzenal) oranına (% 89.53), Balıkesir Havran en yüksek ester (hekzil asetat ve *cis*-3-hekzenil asetat) oranına (% 69.23), Manisa Kırkağaç ise en yüksek keton (1-penten-3-on, % 91.11) ve alkol (hekzanol, 2-penten-1-ol, 1-penten-3-ol, *cis*-3-hekzenol ve *trans*-2-hekzenol, % 92.06) oranına sahip olmuştur.

EK 5'te 2014 hasat yılı örneklerinde tespit edilen uçucu maddeler gruplandırılarak verilmiştir. Buna göre, örneklerin tamamında ortak olarak bulunan bileşikler 2-metil bütanal (0.04-0.70 ppm), 3-metil bütanal (0.03-0.58 ppm), pentanal (0.03-0.31 ppm), hekzanal (1.77-15.27 ppm), *trans*-2-pental (0.06-1.21 ppm), *cis*-3-hekzenal (0.55-9.05 ppm), *trans*-2-hekzenal (1.58-28.49 ppm), *trans, trans*-,2,4-hekzadienal (0.22-2.53 ppm), oktanal (0.02-1.42 ppm), nonanal (0.05-4.06 ppm), 1-penten-3-on (0.31-3.45 ppm), hekzil asetat (0.01-0.55 ppm), benzeetanol (0.03-0.74 ppm), 1-hekzanol (0.08-5.99 ppm), *cis*-3-hekzen-1-ol (0.21-16.58 ppm), *cis*-2-pentenol (0.15-4.30 ppm), zingiberen (0.17-15.92 ppm), farnesen (0.11-41.70 ppm), seskifelandren (0.10-54.49 ppm), karyofilen (0.02-1.68 ppm), stiren (0.05-0.73 ppm), toluen (0.03-0.57 ppm), ksilen (0.06-2.46 ppm), oktan (0.04-0.99 ppm), 2-etil,6-metil, 1,5-heptadien (0.17-12.66 ppm),1,1-dimetil, 2(1-metil, 2-propenil), 2-siklopropan (0.08-0.72 ppm) şeklindedir. Lokasyonlar arasında farklılık gösteren bileşikler **Çizelge 4.25**'te ve bu bileşiklerin literatürdeki aroma tanımları **EK 4**'te verilmiştir.

trans-2-heptenal Balıkesir Havran hariç tüm lokasyonlarda tespit edilmiş olup miktarı 0.01 ppm (Manisa Kırkağaç)-1.71 ppm (Balıkesir Edremit) aralığındadır.

Bütanal (0.27 ppm) ve *trans,trans*-2,4-nonadienal (0.24 ppm) sadece Balıkesir Edremit örneklerinde tespit edilmiştir. Ransit kusur olarak bilinen [241] *cis*-2-desenal sadece Balıkesir Ayvalık (3.61 ppm) ve Çanakkale Ayvacık (4.32 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. Benzer şekilde benzaldehit sadece Balıkesir Ayvalık (0.21 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. Otoksidasyon ürünlerinden biri olan *trans,trans*-,2,4-dekadial Balıkesir Havran, İzmir Bornova ve Manisa örneklerinin hiç birinde tespit edilmemiştir. Diğer lokasyonlardaki miktarları ise 0.17-2.15 ppm arasında değişmektedir.

LOX yoluyla oluşan 1-penten-3-on tüm lokasyonlarda tespit edilmiştir. 2-pentanon, sadece Balıkesir Edremit (4.40 ppm), Havran (0.63 ppm), Ayvacık (0.07 ppm) ve Manisa Saruhanlı (0.30 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. 2-oktanon, sadece Balıkesir Edremit (0.43 ppm), Ayvalık (0.12 ppm), Havran (0.09 ppm), Çanakkale Ayvacık (0.08 ppm) ve Balıkesir Burhaniye (0.65 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. 4-metil, 3-oktanon ve 2-nonanon sadece Balıkesir Burhaniye örneklerinde tespit edilmiştir. 4-metil, 5-etil heptanon (0.82 ppm), 1-fenil-1-hekzanon (0.25 ppm) ve 2-heptadekanon (0.11 ppm) sadece Balıkesir Edremit örneklerinde tespit edilmiştir. 2-nonadekanon (0.16) ppm, sadece Balıkesir Ayvalık örneklerinde tespit edilmiştir. 5-metil,4-hekzen-3-on Çanakkale ve Manisa örneklerinin hiç birinde tespit edilmezken Balıkesir ve İzmir'e ait tüm örneklerde tespit edilmiştir. 1-pentil, 1-hekzanon yalnızca Balıkesir Gömeç (0.08 ppm) ve İzmir Dikili (0.09 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir.

Linoleik asidin 13-hidroperoksitlerinin parçalanması sonucu oluşan heksil asetat, tüm örneklerde tespit edilmiş olup miktarı 0.01-0.55 ppm arasında değişmektedir. Benzoik asit, 2-hidroksimetil ester bileşiği tüm lokasyonlarda (0.02-1.08 ppm) tespit edilmiştir. Metil ve etil asetat bileşikleri Balıkesir Havran hariç tüm örneklerde tespit edilmiştir. Linolenik asidin 13-hidroperoksitlerinin parçalanması sonucu oluşan *cis*-3-hekzenil asetat sadece Balıkesir Ayvalık (0.43 ppm) ve Balıkesir Burhaniye (0.58 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. Metil heksanoat yalnızca Manisa Akhisar örneklerinde (0.08 ppm), metil heptanoat yalnızca İzmir Dikili örneklerinde (0.04 ppm), bütanoik asit, 2-hidroksimetil ester yalnızca Çanakkale Ezine örneklerinde (0.02 ppm), oleik asit etil ester yalnızca Ayvalık örneklerinde (0.11 ppm) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.23-a. 2014 hasat yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (ppm)

Uçucu bileşenler	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık
Toplam, ppm							
Aldehitler	59.80	24.24	49.97	6.68	74.81	21.76	32.54
Ketonlar	12.23	3.13	4.66	4.89	13.57	1.45	1.77
Esterler	3.45	3.44	2.52	0.13	8.30	0.56	1.94
Alkoller	24.70	14.12	26.45	4.81	54.14	3.89	13.29
Asitler	7.39	2.84	7.06	1.54	15.22	1.64	3.83
Terpenler	43.82	27.06	13.53	4.12	138.72	1.53	15.57
Benzen halkalı hidrokarbonlar	2.64	1.46	1.20	0.41	6.53	1.20	1.12
Furan ve piran halkalı hidrokarbonlar	t.e.	t.e.	t.e	t.e	0.97	0.39	0.47
Diğer hidrokarbonlar	42.31	15.21	26.30	2.59	46.12	1.56	5.27
TOPLAM	196.34	91.50	131.69	25.17	358.38	33.98	75.80

t.e: tespit edilmedi

Çizelge 4.23.a-devam. 2014 hasat yılı Ayvalık zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (ppm)

Uçucu bileşenler	Bornova	Bergama	Dikili	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
<i>Toplam, ppm</i>						
Aldehitler	9.10	31.00	17.60	7.93	6.52	5.19
Ketonlar	1.12	2.62	1.31	0.54	0.73	0.59
Esterler	0.59	1.77	0.68	0.67	0.83	0.79
Alkoller	0.96	5.03	3.62	1.07	1.13	0.63
Asitler	0.12	3.92	3.04	0.03	t.e.	0.09
Terpenler	16.37	28.15	3.65	2.16	1.71	2.62
Benzen halkalı Hidrokarbonlar	0.47	3.86	3.50	0.59	0.72	0.69
Furan ve piran halkalı Hidrokarbonlar	t.e.	0.01	t.e.	0.15	0.12	0.18
Diğer hidrokarbonlar	14.19	10.31	42.92	1.50	1.98	1.39
TOPLAM	42.92	86.67	76.32	14.64	13.74	12.17

t.e. tespit edilmedi

Çizelge 4.23.b. 2014 hasat yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (%)

Uçucu bileşenler	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık
Aldehitler	30,46	26,49	37,95	26,54	20,87	64,04	42,93
Ketonlar	6,23	3,42	3,54	19,43	3,79	4,27	2,34
Esterler	1,76	3,76	1,91	0,52	2,32	1,65	2,56
Alkoller	12,58	15,43	20,09	19,11	15,11	11,45	17,53
Asitler	3,76	3,10	5,36	6,12	4,25	4,83	5,05
Terpenler	22,32	29,57	10,27	16,37	38,71	4,50	20,54
Benzen halkalı Hidrokarbonlar	1,34	1,60	0,91	1,63	1,82	3,53	1,48
Furan ve piran halkalı Hidrokarbonlar	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,27	1,15	0,62
Diğer hidrokarbonlar	21,55	16,62	19,97	10,29	12,87	4,59	6,95
TOPLAM	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

t.e: tespit edilmedi

Çizelge 4.23.b-devam. 2014 hasat yılı Ayvalık zeytinyağlarında tespit edilen aroma bileşenlerinin toplam miktarları (%)

Uçucu bileşenler	Bornova	Bergama	Dikili	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
Aldehitler	21,20	35,77	23,06	54,17	47,45	42,65
Ketonlar	2,61	3,02	1,72	3,69	5,31	4,85
Esterler	1,37	2,04	0,89	4,58	6,04	6,49
Alkoller	2,24	5,80	4,74	7,31	8,22	5,18
Asitler	0,28	4,52	3,98	0,20	t.e.	0,74
Terpenler	38,14	32,48	4,78	14,75	12,45	21,53
Benzen halkalı hidrokarbonlar	1,10	4,45	4,59	4,03	5,24	5,67
Furan ve piran halkalı hidrokarbonlar	t.e.	0,01	t.e.	1,02	0,87	1,48
Diğer hidrokarbonlar	33,06	11,90	56,24	10,25	14,41	11,42
TOPLAM	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

t.e: tespit edilmedi

Çizelge 4.24. 2014 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında LOX yoluyla oluşan aroma bileşiklerinin oranları (%)

Uçucu bileşenler	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık
Aldehitler	76,61	72,94	68,64	87,72	63,74	64,48	65,33
Ketonlar	20,56	40,98	18,55	8,63	26,54	70,16	54,14
Esterler	13,33	8,72	27,38	69,23	13,61	19,64	8,64
Alkoller	59,68	55,38	47,22	55,23	49,63	62,72	62,23

t.e: tespit edilmedi

Çizelge 4.24-devam. 2014 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında LOX yoluyla oluşan aroma bileşiklerinin oranları (%)

Uçucu bileşenler	Bornova	Bergama	Dikili	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
Aldehitler	87,36	65,87	77,27	89,53	86,66	83,43
Ketonlar	44,21	58,65	68,85	86,96	46,97	91,11
Esterler	11,86	9,04	1,47	14,93	10,84	12,66
Alkoller	85,42	27,83	50,28	59,81	76,11	92,06

t.e: tespit edilmedi

Çizelge 4.25. 2014 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler

LOKASYONLAR													
Uçucu bileşikler	Edremit	Ayvalık	Burhaniye	Gömeç	Havran	Ayvacık	Ezine	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
bütanal	X												
<i>trans</i> -, <i>trans</i> -2,4-nonadienal	X												
<i>trans</i> -2-heptenal	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>cis</i> -2-desenal		X				X							
<i>trans</i> -, <i>trans</i> -2,4-dekadienal	X	X	X	X		X	X	X		X			
benzaldehit		X											
2-pentanon	X				X	X						X	
4-metil,3-oktanon			X										
2-nonanon			X										
4-metil, 5-etil heptanon	X												
2-nonadekanon		X											
1-fenil hekzanon	X												
2-heptadekanon	X												
1-pentil hekzanon				X				X					

Çizelge 4.25-devam. 2014 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler

LOKASYONLAR

Uçucu bileşikler	Edremit	Ayvalık	Burhaniye	Gömeç	Havran	Ayvacık	Ezine	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
metil asetat	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
etil asetat	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
metil hekzanoat											X		
metil heptanoat								X					
bütanoik asit, 2- hidroksimetil ester							X						
etil oleat		X											
1-nonanol	X												
1-hekzan-3-ol			X										
3-pentanol			X										
benzometanol	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
izoamil, 1- bütanol			X										
farnesol										X	X		X
izoamil alkol	X	X	X	X	X	X	X						
<i>trans</i> -, <i>trans</i> -2,4- hekzadien-1-ol				X									
2-nonen-1-ol	X												

Çizelge 4.25-devam 2014 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında lokasyonlar arasında farklılık gösteren uçucu bileşikler

LOKASYONLAR

Uçucu bileşikler	Edremit	Ayvalık	Burhaniye	Gömeç	Havran	Ayvacık	Ezine	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
4-metil,1-penten-3-ol	X												
propiyonik asit			X										
heptanoik asit								X		X			
oktanoik asit		X	X	X		X	X	X		X			
nonanoik asit		X	X	X	X	X	X		X	X	X		X
bütanoik asit				X									
limonen								X	X	X	X	X	X
sedren		X	X	X								X	
funebren		X	X										
kurkumin	X												
2-pentil furan										X			
5-etil-2(5H)-furanon		X											
5-etil-2-etilbutenolid, 2(3H)-furanon						X	X				X	X	X

2014 hasat yılında örneklerde toplam 37 alkol bileşiği tanımlanmıştır. Benzometanol, İzmir Manisa Saruhanlı ve Kırkağaç lokasyonları hariç tüm örneklerde tespit edilmiştir. İzomil, 1-bütanol (1.29 ppm), 3-pentanol (3.42 ppm) ve 1-hekzan-3-ol (3.91 ppm) sadece Balıkesir Burhaniye’de, 1-nonanol (0.42 ppm), 2-nonen-1-ol (1.31 ppm) ve 4-metil,1-penten-3-ol (1.19 ppm) sadece Balıkesir Edremit’te, 2,4-hekzadien-1-ol (0.07 ppm) sadece Balıkesir Gömeç’te tespit edilmiştir. İzomil alkol, Balıkesir ve Çanakkale örneklerinde tespit edilirken hiçbir İzmir ve Manisa örneğinde bulunmamıştır. *trans*-2-hekzen-1-ol, tüm Çanakkale örneklerinde tespit edilmiştir. Farnesol, sadece Bergama, Akhisar ve Kırkağaç örneklerinde tespit edilmiştir.

2014 yılında toplam 13 asit yapısında bileşik tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin hiçbiri tüm örneklerde ortak değildir. Hekzanoik asit, tüm Çanakkale örneklerinde tespit edilirken, hiçbir Manisa orijinli örnekte tespit edilmemiştir. Propiyonik asit sadece Balıkesir Burhaniye lokasyonlu örneklerde bulunmuştur. Heptanoik asit sadece İzmir Dikili (0.07 ppm) ve İzmir Bergama (0.27 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. Nonanoik asit Balıkesir Edremit, İzmir Bornova ve Manisa Saruhanlı hariç tüm örneklerde tespit edilmiştir. Oktanoik asit hiçbir Manisa orijinli örnekte ve Balıkesir Edremit, Havran ve İzmir Bornova örneğinde tespit edilmemiştir. Bütanoik asit sadece Balıkesir Gömeç örneklerinde (0.04 ppm) tespit edilmiştir.

Tanımlanabilen toplam 17 terpen yapılu bileşikten, zingiberen, farnesen, seskifellandren, bergamoten, karyofilen tüm lokasyonlarda tespit edilmiştir. Manisa ve İzmir örneklerinin tamamında limonen bulunurken, kopaen bulunmamıştır. Himaçelen, İzmir Dikili hariç tüm örneklerde tespit edilmiştir. Funebren yalnızca Balıkesir Ayvalık (0.14 ppm) ve Burhaniye (14.94 ppm)’de tespit edilmiştir. Sedren, Balıkesir Gömeç (2.47 ppm), Ayvalık (2.17 ppm), Burhaniye (14.60 ppm) ve Manisa Saruhanlı (0.04 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. Kubeben, hiçbir Balıkesir ve İzmir lokasyonlu örnekte tespit edilmemiştir. Bu bileşik, Çanakkale lokasyonlu tüm örneklerde (0.03-0.08 ppm) tespit edilmiştir.

Tanımlanabilen 14 aromatik halkalı bileşikten benzen, Balıkesir Havran (0.41 ppm), İzmir Manisa Akhisar (0.59 ppm)’da en düşük miktarda tespit edilmiştir. Sitren (0.05-0.73 ppm), ksilen (0.06-2.46 ppm) ve toluen (0.03-0.57 ppm) tüm lokasyonlarda tespit edilebilen ortak bileşikler olmuştur. Kurkumin, sadece Balıkesir Edremit (0.08 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir.

İzole edilen 3 adet aromatik halkalı bileşenden 2-pentil furan yalnızca İzmir Bergama (0.01 ppm), 5-etil-2(5H)-furanon ise yalnızca Balıkesir Burhaniye (0.97 ppm) örneklerinde tespit edilmiştir. 5-etil-2-etilbutenolid, 2(3H)-furanon ise sadece Çanakkale (0.39-0.47 ppm) ve Manisa (0.12-0.18 ppm) örneklerinde saptanmıştır.

1-tetradesen, sadece Çanakkale ve Manisa örneklerinde, *trans*-3-oktadesen ve 3-etil,1,5-oktadien ise sadece Balıkesir ve İzmir örneklerinde bulunmuştur. Tetradesen varlığı biberli ve keskin güçlü bir aroma ile ilişkilendirilmektedir [185]. Dokosan sadece Balıkesir Ayvalık (0.10 ppm) örneklerinde bulunurken, 4,8-dimetil,1,7-nonadien ise sadece Çanakkale örneklerinde bulunmamıştır. Diğer örneklerin tamamında 0.33-1.77 ppm arasında dokosan tespit edilmiştir. Osimen, Balıkesir Havran, İzmir Bornova ve Manisa Akhisar hariç tüm örneklerde tespit edilmiştir. Alloosimen sadece Balıkesir Edremit örneklerinde bulunmuş (9.43 ppm), 4,8-dimetil, 1,3,7-nonatrien sadece Manisa Akhisar örneklerinde tespit edilmiştir. Trikosan, sadece Çanakkale örneklerinde tespit edilmiştir.

Çalışılan iki var yılında (2012 ve 2014) Kuzey Ege orijinli natürel sızma zeytinyağlarında ortak olarak tespit edilen bileşikler, 2-metil bütanal; 3-metil bütanal; hekzenal; *trans*-2-hekzenal; *trans*, *trans*-,2,4-hekzadienal; 1-penten-3-on; 1-hekzanol; *cis*-3-hekzen-1-ol; *cis*-2-penten-1-ol; oktan; 2-etil, 6-metil,1,5-heptadien ve 1,1-dimetil, 2(1-metil,2-propenil), 2-siklopropan şeklindedir. Yok yılında (2013) ise tüm lokasyonlarda ortak olarak tespit edilen bileşen sayısı azalmış olup bu bileşikler *trans*- 2-hekzenal, benzeetanol, toluen, heptan, oktan ve 1,1-dimetil-2-(2-metil-2-propenil) siklopropan şeklindedir.

Yukarıda verilen bulgular ışığında, Kuzey Ege orijinli natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen uçucu bileşenler arasında hem hasat yılı hem de coğrafi orijinler arasında farklılık olduğu görülmektedir.

EK 5'te verilen detaylı sonuçlar dikkate alındığında, Kuzey Ege orijinli Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarının başlıca aroma bileşenleri LOX yoluyla oluşan C6 aldehit ve C6 alkollerini olduğu görülmektedir.

LOX yolu ile oluşan uçucu aroma bileşenleri yönünden hasat yılları ve lokasyonlar arası farklılık istatistiki olarak da irdelenmiştir. Buna göre, lokasyonlar göz ardı edildiğinde tüm Ayvalık natürel sızma zeytinyağı örnekleri hasat yılları arasında LOX uçucu bileşenlerinin miktarları yönünden önemli fark tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Burada *trans*-2-hekzanol miktarı, var yılları (2012 ve 2014) ve yok yılı (2013) arasındaki anlamlı fark ve yok yılında

miktarının artması nedeniyle ayrıcalık göstermiştir. Ayrıca, hasat yılı faktörü göz ardı edildiğinde ise lokasyonlar arasında sadece 5 karbon sayılı LOX ürünlerinin istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği ($p<0,05$) görülmüştür. Örneğin, 1-penten-3-ol miktarı yönünden Edremit lokasyonlu örnekler diğer tüm örneklerden ayrılmaktadır. Yine, *trans*-2-pentenal miktarı yönünden İzmir Bergama örnekleri bir grup, Çanakkale Ezine ve Merkez, Balıkesir Havran, İzmir Bornova ve Manisa Akhisar örnekleri başka bir grup olarak ayrılmıştır. 1-penten-3-on miktarı yönünden ise Çanakkale Merkez ve İzmir Bergama örnekleri diğer lokasyonlu örneklerden ayrılmıştır ($p<0,05$).

Her bir lokasyonunda tespit edilen LOX uçucu bileşiklerinin hasat yılları arasındaki değişimi incelendiğinde **Çizelge 4.26** elde edilmiştir. **EK 5**'te yıllara göre miktarları verildiğinden **Çizelge 4.26**'da sadece Duncan testi sonuçları gösterilmiştir ($p<0,05$).

Çeşitler arasındaki duyuşal farklılığın incelendiği bir çalışmada [37] LOX yolu ile oluşan C6 bileşiklerinin çeşitler arası marker olabileceği bildirilmiştir. *trans*-2-hekzenal varlığının badem benzeri aroma verdiği ve bu aromanın C6 aldehit artan miktarı ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir [52].

Ilyasoğlu ve arkadaşlarının yürüttüğü çalışma sonucunda (2011) ise zeytinyağına yeşil aroma notlarının *cis*-3-hekzen-1-ol varlığı, C6 alkollerinin toplam miktarı ve *trans*, *trans*-2,4-hekzadienal miktarı ile pozitif korelasyon olduğu bildirilmiştir [37].

cis-3-hekzenal varlığı ise meyvemsi, yaprak, çim ve badem aromaları ile pozitif korelasyon göstermektedir [185]. *cis*-3-hekzenalin otooksidasyonu ile oluşan [238] 5-etil-2-(5H)-furanon bileşiği ise tipik domates kokusu [242] vermektedir. Toplam domates, enginar ve keskin aromadan ise *cis*-3-hekzenal/*trans*-2-hekzenal oranı sorumlu bulunmuştur [229].

Daha önce literatürde tespit edildiği görülen etil benzen [52] ve etenil benzen (stiren) [230] bu tez çalışmasında da tespit edilmiştir. Ayrıca, ilk kez Cecchi ve ark (2013) tarafından tespit edilen 1,2,4-trimetil benzen, İzmir Bornova sanayi bölgesinden temin edilen örneklerde tespit edilmiştir. Bu bileşikler literatürde rafineri ve çevre kirliliğinin göstergesi olarak açıklanmıştır [243].

Benzoik asit, metil benzoat ve metil salisilat literatürde daha önce *Hygrophorus* mantarlarında [244], gülgiller familyasında bulunan *Eriobotrya* yağında [245] ve *Lycopersicon esculentum* (domates) yapraklarında [246] tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında C6 LOX ürünlerinin lokasyonlar arasında istatistiki dağılımı ($p < 0,05$)

Coğrafi Orijin	hekzenal			hekzenol			cis-3-hekzenal			hekzil asetat			cis-3-hekzenil asetat			cis-3-hekzen-1-ol			trans-2-hekzenal			trans-2-hekzenol		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Akhisar	B	B	A	B	B	A	C	B	A	B	B	A	p>0,05			B	C	A	C	A	B	p>0,05		
Dikili	B	C	A	C	A	B	C	A	B	p>0,05			p>0,05			C	A	B	B	C	A	B	A	B
Ezine	C	B	A	C	A	B	B	B	A	B	B	A	p>0,05			C	A	B	C	B	A	C	A	B
Edremit	B	C	A	C	B	A	C	B	A	C	B	A	p>0,05			C	B	A	B	B	A	B	A	C
Ayvalık	B	C	A	C	B	A	B	C	A	C	B	A	B	B	A	C	B	A	C	B	A	B	A	C
Burhaniye	C	B	A	C	B	A	B	B	A	B	B	A	B	B	A	C	B	A	C	B	A	B	A	C
Gömeç	B	C	A	C	A	B	B	B	A	B	B	A	p>0,05			C	B	A	C	B	A	B	A	C
Havran	A	C	B	A	B	C	B	B	A	B	B	A	p>0,05			C	A	B	B	C	A	B	A	B

Çizelge 4.27. Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarında C5 LOX ürünlerinin lokasyonlar arasında istatistiki dağılımı ($p < 0,05$)

Coğrafi Orijin	2-pentan-1-ol			1-penten-3-ol			trans-2-pentanal			1-penten-3-on		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Akhisar	C	B	A	p>0,05			B	B	A	B	C	A
Dikili	B	C	A	B	B	A	B	C	A	B	C	A
Ezine	B	B	A	C	A	B	B	C	A	B	C	A
Edremit	B	C	A	p>0,05			B	C	A	B	C	A
Ayvalık	B	C	A	B	B	A	B	B	A	B	C	A
Burhaniye	B	B	A	p>0,05			B	B	A	B	C	A
Gömeç	B	C	A	B	C	A	B	B	A	B	C	A
Havran	B	A	C	p>0,05			B	C	A	A	B	A

Toker ve arkadaşlarının çalışmalarında, Ayvalık çeşidinden elde edilen zeytinyağlarında C6 aldehitlerinden hekzenal, *trans*-2-hekzenal, C6 alkollerinden 1-hekzanol, *trans*-3-hekzenol, *cis*-3-hekzenol, *trans*-2-hekzenol, *cis*-2-hekzanol, C5 aldehitlerinden *trans*-2-pental, C5 alkollerinden 1-penten-3-ol, *cis*-2-pentenol, 1-pentanol, C5 ketonlarından 1-penten-3-on ve hekzil asetat ile *cis*-3-hekzenil asetatın majör aroma bileşikleri olduğu tespit edilmiştir [90]. Isparta'da 3 farklı zeytin çeşidi (Ayvalık, Memecik ve Topakaşı) kullanılarak elde edilen zeytinyağlarında, en sade aroma profiline sahip çeşidin Ayvalık olduğu, en baskın uçucu maddenin *trans*-2-hekzenal olduğu tespit edilmiştir [247]. 2007 ve 2008 hasat yıllarında Balıkesir Edremit ilçesinde farklı rakımlardaki zeytinlerin yeşil, yarı olgun ve olgun şekilde hasat edildiği çalışmada, olgunlaşma derecesinin, rakımın ve hasat yılının zeytinyağı uçucu bileşimine etkisi HS-SPME GC/MS yöntemi ile incelenmiştir. Sonuçlar, 2007 yılında *trans*-2-hekzenol haricindeki tüm uçucu bileşenlerin miktarının olgunlaşma ile önemli derecede ($p < 0,05$) azaldığını göstermiştir. *trans*-2-hekzenol sadece tam olgunlaşmış (siyah) 25-132 m rakımdaki örneklerde tespit edilmiştir. Hekzil asetat, hiç bir olgunlaşmamış (tam yeşil) örnekte bulunmamıştır. 2008 yılında da *trans*-2-hekzenol haricindeki tüm uçucu bileşenlerin miktarının olgunlaşma ile önemli derecede ($p < 0,05$) azaldığı, *trans*-2-hekzenolün sadece tam olgunlaşmış (siyah) 74 m rakımdaki örneklerde bulunduğu tespit edilmiştir. Çalışma hasat yılları arasında *trans*-2-hekzenal hariç ($p < 0,05$) tüm uçucu bileşenlerde $p < 0,05$ seviyesinde farklılık olduğunu göstermiştir [89]. Çalışmamızda, literatürde otooksidasyon ve mikrobiyal yolla oluştuğu ifade edilen çoğu bileşik özellikle 2013 ve 2014 hasat yıllarında tespit edilmiştir. Örneğin, küf kokusu kusuru literatürde 2- ve 3- metil bütanal varlığı, ayrıca, bütanoik asit, propionik asit, 2-metil propionik asit, 3-metil bütanoik asit varlığı ile ilişkilendirilmiştir. Mikrobiyal fermentasyonun ilerlediği zeytinlerden elde edilen yağlarda 2-heptenal ve 2-desenal kusur olarak tespit edilmiştir [248]. Bu bileşiklerin oluşumuna *Aspergillus parasiticus* ve *Penicillium nalgioviense* türleri dışında *Clostridium* ve *Pseudomonas* suşlarında neden olduğu bildirilmiştir. Taze zeytin ve küflenmiş zeytinden elde edilen yağların uçucu bileşiklerinin kıyaslandığı bir çalışmada *trans*-2-hekzenalin kaybolduğu, 3-oktanol ve 1-okten-3-ol bileşiklerinin oluştuğu tespit edilmiştir [249]. Etanol ve etil asetat ise sirkemsi ve şarabımsı kusurlarını oluşturmakta ve ayrıca *Acetobacter* ve *Brettanomyces acidodurans* tarafından taze zeytin dokusundaki sellebiyozdan üretilmektedir [250]. Bu mikroorganizmalar dışında bazı *Candida* türlerinin fenolik karakterli bileşikleri parçaladığı, çamurumsu-tortulu aroma kusuruna ve depolarda fiziki kusura yol açtığı bildirilmiştir [251].

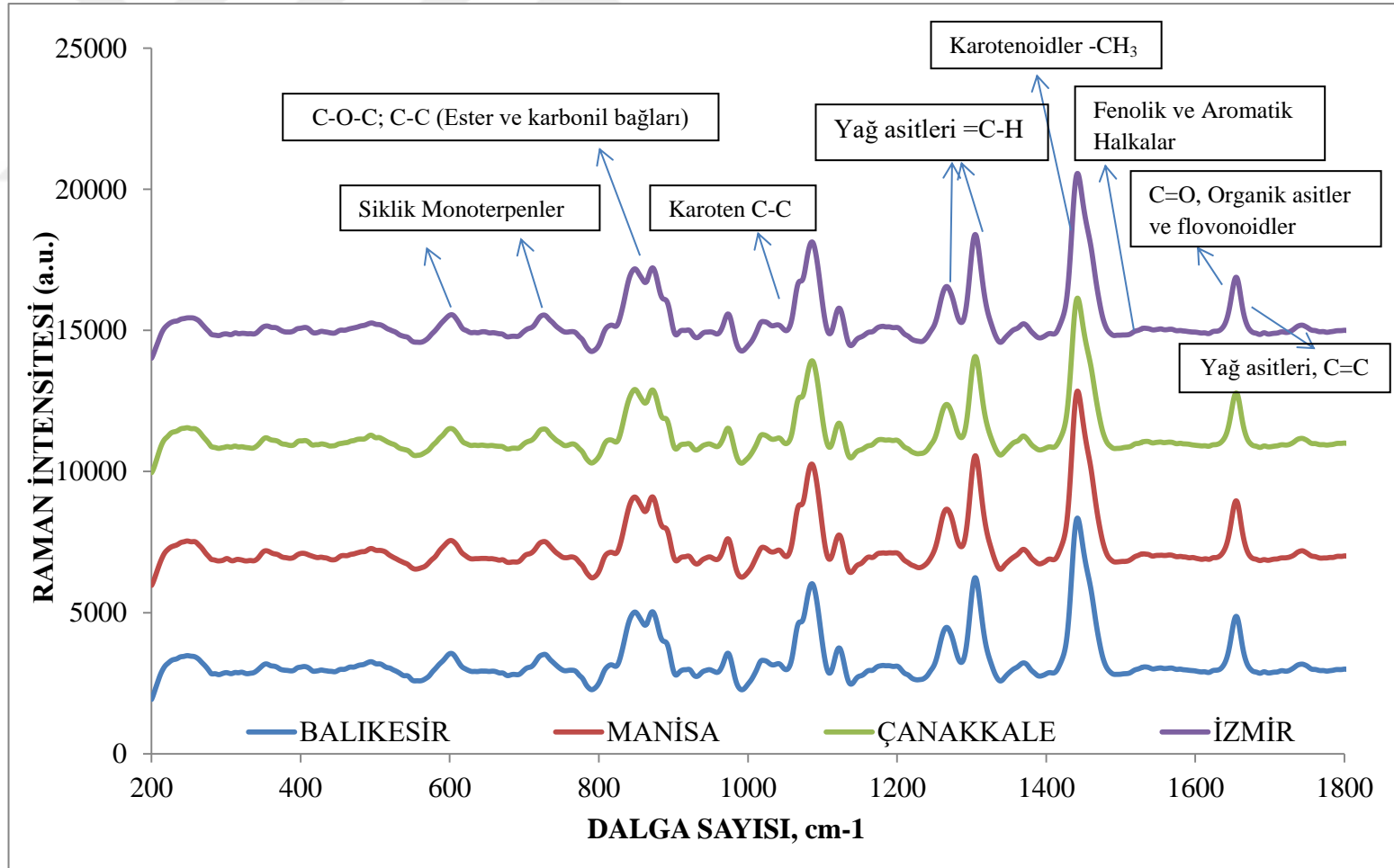
4.8. Ayvalık Natürel Sızma Zeytinyağlarının Raman Spektrumları

Moleküler titreşimlerin ölçüldüğü Raman spektrometresinde, yağlardaki $-C=C$, $-CH_2$, $-CH_3$, $-C=O$, $=CH$, $-O-C-O$ bağlarındaki asimetrik salınma ve burkulma (torsiyon) hareketleri ile simetrik sallanma, makaslama ve hatta germe deformasyon hareketleri hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Bunun dışında, doymamış bir yağ asidindeki *cis*-, *trans*- izomer yapısı ile oksidasyon derecesi de tespit edilmektedir [109].

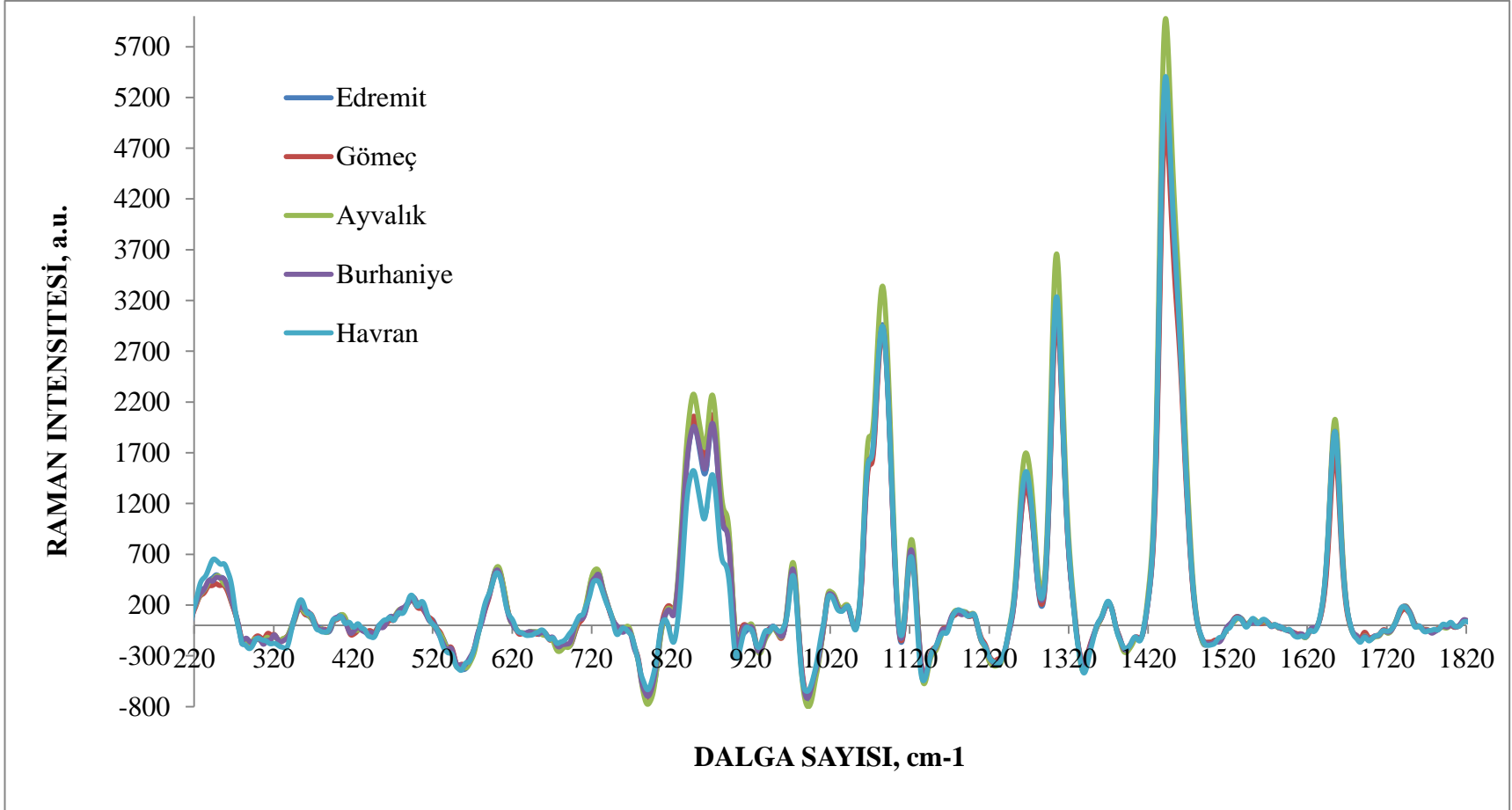
Tez çalışmasında zeytinyağı örneklerine ait karakteristik Raman bantları 200-346, 346-553, 560-800, 800-960, 960-991, 993-1151, 1155-1414 ve 1420-1493 cm^{-1} dalga sayısı aralıklarında gözlenmiştir (Şekil 4.1).

Lokasyonlara göre elde edilen spektrumlar Şekil 4.2-Şekil 4.5'de verilmiştir. Spektrumda $\sim 800-1400\text{ cm}^{-1}$ bölgelerinde yağ asidi zincirlerindeki CH_2 sayısına, *cis*- veya *trans*- $C=C$ yapılanmasına ve $HC-CH_3$ bağındaki deformasyonlara, dolayısıyla yağ asidi kompozisyonuna ve karoten bileşiklerinin miktarına bağlı olarak farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

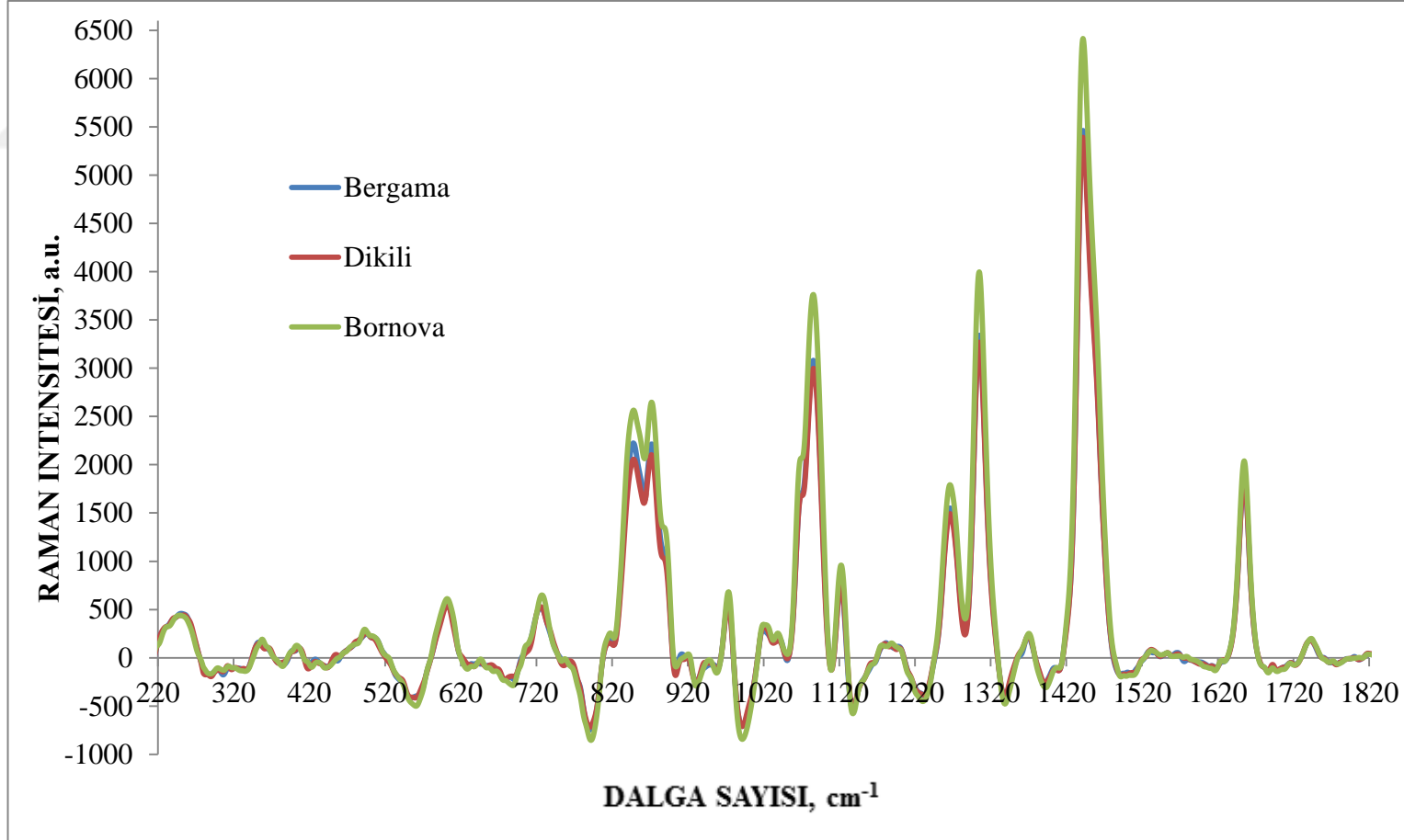
2012 hasat yılında Balıkesir (Edremit, Gömeç, Ayvalık, Havran, Burhaniye), Çanakkale (Ezine ve Ayyacık), İzmir (Dikili) ve Manisa (Akhisar) lokasyonlarından temin edilen Ayvalık çeşidi zeytinler kullanılarak üretilen zeytinyağlarına ait Raman spektrumları elde edilmiş ve sonuçlara, temel bileşen analizi PCA uygulanarak kemometrik olarak değerlendirilmiştir.



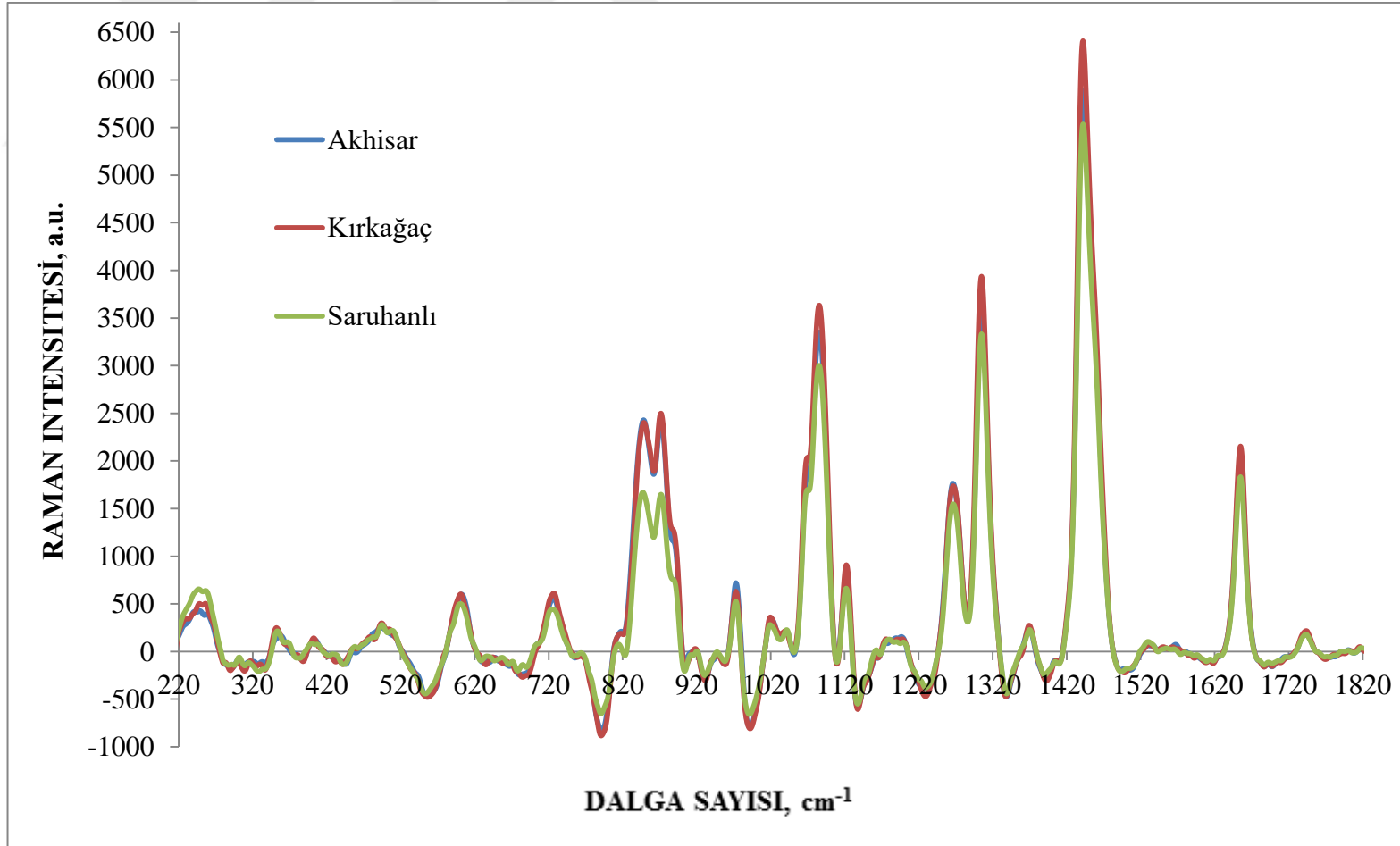
Şekil 4.1. Coğrafi orijinleri farklı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları ve sınıflandırma amacıyla kullanılan intens Raman bantlarına neden olan kimyasal bağlar



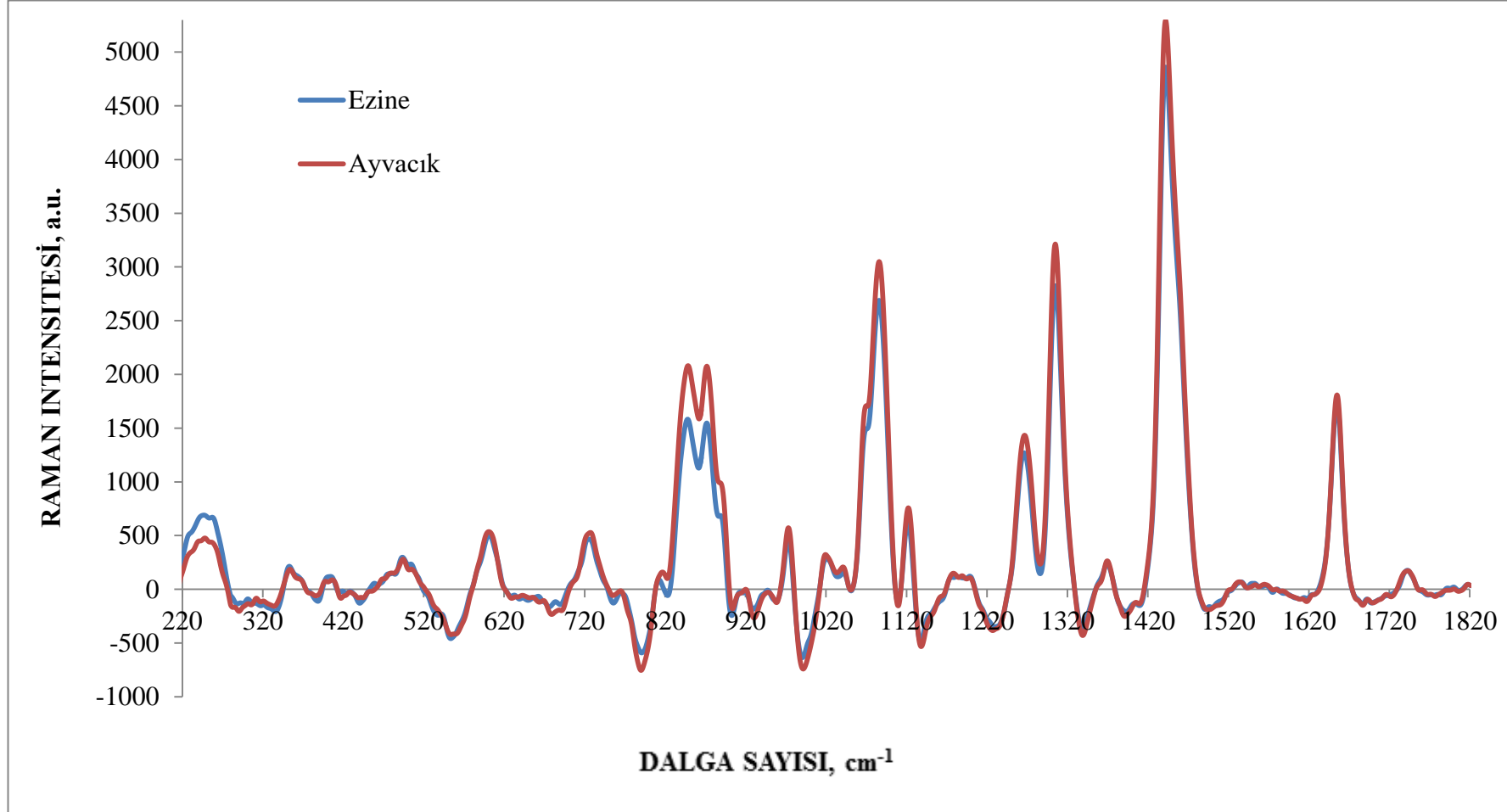
Şekil 4.2. Balıkesir orijinli Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları



Şekil 4.3. İzmir orijinli Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları

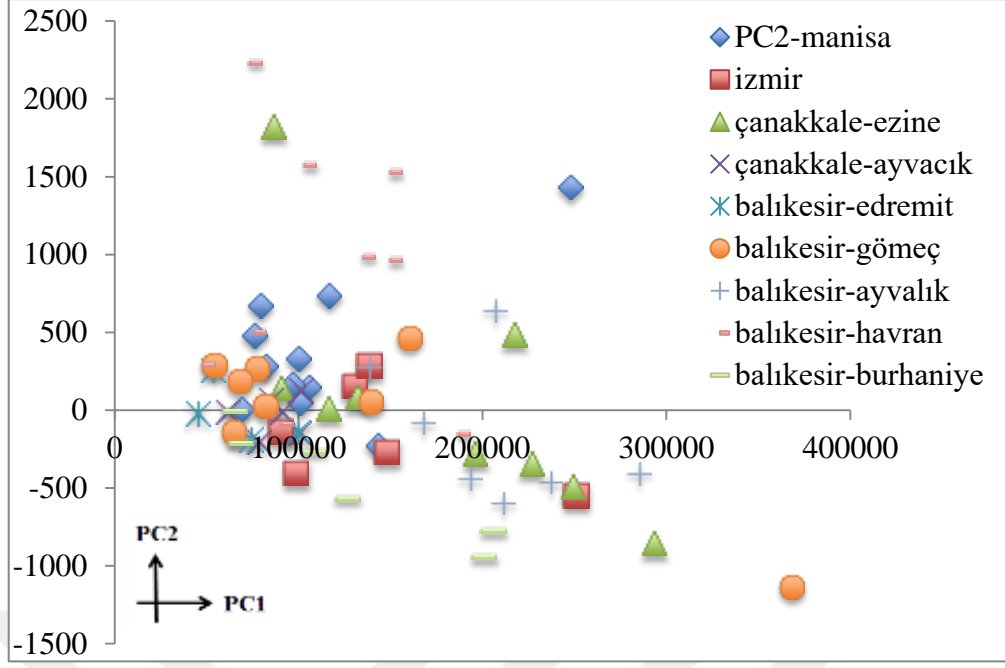


Şekil 4.4. Manisa orijinli Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları

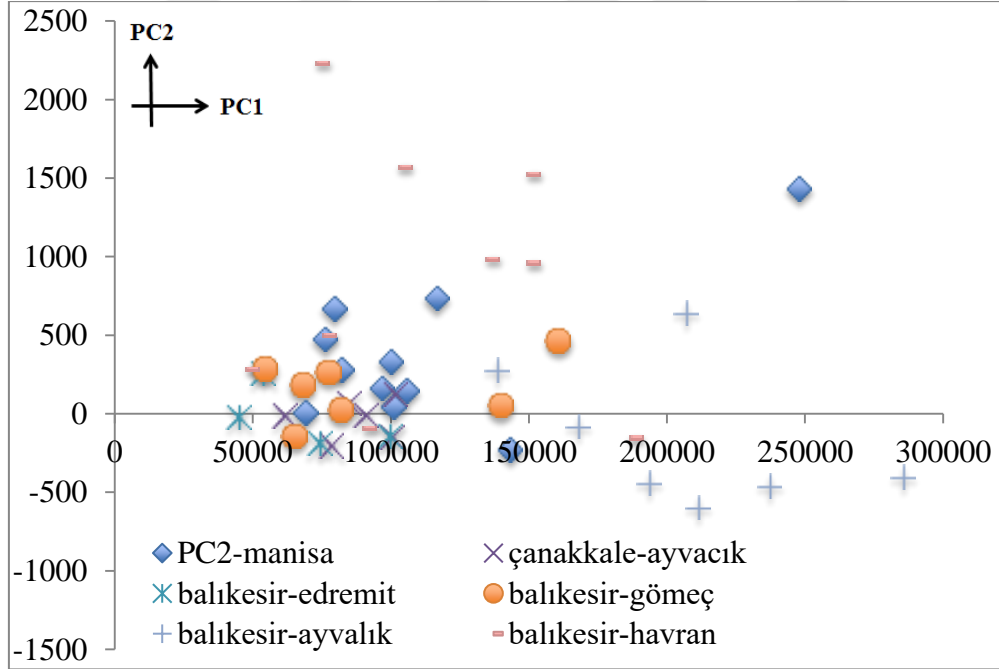


Şekil 4.5. Çanakkale orijinli Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının tipik Raman spektrumları

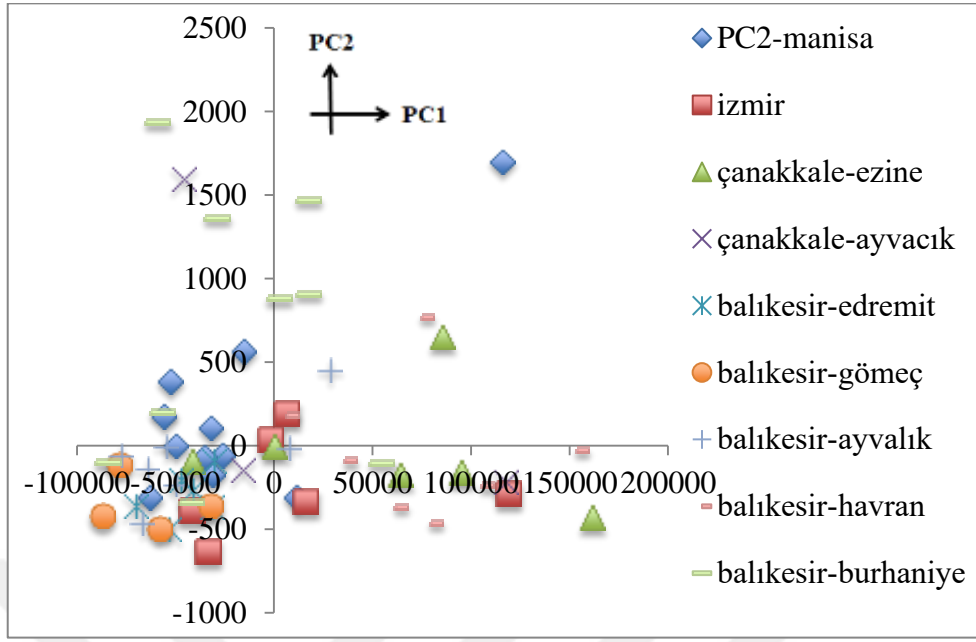
Herhangi bir önışlem uygulanmamış Raman datalarıyla yapılan sınıflandırma çalışmasına ait grafik **Şekil 4.6**'da verilmiştir. 1. ve 2. komponentlerin kullanımıyla çizilen grafikte komponentler kümülatif varyansın sırasıyla % 88.36 ve % 89.94'ünü açıklamaktadır. Şekil incelendiğinde Balıkesir Havran ve Balıkesir Ayvalık örneklerinin diğer gruplardan ayrıldığı görülmektedir. Manisa Akhisar, Balıkesir Gömeç, Çanakkale Ayvacık ve Balıkesir Edremit örnekleri kararlı bir kümelenme eğiliminde ve bir arada bulunmaktadır. İzmir Dikili, Çanakkale Ezine ve Balıkesir Burhaniye örnekleri gibi kendi içinde kararlı kümelenme davranışı göstermeyen örnekler değerlendirme dışında tutularak **Şekil 4.7** elde edilmiştir. Bazı sapan örnekler olmakla birlikte Balıkesir Ayvalık ve Balıkesir Havran örneklerinin lokasyonlardan ayrıldığı görülmektedir. Balıkesir Gömeç, Manisa Akhisar, Çanakkale Ayvacık ve Balıkesir Edremit örnekleri ise bir arada bulunma eğilimini sürdürmüşlerdir. PCA değerlendirmesinde "Mean center" önışlemi uygulandığında ise **Şekil 4.8**'deki grafik elde edilmiş bir ve ikinci komponentlerin kümülatif varyansın sırasıyla % 79.69 ve % 81.24'ını açıkladığı görülmüştür. Şekil incelendiğinde Balıkesir Burhaniye ve Balıkesir Havran örneklerinin diğer örneklerden ayrıldığı görülmektedir. Kararlı bir kümeleşme davranışı göstermeyen Çanakkale Ezine, Balıkesir Ayvalık ve İzmir Dikili örnekleri değerlendirme dışında bırakıldığında **Şekil 4.9** elde edilmiştir. Grafikte Balıkesir Burhaniye ve Balıkesir Havran örneklerinde bazı sapan datalar olmakla birlikte diğer gruplardan net bir şekilde ayrıldığı görülmektedir. Manisa Akhisar, Balıkesir Gömeç ve Balıkesir Edremit örneklerinde ise ayırım sağlanamamıştır. Ayvalık çeşidi zeytinyağların lokasyona göre sınıflandırılmasında önışlem olarak "First Derivative" kullanıldığında **Şekil 4.10** elde edilmiştir. 1. ve 2. komponentler kümülatif varyansın sırasıyla % 89.54 ve % 92.69'unu açıklamaktadır. Şekil incelendiğinde Çanakkale Ezine, Balıkesir Ayvalık ve Balıkesir Havran örneklerinin bazı sapan datalar bulundurmamakla birlikte diğerler örneklerden ayrıldığı görülmektedir. İzmir Dikili örnekleri kendi içinde kararlı bir kümeleşme eğilimi göstermediğinden bu gruplar çalışmanın amacı dışında bırakılıp eksenler yeniden düzenlendiğinde **Şekil 4.11** elde edilmiştir. Şekilde, Balıkesir Havran, Balıkesir Edremit, Balıkesir Burhaniye, Manisa Akhisar ve Balıkesir Gömeç örneklerinin birbirine çok yakın şekilde konumlandığı görülmektedir. Grafik eksenleri üzerinde uygun düzeltmeler yapıldığında **Şekil 4.12** elde edilmiştir.



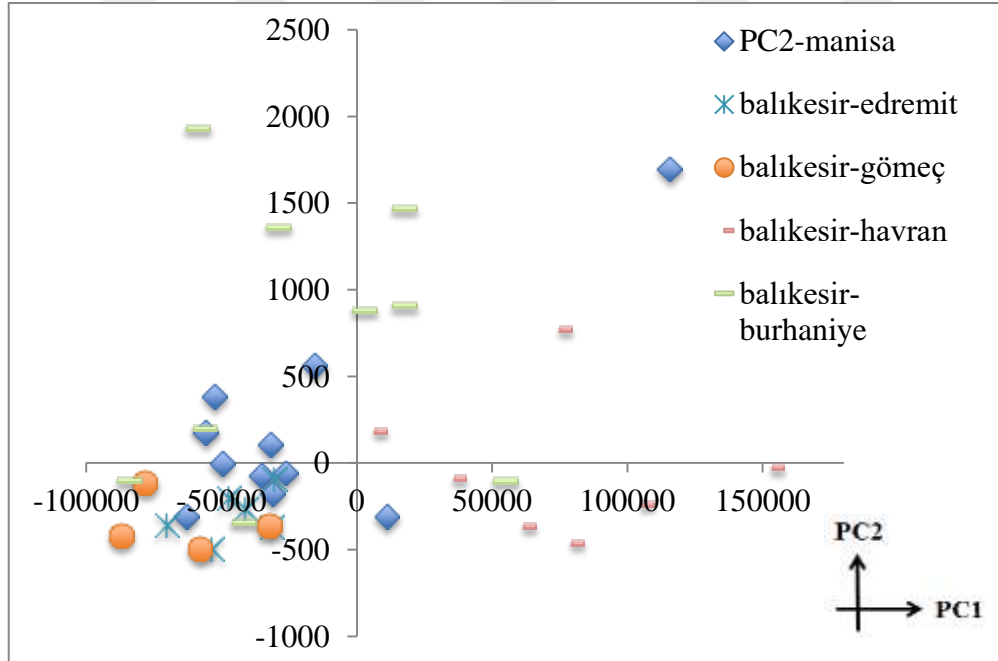
Şekil 4.6. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, önişlemsiz-1)



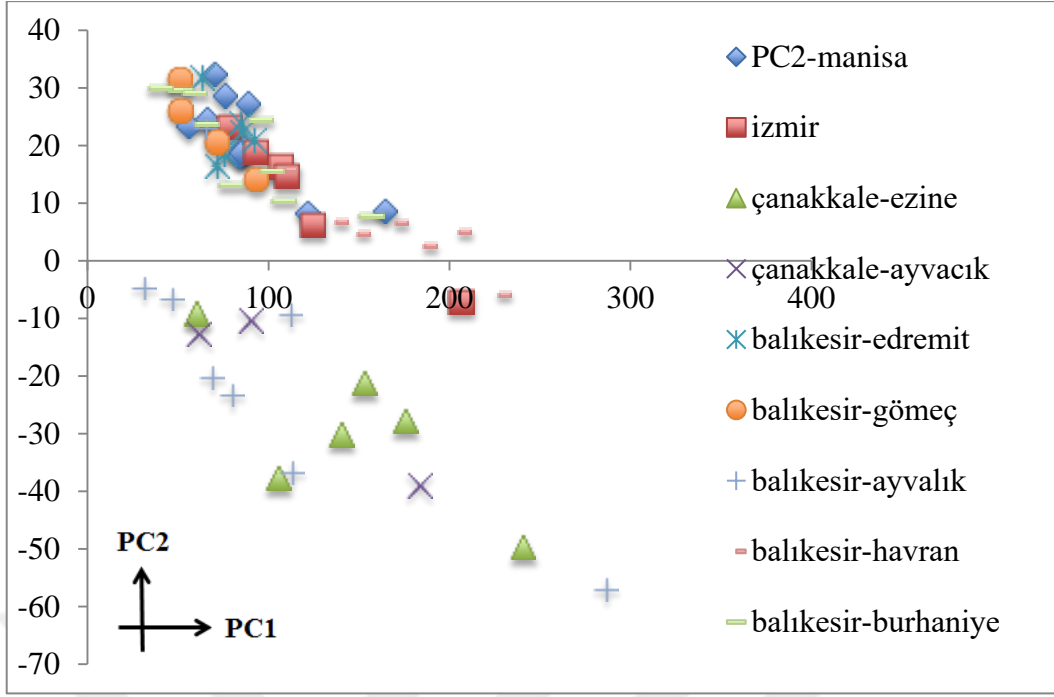
Şekil 4.7. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, önişlemsiz-2)



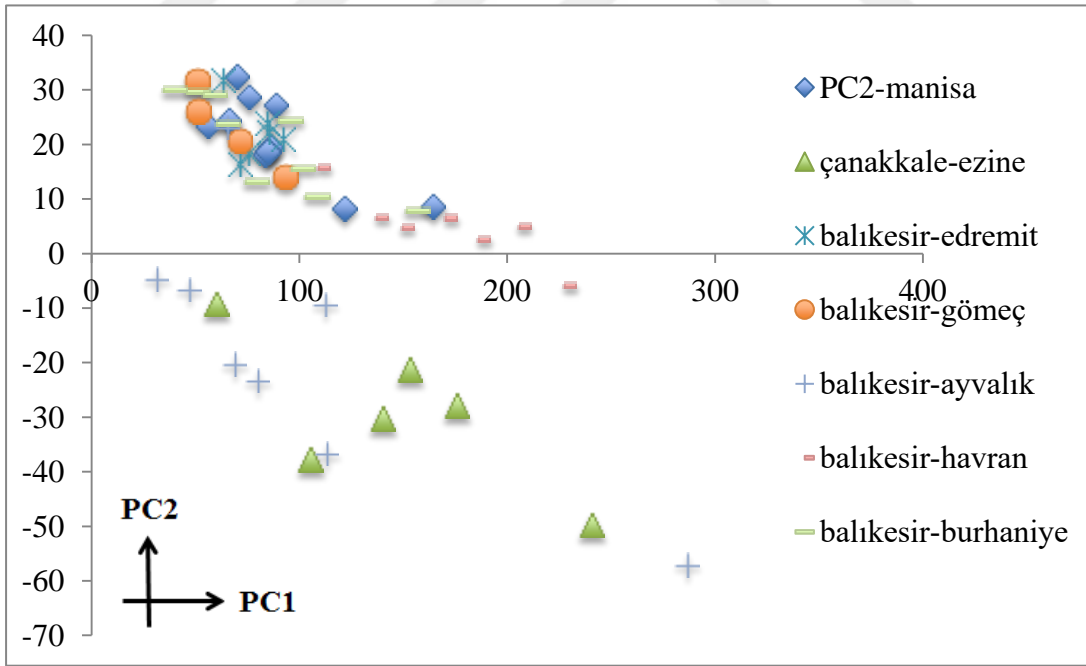
Şekil 4.8. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, Mean center önişlemli-1)



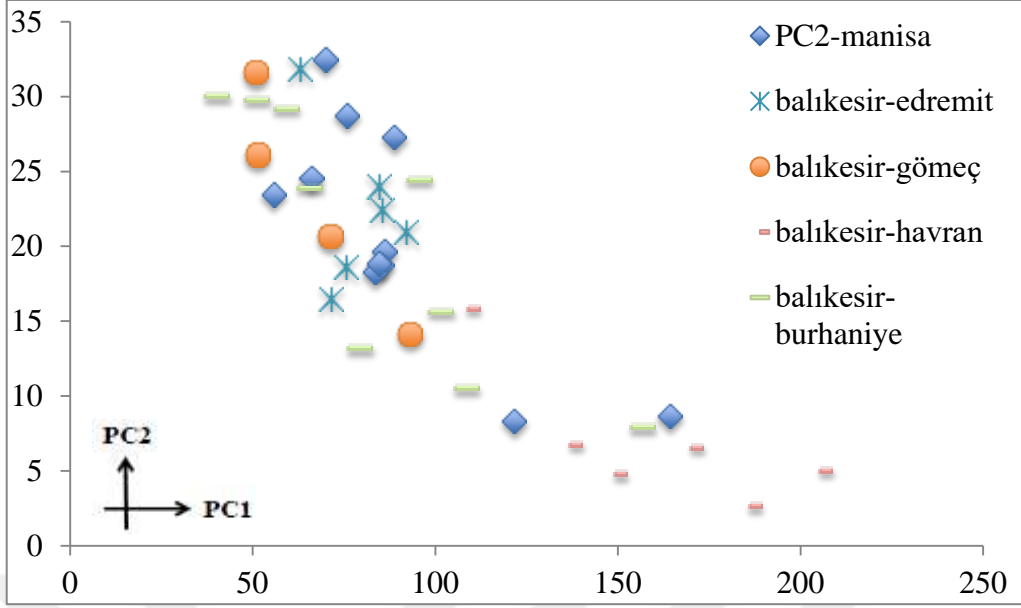
Şekil 4.9. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, Mean center önişlemli-2)



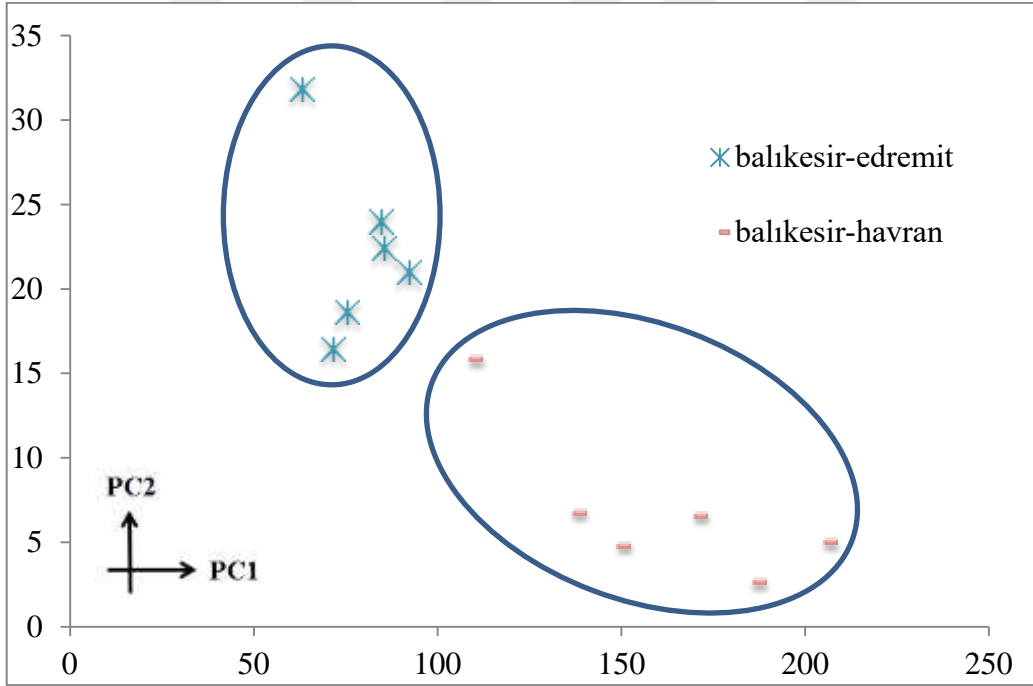
Şekil 4.10. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, First derivative önişleml-1)



Şekil 4.11. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, First derivative önişleml-2)



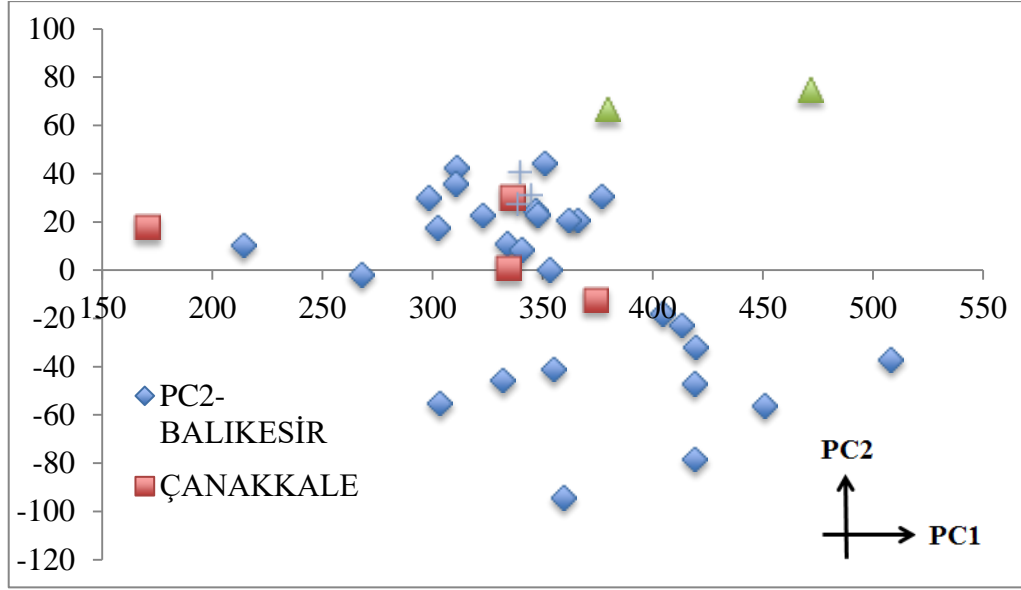
Şekil 4.12. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, First derivative önişlemleri-3)



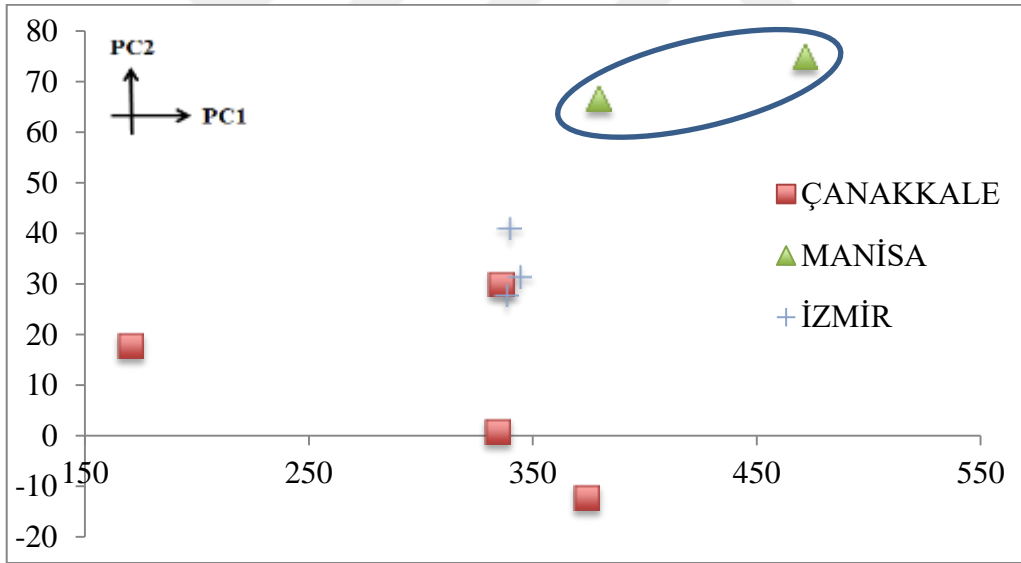
Şekil 4.13. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2012, First derivative önişlemleri-4)

Şekil 4.12'de Balıkesir Havran bölgesi örneklerinin diğer gruplardan ayrıldığı görülmektedir. Benzer şekilde Balıkesir Edremit bölgesi örnekleri de kendi içinde keskin bir kümelenme davranışı göstermektedir. Aynı bölgede Manisa Akhisar, Çanakkale Ezine ve Balıkesir Gömeç bölgesi örneklerinin kararlı bir kümelenme göstermemekle birlikte yakın konumlandıkları görülmektedir. **Şekil 4.13**'de Balıkesir Havran ve Balıkesir Edremit bölgesi örneklerinin kesin ayrımı daha net görülmektedir.

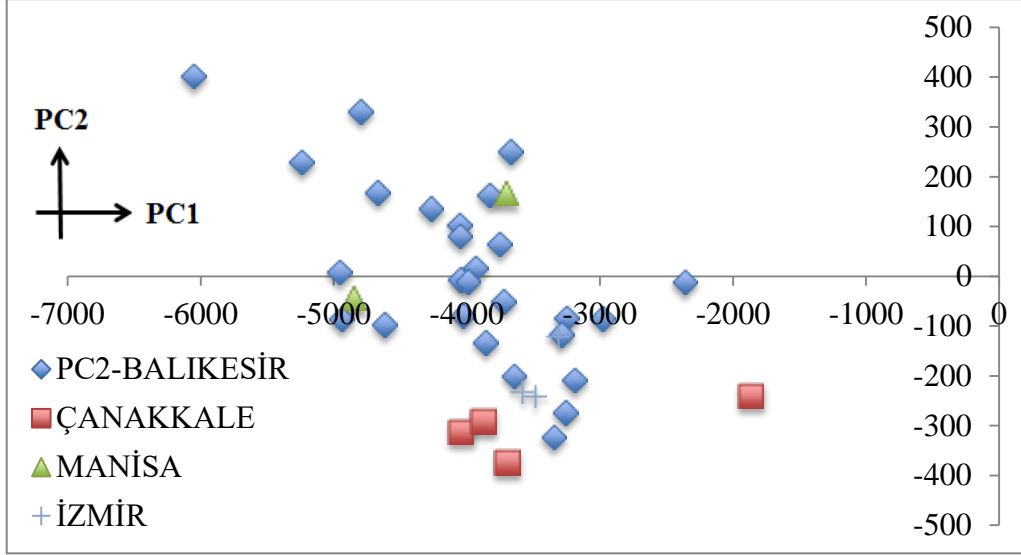
2013 hasat yılında Balıkesir Edremit, Balıkesir Burhaniye, Balıkesir Gömeç, Balıkesir Havran, Balıkesir Ayvalık, Çanakkale Ezine, Çanakkale Merkez, Manisa Akhisar ve İzmir Dikili lokasyonlarında Ayvalık çeşidi örnekler toplanmıştır. Bu hasat yılında ülkemizde periyodisiteye bağlı olarak örnek sayısında planlanan sayıya ulaşamamıştır. Örnek sayısındaki dağılımın orantısız olması nedeniyle örneklerin değerlendirilmesinde Balıkesir Edremit, Balıkesir Burhaniye, Balıkesir Gömeç, Balıkesir Havran ve Balıkesir Ayvalık lokasyonlarına ait örnekler; Balıkesir lokasyonu olarak, Çanakkale Ezine ve Çanakkale Merkez lokasyonlarına ait örnekler ise Çanakkale lokasyonu olarak değerlendirilmiştir. Böylece, lokasyon sayısı düşürülürken lokasyon başına düşen örnek sayısının artırılması sağlanmıştır. Bu durum göz önünde bulundurularak yapılan ilk değerlendirmede önışlem olarak “first derivative” kullanılarak **Şekil 4.14** elde edilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi Balıkesir örnekleri geniş bir alanda yayılım göstermektedir. İzmir örnekleri kendi içinde bir kümelenme davranışı göstermekle birlikte Çanakkale örneklerine yakın şekilde konumlanmıştır. Balıkesir örnekleri grafikten çıkarıldığında **Şekil 4.15** elde edilmiştir. Grafik, kümülatif varyansın % 89.17 ve %93.21'ini açıklayan 1. ve 2. komponentler ile çizilmiştir. Bir başka önışlem olan “smoothing” önışlemi ile kemometrik analiz tekrarlandığında benzer sonuçlar elde edilmiştir. 1. ve 2. komponentler kullanılarak çizilen grafikte (**Şekil 4.16**) komponentler kümülatif varyansın % 88.92 ve % 89.15'ini açıklamaktadır. Bu grafikten Balıkesir örnekleri çıkarıldığında **Şekil 4.17** elde edilmiştir. Yukarıda sonuçları verilen bu iki önışlemin birlikte kullanılmasının skor grafiğine nasıl etkileyeceği araştırılmıştır. Buna göre önışlem olarak “Smoothing ve First Derivative” birlikte kullanılmıştır. Grafik çizilirken 1. ve 2. komponentlerin kümülatif varyansın % 88.35 ve % 97.85'ini açıkladığı görülmüştür. Benzer kümelenme eğilimi elde edilen bu durumda yine Balıkesir örnekleri skor grafiğinden çıkarılıp gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra **Şekil 4.18** elde edilmiştir.



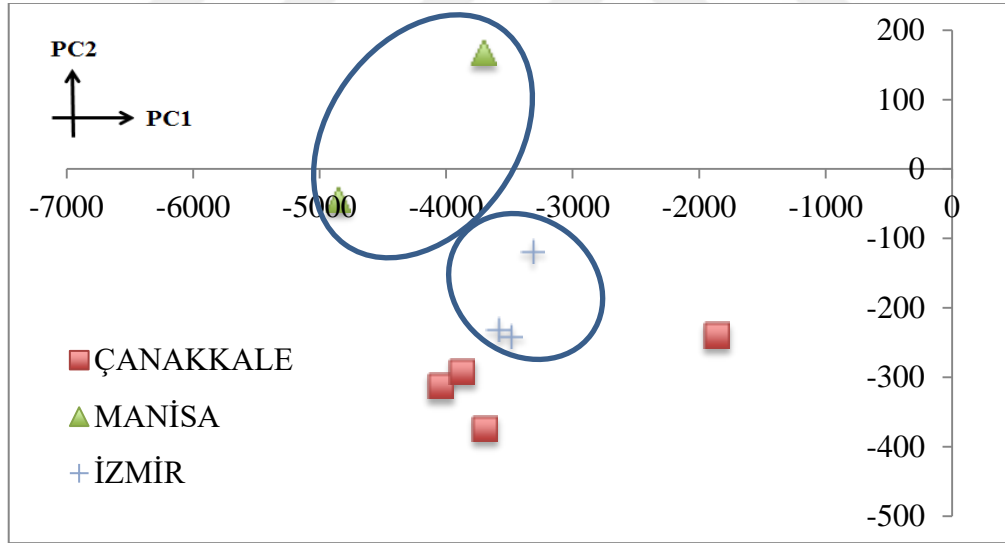
Şekil 4.14. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, First derivative önişleml-1)



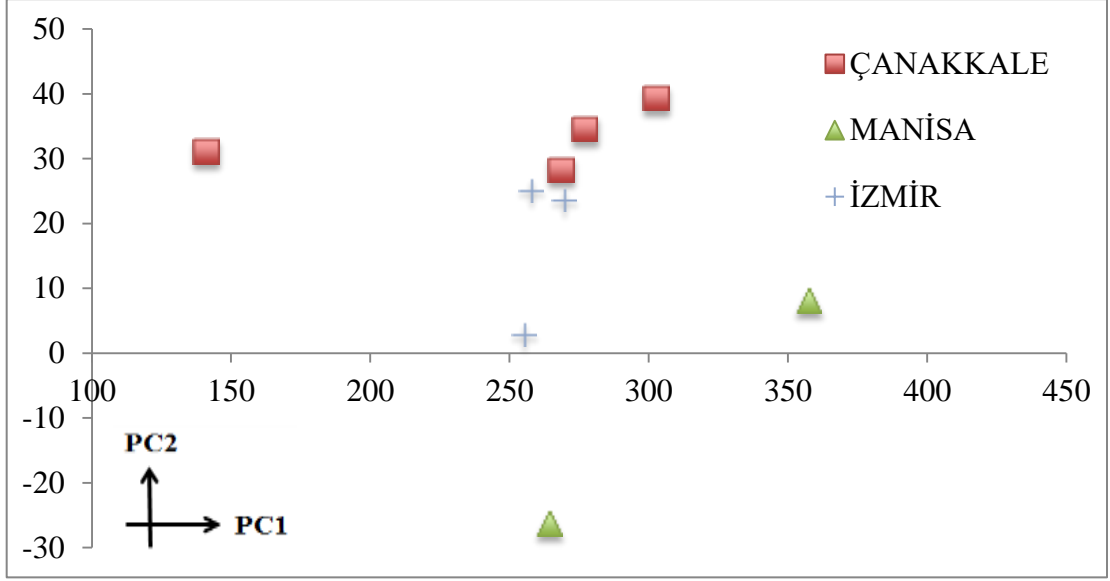
Şekil 4.15. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, First derivative önişleml-2)



Şekil 4.16. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerdendirmesi (2013, smoothing önışlemli-1)

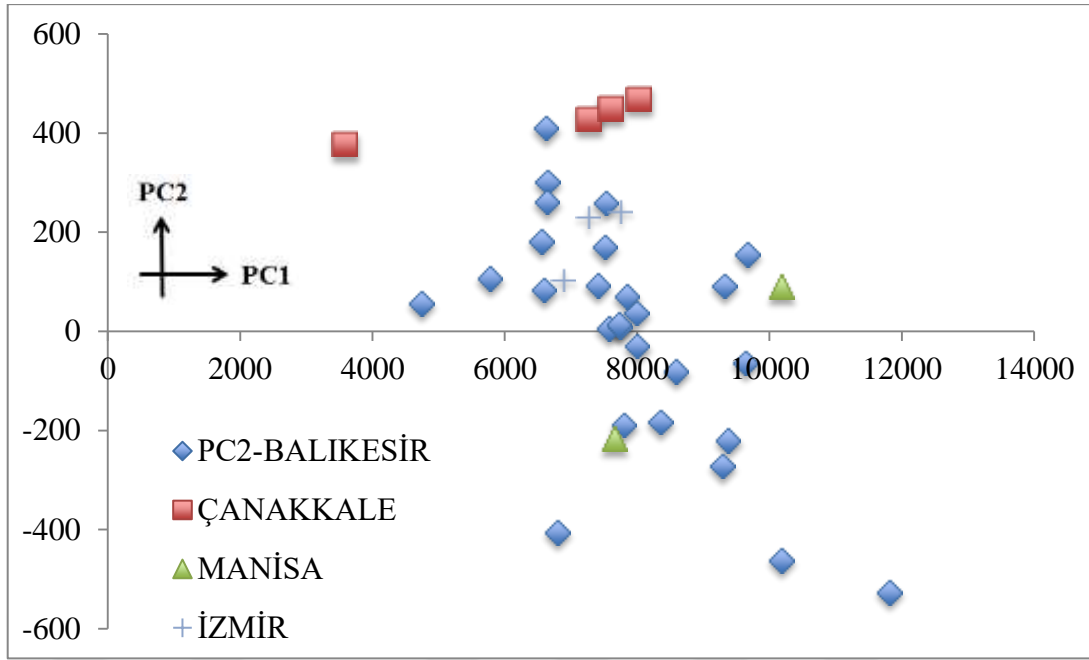


Şekil 4.17. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerdendirmesi (2013, smoothing önışlemli-2)

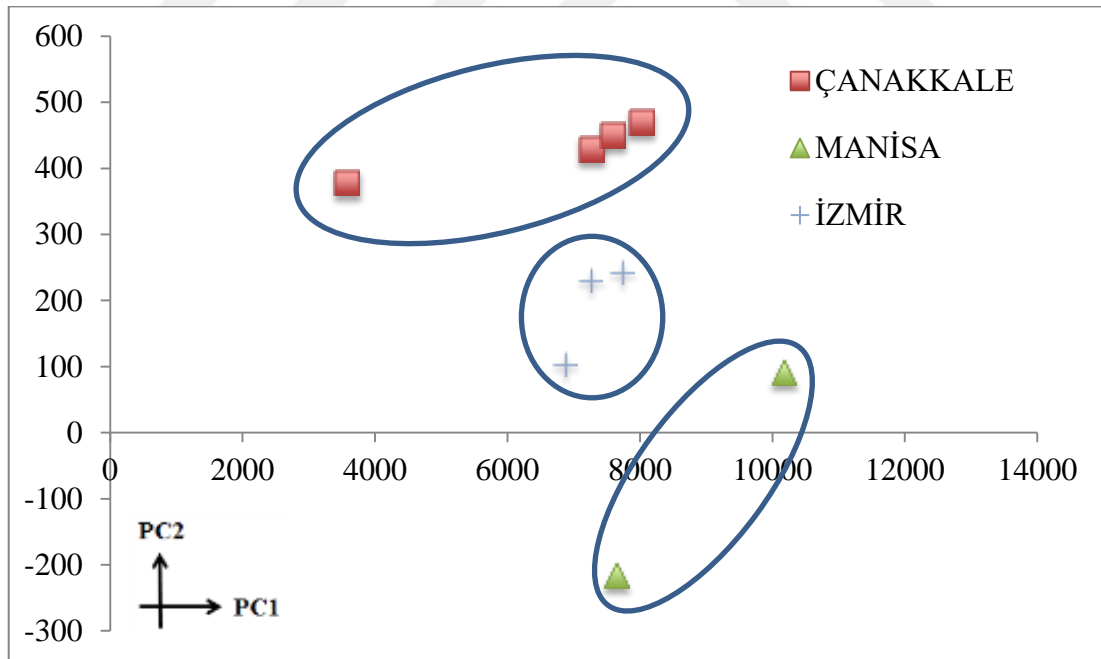


Şekil 4.18. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, smoothing ve first derivative önişlemleri)

Söz konusu durum bir başka önişlem “Baseline AWLS” ile doğrulanmıştır. **Şekil 4.19’**da 1. ve 2. komponentler kullanılarak çizilen grafik verilmiştir. Komponentler sırasıyla kümülatif varyansın % 89.33 ve % 91.33’ünü açıklamaktadır. Geniş bir alana yayıldığı görülen Balıkesir örnekleri grafikten çıkarıldığında ve düzeltmeler yapıldığında **Şekil 4.20** elde edilmiştir.

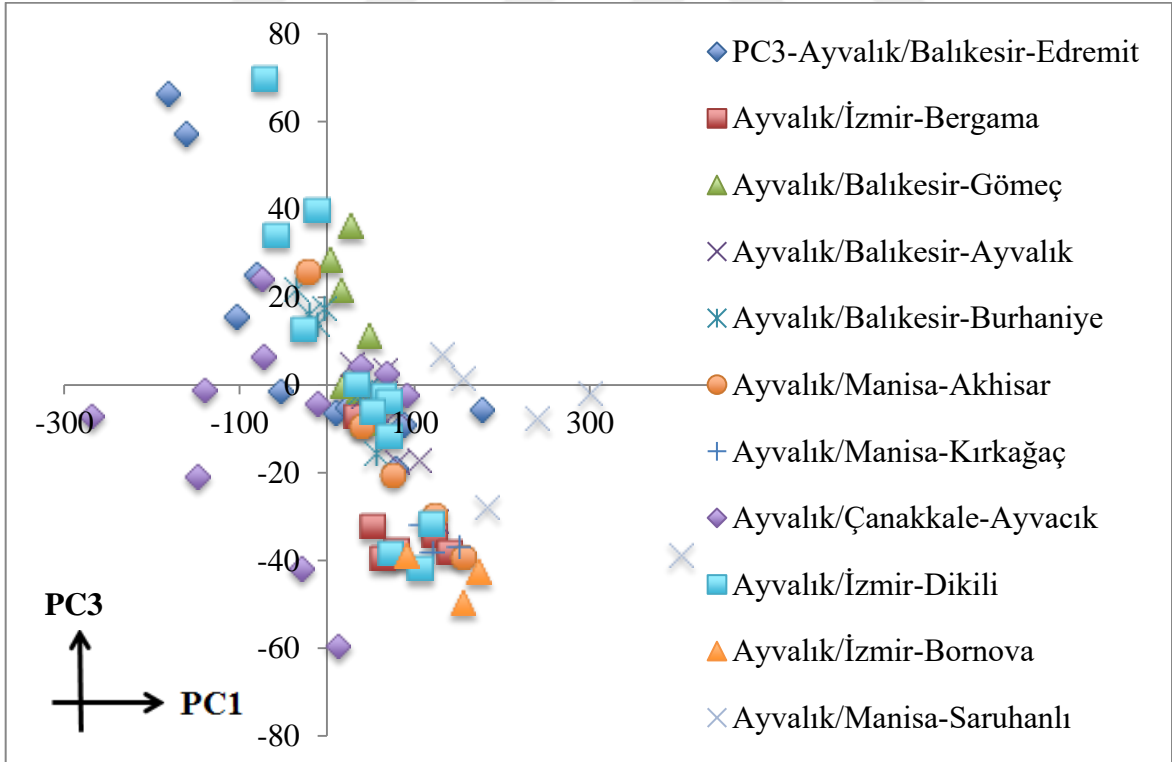


Şekil 4.19. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, Baseline AWLS önişlemleri-1)

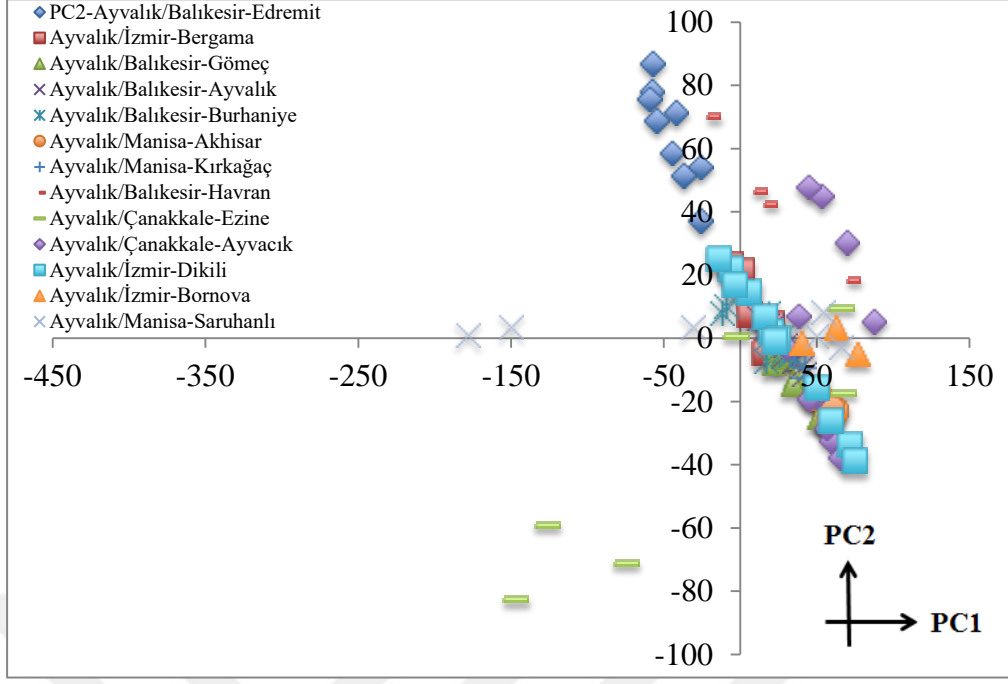


Şekil 4.20. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2013, Baseline AWLS önişlemleri-2)

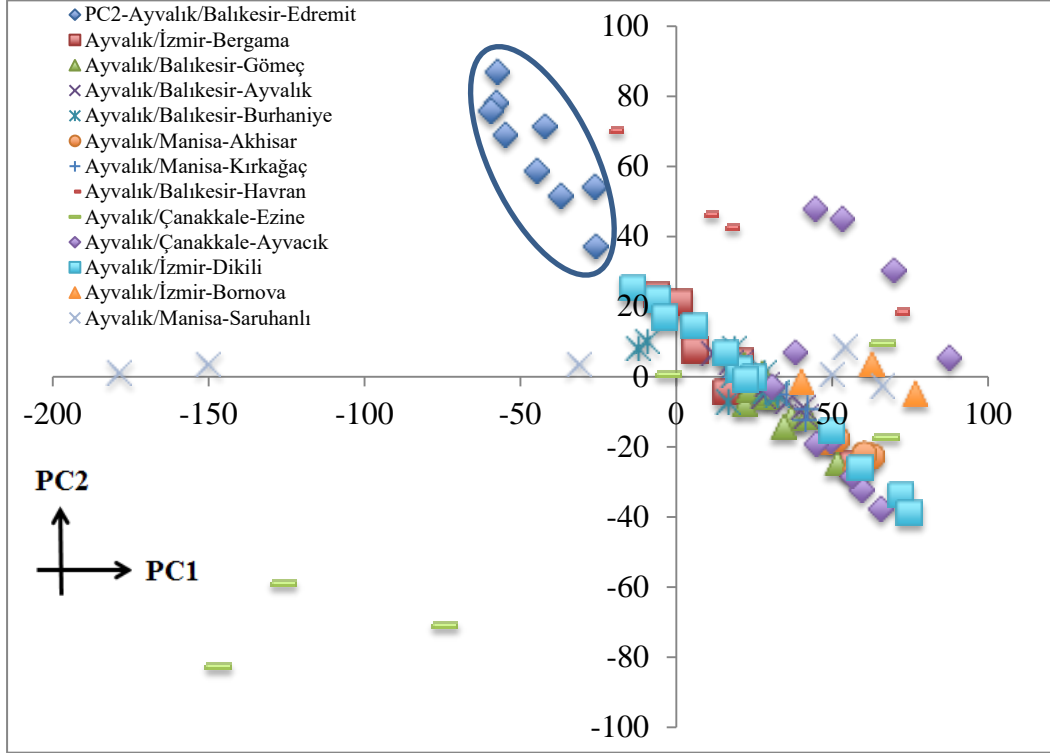
2014 hasat yılında Balıkesir Edremit, Balıkesir Gömeç, Balıkesir Ayvalık, Balıkesir Havran, Balıkesir Burhaniye, Manisa Akhisar, Manisa Kırkağaç, Manisa Saruhanlı, Çanakkale Ezine, Çanakkale Ayvacık, İzmir Dikili, İzmir Bergama ve İzmir Bornova lokasyonlu zeytinyağlarının kemometrik değerlendirilmesinde öncelikle hiçbir ön işlem uygulamadan elde edilen grafik Şekil 4.21’de verilmiştir. Bu grafikte, Çanakkale Ezine ve Balıkesir Havran lokasyonuna ait örneklerin geniş bir alanda yayılım göstermesi nedeni ile değerlendirme dışında bırakılmıştır. Değerlendirme sonucunda 1. ve 3. komponentler toplam kümülatif varyansın % 91.00 ve % 96.72’sını açıkladığı görülmüştür. “Smoothing, coloumn wise 2nd derivative ve mean center” ön işlemleri uygulandığında, 1. ve 2. komponentler kullanılarak elde edilen grafik Şekil 4.22’de verilmiştir. Komponentler kümülatif varyansın sırasıyla % 85.56 ve % 94.71’ini açıklamaktadır. Eksenleri düzenlenen grafik incelendiğinde Balıkesir Edremit örneklerinin diğer gruplardan ayrıldığı görülmektedir (Şekil 4.23).



Şekil 4.21. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2014, ön işlemsiz)

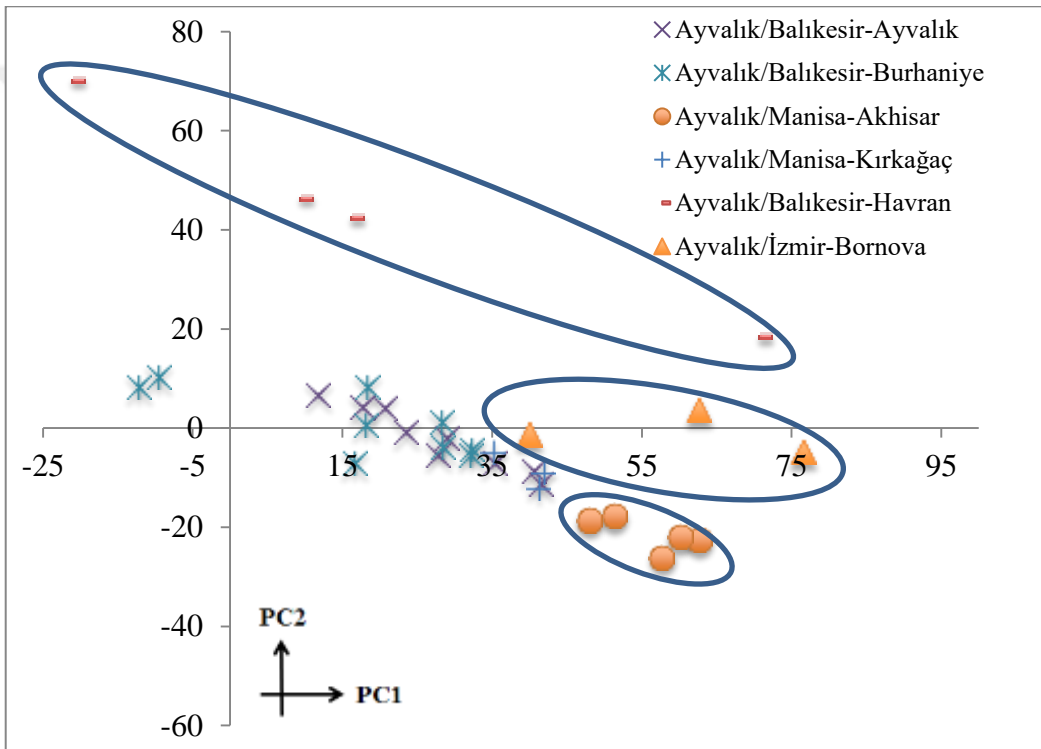


Şekil 4.22. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2014, smoothing, coloumn wise 2nd derivative, mean center-1)

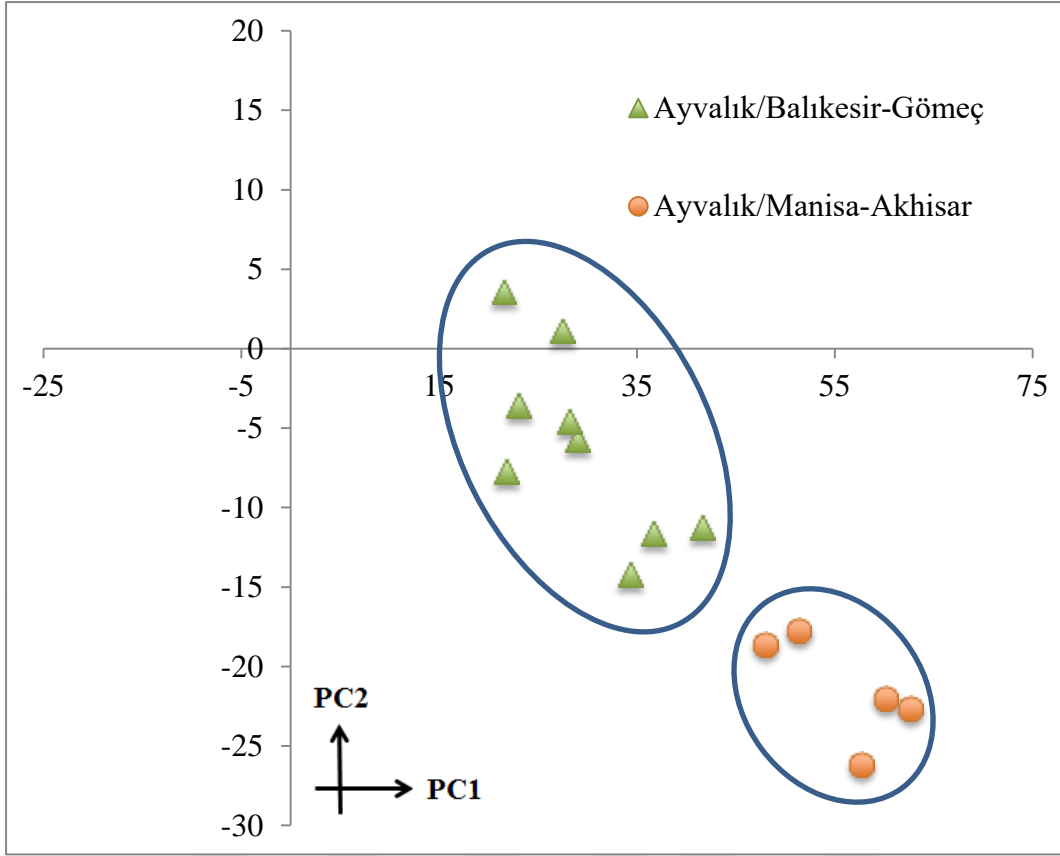


Şekil 4.23. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2014, smoothing, coloumn wise 2nd derivative, mean center-2)

Balıkesir Gömeç, Manisa Saruhanlı, İzmir Bergama ve İzmir Dikili ile Çanakkale lokasyonları örnekleri için başarılı bir kümelenme davranışı elde edilememiştir. Bu gruplar grafikten çıkarılıp eksenler yeniden düzenlendiğinde **Şekil 4.24** elde edilmiştir. Buna göre, Manisa Akhisar, İzmir Bornova ve Balıkesir Havran örneklerinin diğerler örneklerden ayrıldığı; Balıkesir Ayvalık, Balıkesir Burhaniye ve Manisa Kırkağaç örneklerinin birbirine yakın şekilde konumlanarak, bir küme oluşturduğu görülmektedir. Bu gruba ait örneklerin analiz dışında tutulmasıyla elde edilen grafik ise **Şekil 4.25**'te verilmiştir.



Şekil 4.24. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirilmesi (2014, Smoothing, Coloumn wise 2nd derivative, Mean center-3)



Şekil 4.25. Ayvalık zeytinyağlarına ilişkin Raman spektrumlarının PCA değerlendirmesi (2014, smoothing, coloumn wise 2nd derivative, mean center-4)

Özetle, birinci hasat yılında (2012) en başarı ayırımın Edremit ve Havran lokasyonlu örneklerde, ikinci hasat yılında (2013) İzmir, Manisa ve Çanakkale lokasyonlu örneklerde ve üçüncü hasat yılında (2014) Edremit, Havran, Bornova, Akhisar ve Gömeç lokasyonlu örneklerde olduğu görülmüştür. Ayrıca, yok yılında (2013) Raman spektrumlarının kemometrik değerlendirilmesi ile daha başarılı bir ayırım elde edildiği söylenebilir.

Literatürde, Raman vibrasyonel spektroskopi tekniğinin kemometrik data işleme teknikleri ile birlikte zeytinyağlarında başlıca, termal parçalanma ve oksidasyon takibi [106-109,111-113,120,125], tağşiş tespiti [99,121-124,128-129], sınıflandırma ve otantisite tespiti [100-103,105,110,118,126-127], doymamışlık derecesi ile cis/trans yapılanma [98,114-117,119] ve sabunlaşmayan minör bileşenlerinin tanımlanması [96,104,130-131] amaçları ile kullanıldığı görülmüştür. Bir çalışmada, yağ asidi zincirindeki ve karotenoid yapısındaki C-H, C-O-C, C-C, -CH₃, =C-H, *cis*-RHC=CHR, C=O ve O-H moleküler bağlarının intens pikler verdiği 800-1700 cm⁻¹ bölgesinin kemometrik ayırimda daha başarılı olduğu görülmüştür. Zeytinyağındaki spesifik bantlardan 800-960 aralığındaki bant -(CH₂)_n- grubuna ait C-C gerilme, 960-991 *trans*-RHC=CHR grubuna ait C-C kıvrılma, 993-1151 cm⁻¹ aralığındaki bantlar sırasıyla HC-CH₃ grubuna ait CH₃ kıvrılma ve (CH₂)_n- grubuna ait C-C gerilme hareketleri sonucunda oluştuğu bildirilmiştir[105]. Ayrıca, 1155-1414 cm⁻¹ dalga sayısı aralığı *cis*-RHC=CHR grubuna ait C-H makaslama ve -CH₂ grubuna ait C-H kıvrılma hareketi olarak, 1420-1493 cm⁻¹ dalga sayısı aralığındaki bant ise -CH₂ grubuna ait C-H makaslama hareketi olarak değerlendirilmekte ve doymamış yağ asidi varlığı ile açıklanmıştır [125]. Raman spektrometresin coğrafi orijin sınıflandırılması amacıyla en yaygın kullanıldığı ürünler kırmızı şarap ve baldır. Fransız ve Romen bağcılık yapılan bölgelerinden elde edilen şaraplar FT-Raman analizi SLDA kemometrik yöntemi ile çeşit ve coğrafi orijin yönünden % 100 ayrılabilmiştir. Bu ayırım, asetik ve tartarik asit gibi organik asitlerin ve fruktoz ve glikoz gibi şeker monomerlerinin yapısında bulunan C-O, C-C, C-H bağlarından kaynaklanan 503-887 cm⁻¹ bölgelerinde gerçekleşmiştir [252]. Ticari balların, botanik orijinlerinin belirlendiği çalışmada FT-mikro Raman dataları PCA kemometrik yöntemi ile değerlendirilmiş ve ballar %85 oranında ayrılabilmiştir. Yayında hangi bantlar üzerinden ayırım sağlandığı açıklanmamıştır [253]. Kuzey-Batı İtalya orijinli üzüm çeşitlerinden üretilen şarapların FT-Raman ile analiz edildiği ve DA ile değerlendirildiği araştırmada lokasyonlar arasında % 99.5 ayırım sağlanabilmiştir [254]. NIR, MIR ve Raman titreşim spektroskopilerinin şarapların coğrafi orijinlerini ayırmada kullanıldığı araştırmada, PLS-DA kemometrik yöntemleri birlikte kullanılmıştır. Burada, MIR spektroskopisi ile elde edilen datalarda % 87.7; NIR spektroskopisi ile elde edilen datalarda % 60.4 ve Raman spektroskopisi ile elde edilen datalarda % 60.8 kemometrik ayırım sağlanabilmiştir. Araştırmacılar, şarap için Raman ve NIR tekniklerinin orijin sayısını azaltmada etkili olduğunu, ancak her iki teknikte de coğrafi ayırimda kullanılan bantların zayıf intensite gösterdiğini vurgulamışlardır [255].

5. SONUÇ

Kuzey Ege olarak adlandırılan coğrafi alanda, Balıkesir (Ayvalık, Burhaniye, Edremit, Gömeç ve Havran), Çanakkale (Ayvacık, Ezine ve Merkez), İzmir (Bergama, Bornova ve Dikili) ile Manisa (Akhisar, Kırkağaç ve Saruhanlı) coğrafi kökenli, "Ayvalık" çeşidi zeytinlerden natürel zeytinyağı örnekleri üretilerek bazı kimyasal özellikleri ile Raman spektrumları incelendi.

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan bazı zeytin çeşitlerinde görülen yüksek periyodisite sonucu oluşabilecek kimyasal kompozisyon değişimlerini göz ardı etmemek adına, çalışmada kullanılan zeytin numuneleri 2012 (var yılı), 2013 (yok yılı) ve 2014 (var yılı) olmak üzere ardışık üç hasat sezonunda elle toplandı.

Zeytinlerin olgunluk indeksi, taşıma ve depolanma koşulları, yağ üretimi prosesi ve depolama koşulları mümkün olduğunca sabit tutuldu.

Üç hasat döneminde toplam 215 zeytinyağı örneği üretildi.

Tez kapsamında zeytinyağı örneklerinde coğrafi kökenin, bazı kimyasal özellikler üzerine etkisi ve coğrafi köken tespitinde Raman spektroskopisinin kullanım imkanları araştırıldı.

Zeytinyağında temel kalite kriterleri (serbest asitlik, peroksit sayısı, özgül soğurma değerleri), renk dağılımı (L , a^* ve b^*), indüksiyon süresi, yağ asidi ve uçucu aroma bileşen kompozisyonu belirlendi.

Analiz sonuçları hem örneklerin toplandığı coğrafi köken bazında hem de hasat yılı bazında istatistiksel olarak değerlendirildi.

Balıkesir coğrafi kökenli natürel zeytinyağlarında; 2012 hasat yılında serbest yağ asidi değeri % 0.2-1.0, peroksit değeri 6-25 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 1.6-3.1 ve K_{270} değeri 0.17-0.35, L değeri 32.06-37.36, a^* değeri -0.49 ile 1.62, b^* değeri 7.05-12.99 ve indüksiyon süresi 7.52 saat olarak tespit edildi. 2013 hasat yılında, serbest yağ asidi değeri % 0.3-1.7, peroksit değeri 5-24 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 1.5-3.1 ve K_{270} değeri 0.19-0.56, L değeri 29.28-36.11, a^* değeri 0.63-1.96, b^* değeri 5.39-11.98 ve indüksiyon süresi 7.49 saat olarak tespit edildi. 2014 hasat yılında ise, serbest yağ asidi değeri % 0.2-0.8, peroksit değeri 4-11 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 1.7-2.5 ve K_{270} değeri 0.10-0.21, L değeri 27.54-35.17, a^* değeri 0.21-1.50, b^* değeri 2.66-11.96 ve indüksiyon periyodu ortalama 6.52 saat olarak tespit edildi.

Çanakkale ili orijinli natürel zeytinyağlarında, 2012 hasat yılında serbest yağ asidi değeri % 0.2-0.5, peroksit değeri 8-17 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 1.6-2.3 ve K_{270} değeri 0.13-0.33, L değeri 30.39-34.81, a^* değeri 0.59-1.61, b^* değeri 3.19-10.57 ve indüksiyon süresi 7.54 saat olarak tespit edildi. 2013 hasat yılında, serbest yağ asidi değeri % 0.5-0.8, peroksit değeri 8-14 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 1.9-2.0 ve K_{270} değeri 0.20-0.21, L değeri 34.88-36.22, a^* değeri 0.58-1.67, b^* değeri 10.38-11.46 ve indüksiyon periyodu ortalama 6.20 saat olarak tespit edildi. 2014 hasat yılı bulgularına bakıldığında, serbest yağ asidi değeri % 0.2-0.8, peroksit değeri 4-11 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 1.5-2.4 ve K_{270} değeri 0.10-0.18, L değeri 27.43-34.73, a^* değeri 0.35-1.23, b^* değeri 1.85-10.51 ve indüksiyon periyodu ortalama 7.95 saat olarak tespit edildi.

İzmir ili coğrafi kökenli natürel zeytinyağlarında, 2012 hasat yılında serbest yağ asidi değeri % 0.2-0.5, peroksit değeri 6-12 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 2.2-2.6 ve K_{270} değeri 0.21-0.31, L değeri 32.58, a^* değeri 1.53, b^* değeri 6.95 ve indüksiyon periyodu ortalama 11.35 saat olarak tespit edildi. 2013 hasat yılında, serbest yağ asidi değeri % 0.3-1.2, peroksit değeri 10-12 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 2.0-2.7 ve K_{270} değeri 0.17-0.24, L değeri 34.90-37.77, a^* değeri -0.65 ile 0.96, b^* değeri 9.85-12.51 ve indüksiyon periyodu ortalama 4.11 saat olarak tespit edildi. 2014 yılında ise, serbest yağ asidi değeri % 0.2-0.8, peroksit değeri 4-13 meq aktif oksijen/kg yağ, hesaplanan K_{232} değeri 1.4-2.1 ve K_{270} değeri 0.09-0.16, L değeri 27.54-33.76, a^* değeri 0.27-1.80, b^* değeri 1.92-11.16 ve indüksiyon periyodu ortalama 7.07 saat olarak tespit edildi.

Manisa ili orjinli natürel sızma zeytinyağlarında, 2012 hasat yılında serbest yağ asidi değeri miktarı % 0.3-0.6, peroksit değeri 5-12 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 1.7-2.6 ve K_{270} değeri 0.14-0.38, L değeri 32.37-34.58, a^* değeri -0.07 ile 0.95, b^* değeri 6.61-10.31 ve indüksiyon periyodu ortalama 8.29 saat olarak tespit edildi. 2013 yılında, serbest yağ asidi değeri % 0.2-0.3, peroksit değeri 12-14 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 2.7 ve K_{270} değeri 0.45, L değeri 34.47-36.73, a^* değeri 0.64-1.78, b^* değeri, 9.97-13.00 ve indüksiyon periyodu ortalama 9.05 saat olarak tespit edildi. 2014 hasat yılında ise serbest yağ asidi değeri % 0.2-1.0, peroksit değeri 2-9 meq aktif oksijen/kg yağ, K_{232} değeri 1.8-2.3 ve K_{270} değeri 0.09-0.16, L değeri 28.34-34.61, a^* değeri 0.43-1.42, b^* değeri ise 3.02-11.59, indüksiyon periyodu ortalama 6.79 saat olarak tespit edildi.

Her üç hasat sezonunda çalışılan natürel sızma zeytinyağı örneklerinin coğrafi orijinleri arasında serbest asitlik, peroksit sayısı, K_{232} , a^* değerleri ve indüksiyon süreleri yönünden istatistiksel olarak önemli fark tespit edildi ($p<0,05$).

Farklı lokasyonlardan elde edilen Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarının K_{270} değerleri arasında sadece 2012 hasat yılında fark tespit edildi ($p<0,05$).

Her iki var yılında da (2012 ve 2014) farklı lokasyonlardan elde edilen Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarının L ve b^* değerleri arasında önemli fark tespit edildi ($p<0,05$).

2012 yılında Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde ortalama Σ SAFA oranı % 20.25, Σ MUFA oranı % 62.33 ve Σ PUFA oranı % 17.35 olarak belirlendi. 2012 hasat yılında Ayvalık çeşidi natürel zeytinyağlarında sadece stearik ve araşidik yağ asidi oranlarında lokasyonlar arasında istatistiksel fark bulundu ($p<0,05$).

2013 yılında Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde ortalama Σ SAFA oranı % 17.15, Σ MUFA oranı % 67.60 ve Σ PUFA oranı % 15.14 olarak belirlendi. 2013 hasat yılında (yok yılı) Ayvalık çeşidi natürel zeytinyağlarında doymuş yağ asitlerinden yalnızca palmitik ve stearik asitlerinin oranları yönünden lokasyonlar arasında anlamlı bir fark olduğu görüldü ($p<0,05$).

2014 yılında Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağı örneklerinde ortalama Σ SAFA oranı % 18.50, Σ MUFA oranı % 68.24 ve Σ PUFA oranı % 13.25 olarak belirlendi. 2014 hasat yılında tüm doymuş ve doymamış yağ asitlerinin yüzde miktarları yönünden tüm lokasyonlar arasında önemli fark olduğu tespit edildi ($p<0,05$).

Balıkesir ve Çanakkale illerinden elde edilen natürel yağlarda yok yılında (2013), var yıllarına (2012 ve 2014) göre, doymuş yağ asidi toplam yüzdesinde azalma buna paralel olarak tekli doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdesinde artış olduğu görüldü. İzmir ve Manisa illerinden elde edilen natürel zeytinyağlarında ise ilk hasat yılından üçüncü hasat yılına kadar doymuş ve çoklu doymamış yağ asitlerinin toplam yüzdesinde azalma, buna karşın tekli doymamış yağ asitlerinde artış meydana geldiği görüldü. Buradan, yağ asidi kompozisyonunun hasat yıllarına göre değişiminde, Balıkesir ve Çanakkale kökenli örneklerin benzer davranış gösteren bir grup, İzmir ve Manisa kökenli örneklerin ise benzer davranış gösteren başka bir grup olduğu sonucu çıkarıldı.

Hasat yılları arasında yağ asidi bileşimi (Σ SAFA, Σ MUFA ve Σ PUFA) yönünden yapılan kümülatif değerlendirmede ise doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri yönünden $p < 0,05$ seviyesinde farklılık tespit edildi.

Ayvalık natürel zeytinyağlarının yağ asidi kompozisyonunda (Σ SAFA, Σ MUFA ve Σ PUFA değerlerinde) hasat yılları arasında anlamlı değişim olduğu ortaya kondu.

Uçucu bileşen profilinin belirlenmesine yönelik analizlerde birinci (2012) hasat yılında 128, ikinci (2013) hasat yılında 93 ve son (2014) hasat yılında 166, toplamda ise 226 ayrı uçucu bileşik izole edildi.

Kuzey Ege orijinli Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarının başlıca aroma bileşenlerinin LOX yoluyla oluşan C6 aldehit ve C6 alkoller olduğu görüldü.

2012 yılında tespit edilen aldehitlerin % 77.07'si, ketonların % 90.38'i, esterlerin % 5.63'ü, alkollerin % 44.45'inin; 2013 yılında tespit edilen aldehitlerin % 83.20'si, ketonların % 13.42'si, esterlerin % 75'i ve alkollerin ise % 64.11'inin ve son olarak 2014 yılında tespit edilen aldehitlerin % 76.12'si, ketonların % 48.95'i, esterlerin % 17.03'ü ve alkollerin ise % 60.28'inin LOX yoluyla oluştuğu görüldü.

Uçucu bileşiklerin oluşumunda, LOX biyokimyasal yolunun yanı sıra yağ asitlerinin çeşitli katabolik reaksiyonları, 13- ve 9-hidroperoksitlerin homolitik parçalanması ve alkolik şeker fermantasyonu reaksiyonlarının da etkili olduğu sonucuna varıldı.

2012 yılında tüm örneklerde ortak olarak tespit edilen uçucu bileşikler, 2-metil bütanal, 3-metil bütanal, hekzanal, *trans*-2-hekzenal, *trans,trans*-,2,4-hekzadienal, benzaldehit, 1-penten-3-on, metanol, 1-hekzanol, *cis*-3-hekzen-1-ol ve *cis*-2-penten-1-ol, asetik asit, hekzanoik asit, kurkumin, 5-etil-2(5H)-furanon, oktan, 2-etil-6-metil-1,5-heptadien, 4,8-dimetil-1,7-nonadien ve 1,1-dimetil-2-(1-metil-2-propenil)-2-siklopropan oldu.

2013 yılında tüm lokasyonlarda ortak olarak tespit edilen uçucu bileşikler, *trans*-2-hekzenal, benzeetanol, toluen, heptan, oktan, 1,1-dimetil-2-(1-metil-2-propenil)-2-siklopropan oldu.

2014 hasat yılı örneklerinin tamamında tespit edilen 2-metil bütanal, 3-metil bütanal, pentanal, hekzanal, *trans*-2-pentenal, *cis*-3-hekzenal, *trans*-2-hekzenal, *trans*-,*trans*-,2,4-hekzadienal, oktanal, nonanal, 1-penten-3-on, hekzil asetat, benzeetanol, 1-hekzanol, *cis*-3-hekzen-1-ol, *cis*-2-pentenol, zingiberen, farnesen, seskifelandren, karyofilen, stiren, toluen, ksilen, oktan, 2-etil,6-metil,1,5-heptadien, 1,1-dimetil, 2(1-metil,2-propenil), 2-siklopropan olarak tespit edildi.

Kuzey Ege Bölgesi orijinli Ayvalık natürel zeytinyağların çalışılan tüm hasat yıllarında ve her lokasyonda tespit edilen başlıca uçucu bileşenlerinin *trans*-2-hekzenal, oktan ve 1,1-dimetil-2-(1-metil-2-propenil)-2-siklopropan olduğu sonucu çıkarıldı.

Ayrıca, çalışılan iki var yılında (2012 ve 2014) ortak olarak bulunan uçucu bileşikler ise 2-metil bütanal, 3-metil bütanal, hekzanal, *trans*-,*trans*-,2,4-hekzadienal, 1-penten-3-on, 1-hekzanol, *cis*-3-hekzen-1-ol, *cis*-2-pentenol, 2-etil,6-metil,1,5-heptadien, 1,1-dimetil, 2(1-metil,2-propenil), 2-siklopropan şeklinde tespit edildi. Bu bileşiklerin var yıllarında Kuzey Ege orijinli Ayvalık zeytinyağlarını karakterize edebileceği sonucu çıkarıldı.

Zeytinyağında belirlenen karakteristik Raman bantları 200-346, 346-553, 560-800, 800-960, 960-991, 993-1151, 1155-1414 ve 1420-1493 cm^{-1} dalga sayısı aralıklarında gözlemlendi. 800-960 aralığındaki Raman bandı $-(\text{CH}_2)_n-$ grubuna ait C-C gerilme, 960-991 *trans*-RHC=CHR grubuna ait C-C kıvrılma, 993-1151 cm^{-1} aralığındaki bantlar sırasıyla HC-CH₃ grubuna ait CH₃ kıvrılma ve $-(\text{CH}_2)_n-$ grubuna ait C-C gerilme hareketleri sonucunda olduğu bilinmekte olup özellikle, ~800-1400 cm^{-1} arasındaki bölgede yağ asidi dağılımına bağlı olarak değişiklikler; 1155 ve 1493 cm^{-1} dalga sayısı aralığında ise karotenoid miktarına dolayısı ile renk dağılımına bağlı olan değişiklikler tespit edildi.

Raman spektrumlarının kemometrik değerlendirilmesi sonucu, birinci hasat yılında çeşitli matematiksel ön işlemler yardımı ile Balıkesir’de Havran ve Edremit lokasyonlu örnekler birbirinden başarı ile ayrıldı. İkinci hasat yılında (yok yılı) ise Balıkesir orijinli örneklerde başarılı bir ayırım elde edilemezken Çanakkale, İzmir ve Manisa kökenli örneklerin birbirinden ayrıldığı görüldü. Çalışılan son hasat yılında, Bornova, Akhisar, Gömeç ve Havran lokasyonlu örnekler en başarılı ayırımı gösterdi.

Literatürde henüz standart bir yöntem olarak kullanılmayan Raman spektroskopisinin zeytinyağların coğrafi köken ayırımında kullanımı ile ilgili ilk kez ümit var sonuçlar elde edilmiştir.

Tez kapsamında elde edilen sonuçların Kuzey Ege bölgesinde Ayvalık çeşidi zeytinyağları için coğrafi işaret uygulamasının yaygınlaştırılmasına temel oluşturacak veri tabanına katkı sağlanmıştır. Ayrıca Raman spektroskopisinin uygun kemometrik yöntem ve modelleme ile birlikte kullanıldığında natürel sızma zeytinyağlarında coğrafi kökenin belirlenmesinde kullanılabilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir.



6. KAYNAKLAR

- [1] Kayahan, M, Tekin, A. Zeytinyağı Üretim Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, ISBN 9944-89-207-6, Ankara, **2006**.
- [2] TUIK, Türkiye İstatistik Kurumu, Erişim Tarihi Nisan, **2018**.
- [3] TPMK, Türk Patent ve Marka Kurumu, Erişim Tarihi Nisan, **2018**.
- [4] Caramia, G, Gori, A, Valli, E, Cerretani, L. Virgin olive oil in preventive medicine: From legend to epigenetics, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114:4, 375-388, **2012**.
- [5] Boskou D, History and Characteristics of the Olive Tree, *Olive Oil Chemistry and Technology*. AOCS Press, Champaign, Illinois, USA, **1996**.
- [6] Gomez-Caravaca, AM, Maggio, RM, Cerretani, L. Chemometric applications to assess quality and critical parameters of virgin and extra-virgin olive oil. A review, *Analytica Chimica Acta*, 913, 1-21, **2016**.
- [7] Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, Tebliğ No: 2017/26, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara, **2017**.
- [8] Aparicio, R, Luna, G, Characterisation of monovarietal virgin olive oils. *European Journal of Lipid Science Technology*, 104: 614-627, **2002**.
- [9] Aparicio, R, Morales, MT, Alonso, V, Authentication of European virgin olive oils by their chemical compounds, sensory attributes, and consumers' attitudes, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45:4, 1076-1083, **1997**.
- [10] FLAIR CT91-0046 Project, EU, **1991**.
- [11] Aparicio R, Morales MT, Sensory Wheels- A Statistical Technique for Comparing QDA Panels-Application to Virgin Olive Oil, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 67:2, 247-257, **1995**.
- [12] Morales, MT, Tsimidou, M, The Role of Volatile Compounds and Polyphenols in Olive Oil Sensory Quality. In: Harwood, R.J., Ed., *Handbook of Olive Oil. Analysis and Properties*, Aspen Publishers, Gaithersburg, 393-458, **2000**.
- [13] Aparicio, R., Morales, M.T and Alanso, M.V., Relationship between volatile compound and sensory attributes of olive oils by the sensory Wheel, *J.Am. Oil Chemistry Society*, 73:1253-1264, **1996**.
- [14] Solinas, M, Cichelli, A, Verification of Saffron Quality and Genuineness Characteristics by HPLC Analysis of Color and Flavor Components, *Industrie Alimentari*, 27:262, 634-639, **1988**.
- [15] Montedoro, GF, Servili, M, Baldioli, M, Miniati, E, Simple and hydrolysable compounds in virgin olive oil, Spectroscopic characterization of secoridoid derivatives, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41:2228-2234, **1993**.

- [16] Cartechini, A, olive ripening and oil quality of the cultivars mignola and Orbetana, In *Annali Della Facolta di Agrarian, Universita degli Studi di Perugia*, 45, 249-259, **1994**.
- [17] Uceda M, Hermoso M, Garcia-hortiz A, Jimenez A, Beltran G, Intraspecific variation of oil contents and the characteristics of oils in olive cultivars, *Acta Hort*, 474, 659-662, **1999**.
- [18] Gandul-Rojas B, Minguez-Mosquera MI, Chlorophyll and carotenoid composition in virgin olive oils from various Spanish olive varieties, *Journal of Science and Food Agriculture*, 72, 31-39, **1996**.
- [19] Mincione B, Ricerche sugli oli di olive monovarietal Note II: caratterizzazione dell'olio di Paranzana, *Riv Ital Sostanze Grasse*, 73, 245-247, **2002**.
- [20] Esti M, Caratteristiche qualitative compositive di oli vergini di olive prodotti in Molise, *Riv Ital Sostanze Grasse*, 73, 101-106, **1996**.
- [21] Lazerini C, Domenici V, Pigments in extra-virgin olive oils produced in Tuscany (Italy) in different years, *Foods*, 6, 25, **2017**.
- [22] Mousa, YM, Gerasopoulos, D, Metzidakis, I, Kiritsakis, A, Effect of altitude on fruit and oil quality characteristics of 'Mastoides' olives, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 71:3, 345-350, **1996**.
- [23] Kiritsakis, A, Lenart, EB, Willet, WC, Hernandez, RJ, Olive oil, Food and Nutrition Press Inc., Connecticut, USA, **1998**.
- [24] Caponio, F, Alloggio, V, Gomes, T, Phenolic compounds of virgin olive oil: influence of paste preparation techniques, *Food Chemistry*, 64:2, 203-209, **1999**.
- [25] Bianchi, G, Giansante, L, Shaw, A, Kell, DB, Chemometric criteria for the characterization of Italian protected denomination of origin (DOP) olive oils from their metabolic profiles, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 103:3, 141-150, **2001**.
- [26] Gimeno, E, Castellote, AI, Lamuela-Ravento's, RM, De la Torre, MC, Lo'pez-Sabater, MC, The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, α -tocopherol, and β -carotene) in virgin olive oil, *Food Chemistry*, 78, 207-211, **2002**.
- [27] Pinelli, P, Galardi, C, Mulinacci, N, Vincieri, FF, Cimato, A, Romani, A, Minor polar compound and fatty acid analyses in monocultivar virgin olive oils from Tuscany, *Food Chemistry*, 80:3, 331-336, **2003**.
- [28] Salvador, MD, Aranda, F, Go'mez-Alonso, S, Fregapane, G, Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra 193 virgin olive oil: a study of five crop seasons, *Food Chemistry*, 80:359-366, **2003**.
- [29] Diraman, H, Özdemir, D, Hışıl, Y, Ulusal zeytin gen bankasındaki önemli yerli ve yabancı zeytin çeşitlerinin yağ asitleri kompozisyonu ve skualen düzeylerine göre kemometrik yöntem ile sınıflandırma, *Akademik Gıda*, 28, 21, **2007**.

- [30] Rotondi, A, Magli, M, Ripening of olive var. Correggiolo: Modification of oxidative stability of oils during fruit ripening and oil storage, *Journal of Food Agricultural Environment*, 2:193-199, **2004**.
- [31] Aguilera, MP, Beltran, G, Ortega, D, Fernandez, A, Jimenez, A, Uceda, M, Characterization of virgin olive oil of Italian olive cultivars: 'Frantoio' and 'Leccino', grown in Andalusia, *Food Chemistry*, 89:3, 387-391, **2005**.
- [32] Köseoğlu, O, Ünal, MK, Irmak, Ş, Ayvalık, Memecik ve Gemlik Zeytin Çeşitlerinden Farklı Hasat Dönemlerinde Elde Edilen Yağların Acılıkları ile Bazı Kalite Kriterleri Arasındaki İlişkiler, *Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Sempozyum ve Sergisi*, Bursa, 347-358, **2006**.
- [33] Pardo, JE, Cuesta, MA, Alvarruiz, A, "Evaluation of potential and real quality of virgin olive oil from the designation of origin "Aceite Campo de Montiel" (Ciudad Real, Spain)", *Food Chemistry*, 100:3, 977, **2007**.
- [34] de Caraffa VB, Gambotti C, Giannettini J, Maury J, Berti L, Gandemer G, Using lipid profiles and genotypes for the characterization of Corsican olive oils, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110, 40-47, **2017**.
- [35] Haddada, FM, Krichiene, D, Manai, H, Oueslati, I, Daoud, D, Zarrouk, M, Analytical evaluation of six monovarietal virgin olive oils from Northern Tunisia, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110:10, 905-913, **2008**.
- [36] García-González DL, Luna G, Aparicio R, Stepwise geographical traceability of virgin olive oils by chemical profiles using artificial neural network models, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111, 1003-1013, **2009**.
- [37] Ilyasoglu, H, Ozcelik, B, Van Hoed, V, Verhe, R, Cultivar characterization of Aegean olive oils with respect to their volatile compounds, *Scientia Horticulturae*, 129:2, 279-282, **2011**.
- [38] Ozdemir, Y, Ozturk, A, Guven, E, Asan Nebioglu, M, Aktepe Tangu, N, Akcay, ME, Ercisli, S, Fruit and Oil Characteristics of Olive Candidate Cultivars from Turkey, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44:1, 147-154, **2016**.
- [39] Dıraman H, Sobucovalı S, Yüksel F, Çeşitli bölgelerde üretilen gemlik çeşidi natürel zeytinyağlarında oksidatif stabilite ve yağ asidi bileşenleri, *Gıda*, 40, **2015**.
- [40] Dag, A, Kerem, Z, Yogev, N, Zipori, I, Lavee, S, Ben-David, E, Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality, *Scientia Horticulturae*, 127:358-366, **2011**.
- [41] de Mendoza, MF, Gordillo, CDM, Expósito, JM, Casas, JS, Cano, MM, Daniel Vertedor, M, Baltasar, NF, Chemical composition of virgin olive oils according to the ripening in olives, *Food Chemistry*, 141:2575-2581, **2013**.
- [42] Koseoglu, O, Sevim, D, Kadiroglu, P, Quality characteristics and antioxidant properties of Turkish monovarietal olive oils regarding stages of olive ripening, *Food Chemistry*, 212, 628-634, **2016**.

- [43] Ozcan M, Altınöz L, Arslan D, Ünver A, Physical and chemical characteristics of oils of some olive varieties in Turkey *La rivista italiana delle sostanze grasse*, Vol. XCII, Short Note, **2015**.
- [44] Bozdogan Konuşkan D, Mungan B, Effects of Variety, Maturation and Growing Region on Chemical Properties, Fatty Acid and Sterol Compositions of Virgin Olive Oils, *93:11*, 1499-1508, **2016**.
- [45] Bozdogan Konuşkan D, Fatty Acid and Sterol Compositions of Hatay Olive Oils, *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, *5:2*, **2017**.
- [46] Bozdogan Konuşkan, D, Didin, M, Characterization of virgin olive oils produced in Hatay, *Asian Journal of Chemistry*, *21:1*, 269-274, **2009**.
- [47] İlyasoğlu H, Özçelik B, Memecik Zeytinyağlarının Biyokimyasal Karakterizasyonu, *Gıda*, *36:1*, 33-41, **2011**.
- [48] Aşık HU, Özkan G, Physical, chemical and antioxidant properties of olive oil extracted from Memecik cultivar. *Academic Food Journal*, *Akademik Gıda 9:2*, 13-18, **2011**.
- [49] Kalua, CM, Allen, MS, Bedgood, DR, Bishop, AG, Prenzler, PD Robards, K, Olive oil volatile compounds, flavor development and quality: a critical review, *Food Chemistry*, *100:273-286*, **2007**.
- [50] Angerosa, F, Influence of volatile compounds on virgin olive oil quality evaluated by analytical approaches and sensor panels, *European Journal of Lipid Science and Technology*, *104:9-10*, 639-660, **2002**.
- [51] Boskou D, *Olive Oil (Second Edition)*, Book Chapter, 225-232, **2006**.
- [52] Angerosa, F, Servili, M, Selvaggini, R, Taticchi, A, Esposito, S, Montedoro, G, Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality, *Journal of Chromatography A*, *1054:1-2*, 17-31, **2004**.
- [53] Morales, MT, Luna, G, Aparicio, R, Comparative study of virgin olive oil sensory defects, *Food Chemistry*, *91:2*, 293-301, **2005**.
- [54] Reiners, J, Grosch, W, Odorants of virgin olive oils with different flavor profiles, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *46:7*, 2754-2763, **1998**.
- [55] Sanchez, J, Salas, JJ, Alcohol dehydrogenases from olive (*Olea europaea*) fruit, *Phytochemistry*, *48:35-40*, **1998**.
- [56] Sanchez, J, Salas, JJ, The decrease of virgin olive oil flavor produced by high malaxation temperature is due to inactivation of hydroperoxide lyase, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, *47:809-812*, **1999**.
- [57] Bianchi G, Extraction systems and olive oil, *Oilseeds and Fats, Crops and Lipids*, *6:1*, 49-55, **1999**.
- [58] Angerosa, F, Mostallino, R, Basti, C, Vito, R, Virgin olive oil odour notes: their relationships with volatile compounds from the lipoxygenase pathway and secoiridoid compounds, *Food Chemistry*, *68:3*, 283-287, **2000**.

- [59] di Giovacchino, L, Sestili, S, Vincenzo, DD, Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science Technology*, 104:587-601, **2002**.
- [60] Servili, M, Piacquadio, P, de Stefano, G, Taticchi, A, Sciancalepore, V, Influence of a new crushing technique on the composition of the volatile compounds and related sensory quality of virgin olive oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104:8, 483-489, **2002**.
- [61] Benicasa, C, de Nino, A, Lombardo, N, Perri, E, Sindona, G, Tagarelli, A, Assay of Aroma Active Components of Virgin Olive Oils from Southern Italian Regions by SPME-GC/Ion Trap Mass Spectrometry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:733-741, **2003**.
- [62] Ranalli, A, Pollastri, L, Contento, S, Iannucci, E, Lucera, L, Effect of olive paste kneading process time on the overall quality of virgin olive oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105, 57-67, **2003**.
- [63] Vichi, S, Pizzale, L, Conte, LS, Buxaderas, S, Lopez-Tamames, E, Solid-phase microextraction in the analysis of virgin olive oil volatile fraction: Characterization of virgin olive oils from two distinct geographical areas of northern Italy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51:22, 6572-6577, **2003**.
- [64] Cavalli J.-F., X. Fernandez, L. Lizzani-Cuvelier, et al., Comparison of Static Headspace, Headspace Solid-phase Microextraction, Headspace Sorptive Extraction, and Direct Thermal Desorption Techniques on Chemical Composition of French Olive Oils. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7709-7716, **2003**.
- [65] Kanavouras, A, Hernandez-Munoz, P, Coutelieris, FA, Packaging of olive oil: Quality issues and shelf life predictions. *Food Reviews International* 22, 381-404, **2006**.
- [66] Tura, D, Prenzler, PD, Bedgood, DR, Antolovich, M, Robards, K, Varietal and processing effects on the volatile profile of Australian olive oils, *Food Chemistry*, 84:3, 341-349, **2004**.
- [67] Cavalli, JF, Fernandez, X, Lizzani-Cuvelier, L, Loiseau, AM, Characterization of volatile compounds of French and Spanish virgin olive oils by HS-SPME: Identification of quality-freshness markers, *Food Chemistry*, 88:1, 151-157, **2004**.
- [68] Dhifi W, Angerosa F, Serraiocco A, Oumar I, Hamrouni I, Marzouk B, Virgin olive oil aroma: Characterization of some Tunisian cultivars, *Food Chemistry*, 93:4, 697-701, **2005**.
- [69] Kalua CM, Bedgood DRJr, Bishop AG, Prenzler PD, Changes in volatile and phenolic compounds with malaxation time and temperature during virgin olive oil production, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 54:20, 7641-51, **2006**.
- [70] Temime, SB, Taamalli, W, Baccouri, B, Abaza, L, Daoud, D, Zarrouk, M, Changes in olive oil quality of Chetoui variety according to origin of plantation, *Journal of Food Lipids*, 13:1, 88, **2006**.
- [71] Luna, G, Morales, MT, Aparicio, R, Characterization of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compositions, *Food Chemistry*, 98:2, 243-252, **2006**.

- [72] Haddada, FM, Manai, H, Daoud, D, Fernandez, X, Lizzani-Cuvelier, L, Zarrouk, M, Profiles of volatile compounds from some monovarietal Tunisian virgin olive oils, Comparison with French PDO, Food Chemistry, 103:2, 467-476, **2007**.
- [73] Runcio, A, Sorgona, L, Mincione, A, Santacaterina, S, Poiana, M, Volatile compounds of virgin olive oil obtained from Italian cultivars grown in Calabria, Effect of processing methods, cultivar, stone removal, and antracnose attack , Food Chemistry, 106:2, 735-740, **2008**.
- [74] Go´mez-Rico, A, Fregapane, G, Salvador, MD, Effect of cultivar and ripening on minor components in Spanish olive fruits and their corresponding virgin olive oils, Food Research International, 41:433-440, **2008**.
- [75] Baccouri, O, Bendini, A, Cerretani, L, Guerfel, M, Baccouri, B Lercker, G, Zarrouk, M, Ben Miled, DD, Comparative study on volatile compounds from Tunisian and Sicilian monovarietal virgin olive oils, Food Chemistry 111:2, 322-328, **2008**.
- [76] Tura, D, Failla, O, Bassi, D, Pedo, S, Serraiocco, A, Cultivar influence on virgin olive (*Olea europea* L.) oil flavor based on aromatic compounds and sensorial profile, Scientia Horticulturae, 118:2, 139-148, **2008**.
- [77] Kotti, F, Chiavaro, E, Cerretani, L, Barnaba, C, Gargouri, M, Bendini, A, Chemical and thermal characterization of Tunisian extra virgin olive oil from Chetoui and Chemlali cultivars and different geographical origin, European Food Research and Technology, 228:5, 735-742, **2009**.
- [78] Inarejos-Garcia, AM, Gomez-Rico, A, Salvador, MD, Fregapane, G, Influence of malaxation conditions on virgin olive oil yield, overall quality and composition, European Food Research and Technology, 228:4, 671-677, **2009**.
- [79] Issaoui, M, Hassine, KB, Flamini, G, Brahmi, F, Chehab, H, Aouni, Y, Mechri, B, Zarrouk, M ve Hammami, M, Discrimination of Some Tunisian Olive Oil Varieties according to their Oxidative Stability, Volatiles Compounds and Chemometric Analysis, Journal of Food Lipids, 16, 164-186, **2009**.
- [80] Krichene D, Allalout A, Mancebo-Cambos V, Salvador Md, Zarrouk M, Fregapane G, Stability of virgin olive oil and behavior of its natural antioxidants under medium temperature accelerated storage conditions, Food Chemistry, 121:1, 171-177, **2010**.
- [81] Vekiari, SA, Oreopoulou, V, Kourkoutas, Y, Kamoun, N, Msallem, M, Psimouli, V, Arapoglou, D, Characterization and seasonal variation of the quality of virgin olive oil of the Throumbolia and Koroneiki varieties from Southern Greece, Grasas Y. Aceites, 61:3, 221-231, **2010**.
- [82] Kandyli P, Vekiari AS, Kanellaki M, Grati Kamoun N, Msallem M, Kourkoutas Y, Comparative study of extra virgin olive oil flavor profile of Koroneiki variety (*Olea europaea* var. *microcarpa alba*) cultivated in Greece and Tunisia during one period of harvesting, LWT-Food Science and Technology, 44, 1333-1341, **2011**.

- [83] Guillén MD, Uriarte PS, A very simple, fast, and non-destructive approach to predict the time at which edible oils submitted to high temperature reach the established limits of safety, *Food Chemistry*, Volume 127, Issue 2, Pages 802-806, **2011**.
- [84] Tanouti K, Serghini-Caid H, Sindic M, Wathelet JP, Bouseta A, Elamrani A, Volatile Compounds, Profiles of Virgin Olive Oils Produced in the Eastern Morocco: Oxidative Stability and Sensory Defects, *Journal of Food Research*, 1:4, **2012**.
- [85] Shaker MA, Azza AA, Relationship between volatile compounds of olive oil and sensory attributes, *International Food Research Journal* 20:1, 197-204, **2013**.
- [86] Kalogeropoulos N, Kaliora AC, Artemiou A, Giogios I, Composition, volatile profiles and functional properties of virgin olive oils produced by two-phase vs three-phase centrifugal decanters, *LWT-Food Science and Technology*, 58:1, **2014**.
- [87] Kaftan, A, Elmaci, Y, Descriptive Profiling of Flavor Attributes of Turkish Virgin Olive Oils from Different Olive Cultivars, VI International Symposium on Olive Growing, 949, 487-494, **2007**.
- [88] Kiralan, M, Ozkan, G, Koyluoglu, F, Ugurlu, HA, Bayrak, A, Kiritsakis, A, Effect of Cultivation Area and Climatic Conditions on Volatiles of Virgin Olive Oil, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114, 552-557, **2012**.
- [89] Toker, C, Yavuz, N, The Effect of Boron Application on Chemical Characterization and Volatile Compounds of Virgin Olive Oil of Ayvalik Olive Cultivar, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 92, 1421-1428, **2015**.
- [90] Toker, C, Aksoy, U, Ertas, H, The effect of fruit ripening, altitude and harvest year on volatile compounds of virgin olive oil obtained from the Ayvalik variety, *Flavor and Fragrance Journal*, 31, 195-205, **2016**.
- [91] Guclu, G, Sevindik, O, Kelebek, H, Selli, S, Determination of Volatiles by Odor Activity Value and Phenolics of cv. Ayvalik Early-Harvest Olive Oil, *Foods*, 5:3,13, **2016**.
- [92] Kesen S, Kelebek H, Sen K, Ulas M, Selli S, GC-MS-olfactometric characterization of the key aroma compounds in Turkish olive oils by application of the aroma extract dilution analysis, *Food Research International*, 54:2, 1987-1994, **2013**.
- [93] Bayrak, A, Kiralan, M, Kara, HH, Determination of Aroma Profiles of Olive Oils from Turkish Olive Cultivars, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 90, 1281-1300, **2013**.
- [94] Grasselli G, Bulkin BJ, *Analytical Raman spectroscopy*. New York, Wiley, **1991**.
- [95] Ferraro JR, Nakamoto K, Brown CW, *Introductory Raman Spectroscopy*, Academic Press, Elsevier, **2003**.
- [96] Lin-Vien D, Colthup NB, Fateley WG, Grasselli JG, *The Handbook of Infrared and Raman Characteristic Frequencies of Organic molecules*, academic press, **1971**.

- [97] Jogarao ChV, Optical investigation of some Indian oils, II. Raman effect, *Araneta Research Journal*, 9-11, **1936**.
- [98] Bailey GF, RJ Horvat, Raman scattering analysis of cis/trans isomer composition of edible vegetable oils, *Journal of American Oil Chemist Society*, 49, 494-498, **1972**.
- [99] Baeten, V, Meurens, M, Morales, MT, Aparicio, R, Detection of virgin olive oil adulteration by Fourier transform Raman spectroscopy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44:8, 2225-2230, **1996**.
- [100] Aparicio R, Baeten V, Fats and oils authentication by FT-Raman, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:7, 2638-2646, **1998**.
- [101] Marigheto NA, Kemcley EK, Defernez M, Wilson RH, A comparison of mid-infrared and Raman spectroscopies for the authentication of edible oils. *Journal of American Oil Chemist Society* 75:8, 987-992, **1998**.
- [102] Hourant, P, Baeten, V, Morales, MT, Meurens, M, Aparicio, R, Oil and fat classification by selected bands of near-infrared spectroscopy, *Applied Spectroscopy*, 54:8, 1168-1174, **2000**.
- [103] Yang H, Irudayaraj J, Paradkar MM, Discriminant analysis of edible oils and fats by FTIR, FT-NIR and FT-Raman spectroscopy *Food Chemistry*, 93:1, 25-32, **2005**.
- [104] Pan A, Rebollar E, Chiussi S, Serra J, González P, León B, Optimisation of Raman analysis of walnut oil used as protective coating of Galician granite monuments, *Journal of Raman Spectroscopy*, 41:11, 1449-1454, **2010**.
- [105] Korifi R, Le Dréau Y, Molinet J, Artaud J, Dupuy N, Composition and authentication of virgin olive oil from French PDO regions by chemometric treatment of Raman spectra, *Journal of Raman Spectroscopy*, 42:7, 1540-1547, **2011**.
- [106] Engelsen SB, Explorative spectrometric evaluations of frying oil deterioration, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74:12, **1997**.
- [107] Muik B, Lendl B, Molina-Díaz A, Ayora-Cañada MJ, Direct, reagent-free determination of free fatty acid content in olive oil and olives by Fourier transform Raman spectrometry, *Analytica Chimica Acta*, 487:2, 211-220, **2003**.
- [108] Muik B, Lendl B, Molina-Díaz A, Ayora-Cañada MJ, Direct monitoring of lipid oxidation in edible oils by Fourier transform Raman spectroscopy, *Chemistry and Physics of Lipids*, 134:2, 173-182, **2005**.
- [109] Muik B, Lendl B, Molina-Díaz A, Valcarcel M, Ayora-Cañada MJ, Two-dimensional correlation spectroscopy and multivariate curve resolution for the study of lipid oxidation in edible oils monitored by FTIR and FT-Raman spectroscopy, *Analytica Chimica Acta*, 593:1, 54-67, **2007**.
- [110] Schulz, H, Baranska, M, Belz, HH, Rosch, P, Strehle, MA, Popp, J, Chemotaxonomic characterisation of essential oil plants by vibrational spectroscopy measurements, *Vibrational Spectroscopy*, 35:81, 86, **2004**.

- [111] El-Abassy, R, Donfack, P, Materny, A, Assessment of conventional and microwave heating induced degradation of carotenoids in olive oil by VIS Raman spectroscopy and classical methods, *Food Research International* 43, 694-700, **2010**.
- [112] Guzman, E, Baeten, V, Pierna, J, Garcia-Mesa, J, Application of low-resolution Raman spectroscopy for the analysis of oxidized olive oil, *Food Control*, 22, 2036-2040, **2011**.
- [113] Vaskova H, Buckova M, Thermal degradation of vegetable oils: spectroscopic measurement and analysis, *Procedia Engineering*, 100, 630-635, **2015**.
- [114] Sadeghi-Jorabchi H, Hendra PJ, Wilson RH, Belton PS, Determination of the total unsaturation in oils and margarines by Fourier transform Raman spectroscopy, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 67:8, 483-486, **1990**.
- [115] Sadeghi-Jorabchi H, Wilson RH, Belton PS, Edwards-Webb JD, Coxon DT, Quantitative analysis of oils and fats by Fourier transform Raman spectroscopy, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular Spectroscopy*, 47:9-10, 1449-1458, **1991**.
- [116] Pais da Silva MI, Nery MP, Tellez S, CA, Castor oil catalytic hydrogenation reaction monitored by Raman spectroscopy, *Materials Letters*, 45: 3-4,197-202, **2000**.
- [117] Barthus RC, Poppi RJ, Determination of the total unsaturation in vegetable oils by Fourier transform Raman spectroscopy and multivariate calibration, *Vibrational Spectroscopy*, 26:1, 99-105, **2001**.
- [118] Reitzenstein S, Rösch P, Strehle MA, Berg D, Baranska M, Schulz H, Rudloff E, Popp J, Nondestructive analysis of single rapeseeds by means of Raman spectroscopy, *Journal of Raman Spectroscopy*, 38:3, 301-308, **2007**.
- [119] Farhad SFU, Abedin KM, Islam MR, Talukder AL, Haider AFMY, Determination of ratio of unsaturated to total fatty acids in edible oils by laser Raman spectroscopy, *Journal of Applied Sciences*, 9:8, 1538-1543, **2009**.
- [120] Carmona, MA, Lafont, F, Jimenez-Sanchidrian, C, Ruiz, JR, Raman spectroscopy study of edible oils and determination of the oxidative stability at frying temperatures, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116:11, 1451-1456, **2014**.
- [121] Kim, M, Lee, S, Chang, K, Chung, H, Jung, Y, Use of temperature dependent Raman spectra to improve accuracy for analysis of complex oil-based samples: Lube base oils and adulterated olive oils. *Analytica Chimica Acta*, 748, 58-66, **2012**.
- [122] Yang H, Irudayaraj J, Characterization of beef and pork using fourier-transform infrared photoacoustic spectroscopy, *LWT-Food Science and Technology*, 34:6, 402-409, **2001**.
- [123] Lopez-Diez EC, Bianchi G, Goodacre R, Rapid quantitative assessment of the adulteration of virgin olive oils with hazelnut oils using Raman spectroscopy and chemometrics, *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 51:21, 6145-50, **2003**.

- [124] Baeten, V, Pierna, JAF, Dardenne, P, Meurens, M, Garcia-Gonzalez, DL, Aparicio-Ruiz, R, Detection of the presence of hazelnut oil in olive oil by FT-Raman and FT-MIR spectroscopy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:16, 6201-6206, **2005**.
- [125] El-Abassy, R, Donfack, P, Materny, A, Rapid determination of free fatty acid in extra virgin olive oil by Raman spectroscopy and multivariate analysis, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 86, 507-511, **2009**.
- [126] Lerma-García MJ, Ramis-Ramos G, Herrero-Martínez JM, Simó-Alfonso EF, Authentication of extra virgin olive oils by Fourier-transform infrared spectroscopy, *Food Chemistry*, 118:1, 78-83, **2010**.
- [127] Zhang, X, Qi, X, Zou, M, Liu, F, Rapid authentication of olive oil by Raman spectroscopy using principal component analysis, *Analytical Letters*, 44, 2209-2220, **2011**.
- [128] Graham SF, Haughey SA, Ervin RM, Cancouet E, Bell S, Elliott CT, The application of near-infrared (NIR) and Raman spectroscopy to detect adulteration of oil used in animal feed production, *Food Chemistry*, 132:3, 1614-1619, **2012**.
- [129] Mendes, T, Da Rocha, R, Porto, B, De Oliveira, M, Dos Anjos, V, Bell, M, Quantification of extra-virgin olive oil adulteration with soybean oil: a comparative study of NIR, MIR, and Raman spectroscopy associated with chemometric approaches, *Food Analytical Methods*, 8, 2339-2346, **2015**.
- [130] Baeten, V, Dardenne, P, Aparicio, R, Interpretation of Fourier transform Raman spectra of the unsaponifiable matter in a selection of edible oils, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49:11, 5098-5107, **2001**.
- [131] Paiva-Martins, F, Rodrigues, V, Calheiros, R, Marques, MPM, Characterization of antioxidant olive oil biophenols by spectroscopic methods, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 309-314, **2010**.
- [132] Baeten, V, Hourant, P, Morales, MT, Aparicio, R, Oil and fat classification by FT-Raman spectroscopy, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:7, 2638-2646, **1998**.
- [133] Craig BM, Murty NL, Quantitative fatty acid analysis of vegetable oils by gas-liquid chromatography, *Journal of American Oil Chemists Society* 36:549-52, **1959**.
- [134] Ham, B, Shelton, R, Butler, B, Thionville, P, Calculating the iodine value for seawater oils from fatty acid profiles, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 75:1445-1446, **1998**.
- [135] Frankel EN, Lipid oxidation, *Progress in Lipid Research*, 19, 1-22, **1980**.
- [136] Fenton M, Chromatographic separation of cholesterol in foods: applications of chromatography and electrophoresis in food science, *Journal of Chromatography*, 624, 369-388, **1992**.

- [137] Lercker, G, Rodriguez-Estrada, MT, Chromatographic analysis of unsaponifiable compounds of olive oils and fat-containing foods, *Journal of Chromatography A*, 881, 105-129, **2000**.
- [138] Giacometti J, Milin C, Composition and qualitative characteristics of virgin olive oils produced in Northern Adriatic region, Republic of Croatia, *Grasas Aceites* 52, 397-402, **2001**.
- [139] Official Journal of European Union, March 29, Regulation 69/3-69/4, **1995**.
- [140] Gouvinhas, I, Machado, N, Carvalho, T, De Almeida, J, Barros, A, Short wavelength Raman spectroscopy applied to the discrimination and characterization of three cultivars of extra virgin olive oils in different maturation stages, *Talanta*, 132, 829-835, **2015**.
- [141] Shultz, H, Özkan, G, Baranska, M, Krüger, H, Özcan, M, Characterization of essential oil plants from Turkey by IR and Raman spectroscopy, *Vibrational Spectroscopy*, 39, 249-256, **2005**.
- [142] Uysal, RS, Boyaci, IH, Genis, HE, Tamer, U, Determination of butter adulteration with margarine using Raman spectroscopy, *Food Chemistry*, 141, 4397-4403, **2013**.
- [143] Ucuncuoglu, D, Ilaslan, K, Boyaci, IH, Ozay, D, Rapid detection of fat adulteration in bakery products using Raman and near-infrared spectroscopies, *European Food Research and Technology*, 237, 703-710, **2013**.
- [144] Velioglu, SD, Ercioglu, E, Temiz, HT, Velioglu, HM, Topcu, A, Boyaci, IH, Raman spectroscopic barcode use for differentiation of vegetable oils and determination of their major fatty acid composition, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 93, 627-635, **2016**.
- [145] Paradkar, MM, Irudayaraj J, Discrimination and classification of beet and cane inverts in honey by FT-Raman spectroscopy, *Food Chemistry*, 76:2, 231-239, **2001**.
- [146] El-Abassy, RM, Donfack, P, Materny, A, Discrimination between Arabica and Robusta green coffee using visible micro Raman spectroscopy and chemometric analysis, *Food Chemistry*, 126, 1443-1448, **2011**.
- [147] Delfino, I, Camerlingo C, Portaccio M, Ventura BD, Mita L, Mita DG, Lepore M, Visible micro-Raman spectroscopy for determining glucose content in beverage industry, *Food Chemistry*, 12:72, 735-42, **2011**.
- [148] Preedy, VR, Watson RR, *Olives and olive oil in health and disease prevention*, Elsevier Academic Press, **2010**.
- [149] Boyaci, IH, Temiz, HT, Uysal, RS, Velioglu, HM, Yadegari, RJ, Rishkan, MM, A novel method for discrimination of beef and horsemeat using Raman spectroscopy, *Food Chemistry*, 148, 37-41, **2014**.
- [150] Ilaslan, K, Boyaci, IH, Topcu, A. Rapid analysis of glucose, fructose and sucrose contents of commercial soft drinks using Raman spectroscopy, *Food Control*, 48, 56-61, **2015**.

- [151] Zeren, C, Acikgoz, G, Kahraman, S, Using Raman spectroscopy for determination methanol quantity in illegal alcoholic beverages, *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 37, 2979-2983, **2017**.
- [152] Cebi, N, Dogan, CE, Develioglu, A, Yayla, MEA, Sagdic, O, Detection of L-Cysteine in wheat flour by Raman microspectroscopy combined chemometrics of HCA and PCA, *Food Chemistry*, 228, 116-124, **2017**.
- [153] Sangun, MK, Aydin, E, Timur, M, Karadeniz, H, Caliskan, M, Ozkan, A, Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves and fruits from different regions of Hatay, Turkey, *Journal of Environmental Biology*, 28, 731-733, **2007**.
- [154] Miller, M, John Freund's mathematical statistics with applications, 6th edition, **2012**.
- [155] Diraman, H, Dibeklioglu, H, Characterization of Turkish virgin olive oils produced from early harvest olives, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 86, 663-674, **2009**.
- [156] Dinç, E, Kemometri çok değişkenli kalibrasyon yöntemleri, Hacettepe Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Dergisi, 27:1, 61-92, **2007**.
- [157] Brescia, MA, Alviti, G, Liuzzi, V, Sacco, A, Chemometric classification of olive cultivars based on compositional data of oils, *Journal of the American Oil Chemists Society* 80, 945-950, **2003**.
- [158] Bendini, A, Cerretani, L, Di Virgilio, F, Belloni, P, Bonoli-Carbognin, M, Lercker, G, Preliminary evaluation of the application of the FTIR spectroscopy to control the geographic origin and quality of virgin olive oils, *Journal of Food Quality*, 30:4, 424-437, **2007**.
- [159] Gurdeniz, G, Ozen, B, Tokatli, F, Comparison of fatty acid profiles and mid-infrared spectral data for classification of olive oils, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112, 218-226, **2010**.
- [160] Casale, M, Sinelli, N, Oliveri, P, Di Egidio, V, Lanteri, S, Chemometrical strategies for feature selection and data compression applied to NIR and MIR spectra of extra virgin olive oils for cultivar identification, *Talanta*, 80, 1832-1837, **2010**.
- [161] Sinelli, N, Casale M, Di Egidio V, Oliveri P, Bassi D, Tura D, Casiraghi E, Varietal discrimination of extra virgin olive oils by near and mid infrared spectroscopy, *Food Research International* 43, 2126-2131, **2010**.
- [162] Alonso-Salces R, Moreno-Rojas Jm, Holland M, Reniero F, Guillou C, Heberger K, Virgin olive oil authentication by multivariate analyses of ¹H NMR fingerprints and delta ¹³C and delta ²H data, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58:9, 5586-5596, **2010**.
- [163] Mannina, L, Sobolev, AP, High resolution NMR characterization of olive oils in terms of quality, authenticity and geographical origin, *Magnetic Resonance in Chemistry*, 49, 3-11, **2011**.

- [164] Longobardi F, Ventrella A, Casiello G, Sacco D, Margari MT, Kiritsakis AK, *Food Chemistry*, 133, 169-175, **2012**.
- [165] Longobardi F, Ventrella A, Casiello G, Sacco D, Catucci L, Agostiano A, Kontominas MG, Instrumental and multivariate statistical analyses for the characterisation of the geographical origin of Apulian virgin olive oils, *Food Chemistry*, 133:2, 579-84, **2012**.
- [166] Zhang, Y, Dong, W, Zhang, B, Wang, X, Research on detection method of adulterated olive oil by Raman spectroscopy and least squares support vector machine, *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 32:6, 1554-1558, **2012**.
- [167] Heise HM, Damm U, Lampen P, Davies AN, McIntyre PSSpectral variable selection for partial least squares calibration applied to authentication and quantification of extra virgin olive oils using Fourier transform Raman spectroscopy, *Applied Spectroscopy*, 59:10, 1286-94, **2005**.
- [168] Dong W, Zhang Y, Zhang B, Wang X, Quantitative analysis of adulteration of extra virgin olive oil using Raman spectroscopy improved by Bayesian framework least squares support vector machines, *Analytical Methods*, 9, **2012**.
- [169] Diraman, H. A study on oxidative stability of Turkish commercial natural olive oils extracted from different systems, *Proceedings of the Fifth International Symposium on Olive Growing*, 1 and 2, 651-654, International Society Horticultural Science, Leuven 1, **2008**.
- [170] Diraman H, Saygi H, Hişil Y, İzmir İlinde İki Hasat Yılı Süresince Üretilmiş Natürel Zeytinyağlarının Yağ Asitleri Bileşenleri, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4:2, 1-8, **2009**.
- [171] Diraman H, Characterization by chemometry of the most important domestic and foreign olive cultivars from the National Olive Collection Orchard of Turkey, *Grasas Y Aceites*, 61:4, 341-351, **2010**.
- [172] Diraman, H, Saygi, H, Hisil, Y, Geographical Classification of Turkish Virgin Olive Oils from the Aegean Region for Two Harvest Years Based on Their Fatty Acid Profiles. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 88, 1905-1915, **2011**.
- [173] Diraman H, Öztürk B, Özdemir D, Bazı kromatografik ve spektroskopik verilerin kullanımı ile Gemlik çeşidinden üretilmiş natürel zeytinyağlarının kemometrik sınıflandırılması, *Gıda*, 39:2, 79-86, **2014**.
- [174] Kadiroglu, P, Korel, F, Tokatlı, F, Classification of Turkish extra virgin olive oils by a SAW detector electronic nose, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 88, 639-645, **2011**.
- [175] Arslan D, Schreiner M, Chemical characteristics and antioxidant activity of Olive oils from Turkish varieties grown in Hatay province, *Scientia Horticulturae*, 144, 141-152, **2012**.
- [176] Gokcebag, M, Diraman, H, Ozdemir, D, Classification of Turkish monocultivar (Ayvalik and Memecik cv.) virgin olive oils from north and south zones of Aegean region based on their triacylglycerol profiles, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 90, 1661-1671, **2013**.

- [177] Kesen, S, Kelebek, H, Selli, S. Characterization of the key aroma compounds in Turkish olive oils from different geographic origins by application of aroma extract dilution analysis (AEDA), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, 391-401, **2014**.
- [178] Ozturk, B., Yalcin, A. And Ozdemir, D, Determination of olive oil adulteration with vegetable oils by near infrared spectroscopy coupled with multivariate calibration, *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 18, 191-201, **2010**.
- [179] Anonim, 555 sayılı Coğrafi İşaretlerin Korunması Hakkında Kanun Hükmünde Kararname, 27.6.1995, 22326 sayılı Resmi Gazete, **1995**.
- [180] Janin, M, Medini, S, Techer, I, Methods for PDO olive oils traceability: state of art and discussion about the possible contribution of strontium isotopic tool, *European Food Research and Technology*, 239, 745-754, **2014**.
- [181] Berlioz, B, Cordella, C, Cavalli, JF, Lizzani-Cuvelier, L, Loiseau, AM, Fernandez, X, Comparison of the amounts of volatile compounds in French protected designation of origin virgin olive oils, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54:26, 10092-10101, **2006**.
- [182] Cajka T, Riddellova K, Klimankova E, Cerna M, Pudil F, Hajslova J, Traceability of olive oil based on volatiles pattern and multivariate analysis, *Food Chemistry*, 121, 282-289, **2010**.
- [183] Youssef O, Guido F, Manel I, Youssef NB, Luigi CP, Mohamed H, Daoud D, Mokhtar Z, Volatile compounds and compositional quality of virgin olive oil from Oueslati variety: influence of geographical origin, *Food Chemistry*, 124:4, 1770-1776, **2011**.
- [184] Pizarro, C, Tecedor, SR, Pérez-del-Notario, N, Sáiz, JMG, Recognition of volatile compounds as markers in geographical discrimination of spanish extra virgin olive oils by chemometric analysis of non-specific chromatography volatile profiles, *Journal of Chromatography A*, 1218, 518-523, **2011**.
- [185] Cecchi, T, Alfei, B, Volatile profiles of Italian monovarietal extra virgin olive oils via HS-SPME-GC-MS: Newly identified compounds, flavors molecular, *Food Chemistry*, 141, 2025-2035, **2013**.
- [186] Sanchez-Rodriguez, MI, Sanchez-Lopez, EM, Marinas, A, Caridad, JM, Urbano, FJ, Marinas, JM, Improving the estimations of fatty acids in several Andalusian PDO olive oils from NMR spectral data, *Journal of Applied Statistics*, 43, 1765-1793, **2016**.
- [187] Aydın, R, Nizamoğlu A, Silifke Yağlık çeşidinde klonal seleksiyon çalışmaları, Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Adana, 731-735, **1995**.
- [188] Oktar, A, Çolakoğlu, A, Agronomik Faktörlerin Zeytinyağının Kalitesi Üzerine Etkileri. I. Uluslararası Gıda Sempozyumu, Bursa. 477-485, **1989**.
- [189] Özkan G, Dağdelen A, Erbay B, Ayvalık, Domat ve Gemlik zeytin çeşidinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının bazı fiziksel özellikleri ve pigment miktarları üzerine hasat zamanının etkisi, *Hasad Gıda*, 24:278, **2008**.

- [190] Ilyasoglu, H, Ozcelik, B, Van Hoed, V, Verhe, R, Characterization of Aegean olive oils by their minor compounds, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 87:6, 627-636, **2009**.
- [191] Bayrak, A, Kiralan, M, Çalıkoğlu, E, Kara, H, Ege Bölgesi zeytinyağlarının aroma profilleri ve bazı kalite özelliklerinin araştırılması, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi, **2010**.
- [192] Kiralan, M, Kara, HH, Çalıkoğlu, E, Bayrak A, Ege bölgesi zeytinyağlarında alti karbonlu uçucu aroma bileşenlerinin belirlenmesi, *Gıda*, 42:5, 634-642, **2017**.
- [193] Kiralan M, Türk zeytinyağlarının zeytin çeşitlerine göre aroma profillerinin belirlenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, **2010**.
- [194] Kaftan, A, Farklı Yöre Zeytinlerinden Elde Edilen Naturel Zeytinyağının Duyusal Kalitesini Oluşturan Lezzet Maddelerinin SPME/GC/MS ve Lezzet Profili Analizi Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, **2007**.
- [195] Kara HH, farklı hasat dönemlerinde ve günün belli saatlerinde toplanan zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların uçucu aroma bileşenleri değişiminin araştırılması, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, **2011**.
- [196] Ağar İT, Garcia JM, Zahran A, Kafkas S, Kaşka N, Adana ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı zeytin (*Olea europaea* L.) çeşitlerinin yağ asitleri karakteristikleri, Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Adana, 741-745, **1995**.
- [197] Jolayemi, OS, Tokatli, F, Buratti, S, Alamprese, C, Discriminative capacities of infrared spectroscopy and e-nose on Turkish olive oils. *European Food Research and Technology*, 243, 2035-2042, **2017**.
- [198] Dag, C, Demirtas, I, Ozdemir, I, Bekiroglu, S, Ertas, E, Biochemical characterization of Turkish extra virgin olive oils from six different olive varieties of identical growing conditions, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 92, 1349-1356, **2015**.
- [199] Ogras, SS, Kaban, G, Kaya, M, The Effects of Geographic Region, Cultivar and Harvest Year on Fatty Acid Composition of Olive Oil, *Journal of Oleo Science*, 65, 889-895, **2016**.
- [200] Kelebek, H, Kesen, S, Selli, S, Comparative study of bioactive constituents in turkish olive oils by LC-ESI/MS/MS, *International Journal of Food Properties*, 18, 2231-2245, **2015**.
- [201] Anonim, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Ca 5a-40, **1989**.
- [202] Anonim, Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Cd 8-53, **1989**.
- [203] Gutierrez, F, Jimenez, B, Ruiz, A, Albi, MA Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 121-127, **1999**.

- [204] Uluslararası Zeytinyağı Konseyi (IOOC), COI/T.20/Doc.no.24/**2001**.
- [205] Koufogianni A, Comparison of the aroma profile of different Mediterranean olive oil cultivars, Master Thesis, Ghent University, **2006**.
- [206] Gümüşkesen, AS, Yemişciöglu, F, Türkiye'deki zeytin çeşitlerinin ve zeytinyağlarının bölgesel karakterizasyonu, Ege Üniversitesi Yayınları, **2007**.
- [207] Diraman, H, Saygi, H, Hisil, Y, Relationship between geographical origin and fatty acid composition of turkish virgin olive oils for two harvest years, Journal of the American Oil Chemists Society, 87:7, 781-789, **2010**.
- [208] Öğütçü, M, Mendeş, M, Yılmaz, E, Sensorial and Physico-Chemical Characterization of Virgin Olive Oils Produced in Çanakkale, Journal of the American Oil Chemists' Society, 85, 441-456, **2008**.
- [209] Toker, C, Ayvalık zeytin çeşidinde Kuzey Ege agroekolojik şartlarında meyve kalitesinde ve aroma bileşenlerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Proje No:186, İzmir, **2009**.
- [210] Arslan, D, Güney Anadolu'da Yetişen Bazı Yağlık Zeytin Çeşitlerinin ve Yağlarının Fiziksel ve Biyokimyasal Özellikleri Üzerine Lokasyon ve Hasat Zamanının Etkisi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tez Çalışması, **2010**.
- [211] Manai, H, Haddada, MF, Imen, I, Trigui, A, Daoud, D, Zarrouk, M, Variability in the composition of olive oil produced from hybrids obtained from by controlled crossbreeding, Olive, 106, 17-23, **2006**.
- [212] Kutlu E, Şen F, Farklı hasat zamanlarının Gemlik zeytin (*Olea europaea* L.) çeşidinde meyve ve zeytinyağı kalitesine etkileri, ege üniversitesi ziraat faültesi dergisi, 48:2, 85-93, **2011**.
- [213] Öğütçü M, Aydeniz B, Yılmaz E, Comparison of the virgin olive oils obtained erom dbferent points oe common oil production systems, Gıda, 38:2, 79-85, **2013**.
- [214] Damak, N, Bouaziz, M, Ayadi, M, Sayadi, S, Damak, M, Effect of the maturation process on the phenolic fractions, fatty acids, and antioxidant activity of the Chetoui olive fruit cultivar, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56:5, 1560, **2008**.
- [215] Karakuş M, Bazi zeytin çeşitlerinden elde edilen yağların oksidasyon stabiliteilerinin araştırılması, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Ensitüsü, Yüksek Lisans Tezi, **2008**.
- [216] Diraman H, Yüksel F, Doğu Akdeniz ve Ege Bölgeleri natürel zeytinyağlarında oksidatif stabilite ve yağ asidi bileşenleri, Zeytin Bilimi, 1:1, 7-13, **2010**
- [217] Dağdelen, A, Edremit (Balıkesir) Körfezi çevresinde yaygın olarak yetiştirilen zeytin çeşitlerinin olgunlaşma sürecinde bazı fizikokimyasal özellikleri yağ asidi kompozisyonu, tokoferol ve fenolik bileşik miktarlarının belirlenmesi., Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, **2008**.

- [218] Gündoğdu, MA, Bazı yerli ve yabancı zeytin çeşitlerinin fenolojik ve pomolojik özellikleri ile zeytinyağı bileşenlerinin aylık değişimlerinin incelenmesi, Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, **2011**.
- [219] Bozkurt G, Ünal, MK, Cultivar identification of olive oils by RAPD and AFLP Markers, 11th Euro Fed Lipid Congress and 30th ISF lecture series “Oils, Fats and Lipids: New Strategies for a High Quality Future”, Turkey, **2013**.
- [220] Büyükgök, EB, Zeytinlerin hasat zamanının ve olgunlaşma indeksinin yağ verimi ile yağın kimyasal ve duyuşal özellikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, **2015**.
- [221] Gödeli, T, Akhisar Zeytinlerinin Yağ Çıkarma Öncesi Farklı Şekillerde Bekletmenin ve Sürenin Zeytinyağı Kalitesine Etkisi. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, **2015**.
- [222] Pelosi P, Odorant-binding proteins, Critical Review Biochemical Molecular Biology 29, 199-228, **1994**.
- [223] Ulrich, F, Grosch, W, Identification of the most intense volatile flavor compounds formed during autoxidation of linoleic acid, Z. Lebensm. Unter. Forsch, 184, 277-82, **1987**.
- [224] Aparicio, R, Harwood, J, Handbook of olive oil: analysis and properties, Springer Science+, Business Media, LLC, Spain, **2000**.
- [225] Reboredo-Rodriguez, P, Gonzalez-Barreiro, C, Cancho-Grande, B, Simal-Gandara, J, Concentrations of aroma compounds and odor activity values of odorant series in different olive cultivars and their oils, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 61, 5252-5259, **2013**.
- [226] Campeol, E, Flamini, G, Chericoni, S, Catalano, S, Cremonini, R, Volatile compounds from three cultivars of *Olea europaea* from Italy, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49:11, 5409-5411, **2001**.
- [227] Ranalli, A, Tombesi, A, Ferrante, ML, De Mattia, G, Respiratory rate of olive drupes during their ripening cycle and quality of oil extracted, Journal of the Science of Food and Agriculture, 77:3, 359-367, **1998**.
- [228] Angerosa, F, Mostallino, R, Basti, C, Vito, R, Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils, Food Chemistry, 72:1, 19-28, **2001**.
- [229] Cerretani, L, Salvador, MD, Bendini, A, Fregapane, G, Relationship between sensory evaluation performed by Italian and Spanish official panels and volatile and phenolic profiles of virgin olive oils, Chemosensory Perception, 1:4, 258-267, **2008**.
- [230] Morales, MT, Rios, JJ, Aparicio, R, Changes in the volatile composition of virgin olive oil during oxidation: Flavors and off-flavors, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45:7, 2666-2673, **1997**.
- [231] Göğüş U, Map for ‘Drug and Food’ in Cancer Nutrition: Specific Nutrition Pathways, published by Authorhouse, **2017**.

- [232] Bortolomeazzi, R, Berno, P, Pizzale, L Conte, L S, Sesquiterpene, alkene and alkane hydrocarbons in virgin Olive oils of different varieties and geographical origins, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 3278-3283, **2001**.
- [233] Baccouri, B, Ben Temime, S, Campeol, E, Cioni, PL, Daoud, D, Zarrouk, M, Application of solid-phase microextraction to the analysis of volatile compounds in virgin olive oils from five new cultivars, *Food Chemistry*, 102:3, 850-856, **2007**.
- [234] Xiao, ZB, Zhu, JC, Feng, T, Tian, HX, Yu, HY, Niu, YW, Zhang XM, Comparison of volatile components in Chinese traditional pickled peppers using HS-SPME-GC-MS, GC-O and multivariate analysis, *Nat. Prod. Res*, **2010**.
- [235] Tamura H, Boonbumrung S, Yoshizawa T, Varanyanond W, The volatile constituents in the peel and pulp of a green Thai mango, Khieo Sawoei cultivar (*Mangifera indica* L.), *Food Science Technology Research*, 7:1, 72-77, **2001**.
- [236] Leonhardt, V, Leal-Cardoso, JH, Lahlou S, Albuquerque AAC, Porto RS, Celedônio NR, Oliveira AC, Pereira RF, Silva LP, Garcia-Teófilo, TMN, Silva APFS, Magalhães PJC, Duarte GP, Coelho-de-Souza AN, Antispasmodic effects of essential oil of *Pterodon polygalaeflorus* and its main constituent β -caryophyllene on rat isolated ileum, *Fundamental & Clinical Pharmacology*, 24: 6, **2010**.
- [237] Flamini G, Cioni PL, Morelli I, Differences in the fragrances of pollen, leaves, and floral parts of garland (*Chrysanthemum coronarium*) and composition of the essential oils from flower heads and leaves, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 2267-2271, **2003**.
- [238] Buttery RG, Guadagni DG, Ling LC, Volatile aroma components of cooked artichoke, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26, 4, **1978**.
- [239] Zhao Y, Wang C, Chow AH, Ren K, Gong T, Zhang Z, Zheng Y, Self-nanoemulsifying drug delivery system (SNEDDS) for oral delivery of Zedoary essential oil: formulation and bioavailability studies, *International Journal of Pharmacy*, 4:383 (1-2):170-7, **2010**.
- [240] Angerosa, F, Dalessandro, N, Konstantinou, P, Digiacinto, L, GC-RIS evaluation of phenolic-compounds in virgin olive oil, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43:7, 1802-1807, **1995**.
- [241] Skizas NT, Margari MT, Komaitis MM, Headspace analysis of volatile flavor compounds of olive oils from lianolia variety, *Food Flavors and Chemistry: Advances of the New Millennium*, royal society of chemical press, **2001**.
- [242] Wang C, Xing J, Chin CK, Ho CT, Martin CE, Modification of fatty acids changes the flavor volatiles in tomato leaves, *Phytochemistry*, 58, 227-232, **2001**.
- [243] Rudel RA, Correlations between urinary phthalate metabolites and phthalates, estrogenic compounds 4-butyl phenol and o-phenyl phenol, and some pesticides in home indoor air and house dust, *Joint Annual Conference for the International Society of Environmental Epidemiology and International Society of Exposure Analysis*, California, **2008**.

- [244] Ouzouni PK, Koller WD, Badeka AV, Riganakos KA, Volatile compounds from the fruiting bodies of three *Hygrophorus* mushroom species from Northern Greece, *International Journal of Food Science and Technology*, 44:4, **2009**.
- [245] Hong Y, Huang S, Wu J, Lin S, Identification of essential oils from the leaves of 11 species of *Eriobotrya*, *Pak. J. Bot.*, 42:6, 4379-4386, **2010**.
- [246] Deng, Z, Zhang, B, Dong, W and Wang, X, Research on Prediction Method of Fatty Acid Content in Edible Oil Based on Raman Spectroscopy and Multi-Output Least Squares Support Vector Regression Machine. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 33, 3003-3007, **2013**.
- [247] Karagoz, SG, Yilmazer, M, Ozkan, G, Carbonell-Barrachina, AA, Kiralan, M, Ramadan, MF, Effect of cultivar and harvest time on C-6 and C-5 volatile compounds of Turkish olive oils, *European Food Research and Technology*, 243:7, 1193-1200, **2017**.
- [248] Angerosa, F, DiGiacinto, L, Vito, R, Cumitini, S, Sensory evaluation of virgin olive oils by artificial neural network processing of dynamic head-space gas chromatographic data, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72:3, 323-328, **1996**.
- [249] Fakas S, Kefalogianni I, Makri A, Tsoumpeli G, Rouni G, Gardeli C, Papanikolaou S, Aggelis G, Characterization of olive fruit microflora and its effect on olive oil volatile compounds biogenesis, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112:9, **2010**.
- [250] Péter G, Dlačny D, Tóbiás A, Fülöp L, Podgoršek M, Čadež N, *Brettanomyces acidodurans* sp. nov., a new acetic acid producing yeast species from olive oil, *International Journal of General and Molecular Microbiology*, 110:5, 657-664, **2017**.
- [251] Ciafardini, G, Zullo, BA, Virgin olive oil yeasts: A review. *Food Microbiology*, 70, 245-253, **2018**.
- [252] Magdas, DA, Guyon F, Feher I, Pinzaru SC, Wine discrimination based on chemometric analysis of untargeted markers using FT-Raman spectroscopy, *Food Control*, 85, 385- 391, **2018**.
- [253] Corvucci, F, Nobili L, Melucci D, Grillenzoni Fv, The discrimination of honey origin using melissopalynology and Raman spectroscopy techniques coupled with multivariate analysis, *Food Chemistry* 169, 297-304, **2015**.
- [254] Mandrile, L, Zeppa G, Giovannozzi AM, Rossi AM, Controlling protected designation of origin of wine by Raman spectroscopy, *Food Chemistry*, 211, 260-267, **2016**.
- [255] dos Santos CAT, Pascoa RNMJ, Sarraguça MC, Porto PALS, Merging vibrational spectroscopic data for wine classification according to the geographic origin, *Food Research International*, 102 504–510, **2017**.
- [256] Balaban ST, *Ankara Barosu Fikri Mülkiyet ve Rekabet Hukuk Dergisi Sayı:01*, **2016**.

- [257] Anonim, 2017 yılı zeytin ve zeytinyağı raporu, TC, Gümrük ve Ticaret Bakanlığı Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, Ankara, **2017**.
- [258] Anonymous, Stimulated Raman Scattering Microscopy, Harvard University, Department of Chemistry, <https://bernstein.harvard.edu/research/SRS.htm>, Erişim Tarihi Mayıs, **2018**.
- [259] Türkiye zeytin çeşit katalogu, TC Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Nisan, **2015**.



EK 1

Çizelge EK-1. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'ne göre zeytinyağında kalite kriterleri [7]

	Ham	Natürel Sızma	Natürel Birinci	Rafine	Riviera	Ham Pirina	Rafine Pirina	Pirina
Serbest asitlik	> 2.0	≤ 0.8	≤ 2.0	≤ 0.3	≤ 1.0	-	≤ 0.3	≤ 1.0
Peroksit Değeri	-	≤ 20	≤ 20	≤ 5	≤ 15	-	≤ 5	≤ 15
E (232 nm)	-	≤ 2.50	≤ 2.60	-	-	-	-	-
E (270 nm)	-	≤ 0.22	≤ 0.25	≤ 1.25	≤ 1.15	-	≤ 2.00	≤ 1.70
Delta E	-	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.16	≤ 0.15	-	≤ 0.20	≤ 0.18
Yağ Asidi Etil Esterleri (FAEE)	-	FAEE ≤ 35	-	-	-	-	-	-
Halojene Çözücüler	Her bir halojene çözücünün maksimum konsantrasyonu 0.1 mg/kg'ı, Halojene çözücülerin toplamının maksimum konsantrasyonu 0.2 mg/kg'ı geçmemelidir.							

EK 2

Çizelge EK 2.1. 2012 hasat yılı örnek lokasyonları

NO	İL	İLÇE	BELDE/KÖY
1	Balıkesir	Edremit	Dereli
2	Balıkesir	Edremit	Dereli
3	Balıkesir	Edremit	Dereli
4	Balıkesir	Edremit	Dereli
5	Balıkesir	Edremit	Dereli
6	Balıkesir	Edremit	Dereli
7	Balıkesir	Edremit	Dereli
8	Balıkesir	Edremit	Dereli
9	Balıkesir	Edremit	Dereli
10	Balıkesir	Gömeç	Merkez
11	Balıkesir	Gömeç	Merkez
12	Balıkesir	Gömeç	Merkez
13	Balıkesir	Gömeç	Ova
14	Balıkesir	Gömeç	Ova
15	Balıkesir	Gömeç	Ova
16	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Aktepe
17	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Aktepe
18	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Aktepe
19	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Aktepe
20	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Üçkabağaç Köyü
21	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Üçkabağaç Köyü
22	Balıkesir	Ayvalık	Cunda
23	Balıkesir	Ayvalık	Cunda
24	Balıkesir	Ayvalık	Cunda
25	Balıkesir	Havran	Merkez
26	Balıkesir	Havran	Merkez
27	Balıkesir	Havran	Merkez
28	Balıkesir	Havran	Merkez
29	Balıkesir	Havran	Merkez
30	Balıkesir	Havran	Merkez
31	Balıkesir	Havran	Tepeoba Köyü
32	Balıkesir	Havran	Fazlıca/Kalaba Köyü
33	Balıkesir	Burhaniye	Merkez
34	Balıkesir	Burhaniye	Ağacık Köyü
35	Balıkesir	Burhaniye	Kızıklı Köyü
36	Balıkesir	Burhaniye	Kızıklı Köyü
37	Balıkesir	Burhaniye	Börezli Köyü
38	Balıkesir	Burhaniye	Yabancılar Köyü
39	Balıkesir	Burhaniye	Hisar Köyü
40	Balıkesir	Burhaniye	Bahadınlı Köyü
41	Balıkesir	Burhaniye	Sübeyli Dere Köyü
42	Çanakkale	Ezine	Bozköy
43	Çanakkale	Ezine	Bozköy
44	Çanakkale	Ezine	Bozköy

Çizelge EK 2.1-devam. 2012 hasat yılı örnek lokasyonları

NO	İL	İLÇE	BELDE/KÖY
45	Çanakkale	Ezine	Geyikli/Bozcaada Yolu
46	Çanakkale	Ezine	Geyikli/Bozcaada Yolu
47	Çanakkale	Ezine	Geyikli/Bozcaada Yolu
48	Çanakkale	Ezine	Gökçebayır
49	Çanakkale	Ezine	Gökçebayır
50	Çanakkale	Ezine	Gökçebayır
51	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Kaymakçı Mevkii
52	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Kaymakçı Mevkii
53	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Kaymakçı Mevkii
54	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Ortayol Mevkii
55	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Ortayol Mevkii
56	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Ortayol Mevkii
57	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Çamtarla Mevkii
58	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Çamtarla Mevkii
59	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Çamtarla Mevkii
60	İzmir	Dikili	Sanayi Bölgesi
61	İzmir	Dikili	Sanayi Bölgesi
62	İzmir	Dikili	Sanayi Bölgesi
63	İzmir	Dikili	Deliktaş Köyü
64	İzmir	Dikili	Deliktaş Köyü
65	İzmir	Dikili	Deliktaş Köyü
66	Manisa	Akhisar	Güney Akhisar
67	Manisa	Akhisar	Güney Akhisar
68	Manisa	Akhisar	Güney Akhisar
69	Manisa	Akhisar	Güney Akhisar
70	Manisa	Akhisar	Güney Akhisar
71	Manisa	Akhisar	Güney Akhisar
72	Manisa	Akhisar	Büknüş Köyü
73	Manisa	Akhisar	Büknüş Köyü
74	Manisa	Akhisar	Büknüş Köyü
75	Manisa	Akhisar	Büknüş Köyü
76	Manisa	Akhisar	Büknüş Köyü

Çizelge EK 2.2. 2013 hasat yılı örnek lokasyonları

NO	İL	İLÇE	BELDE/KÖY
1	Balıkesir	Edremit	Dereli
2	Balıkesir	Edremit	Dereli
3	Balıkesir	Edremit	Dereli
4	Balıkesir	Edremit	Avcılar Köyü
5	Balıkesir	Edremit	Avcılar Köyü
6	Balıkesir	Edremit	Avcılar Köyü
7	Balıkesir	Edremit	Kavlaklar Köyü
8	Balıkesir	Edremit	Kavlaklar Köyü
9	Balıkesir	Edremit	Kavlaklar Köyü
10	Balıkesir	Edremit	Avcılar Köyü
11	Balıkesir	Edremit	Avcılar Köyü
12	Balıkesir	Edremit	Avcılar Köyü
13	Balıkesir	Edremit	Yayla Önü Köyü
14	Balıkesir	Edremit	Yayla Önü Köyü
15	Balıkesir	Edremit	Yayla Önü Köyü
16	Balıkesir	Edremit	Yayla Önü Köyü
17	Balıkesir	Edremit	Yayla Önü Köyü
18	Balıkesir	Edremit	Yayla Önü Köyü
19	Balıkesir	Edremit	Avcılar Köyü
20	Balıkesir	Burhaniye	Ağacık Köyü
21	Balıkesir	Burhaniye	Ağacık Köyü
22	Balıkesir	Burhaniye	Ağacık Köyü
23	Balıkesir	Gomec	Ova
24	Balıkesir	Gomec	Ova
25	Balıkesir	Gomec	Ova
26	Balıkesir	Havran	Merkez
27	Balıkesir	Ayvalık	Gümüşlü
28	Balıkesir	Ayvalık	Altınova
29	Canakkale	Merkez	Intepe
30	Canakkale	Merkez	Intepe
31	Canakkale	Ezine	Kemallı
32	Canakkale	Ezine	Pazar

Çizelge EK 2.2-devam 2013 hasat yılı örnek lokasyonları

NO	İL	İLÇE	BELDE/KÖY
33	Manisa	Akhisar	Büknüş Koyu
34	Manisa	Akhisar	Büknüş Koyu
35	İzmir	Dikili	Yahşi Köy
36	İzmir	Dikili	Yahşi Köy
37	İzmir	Dikili	Yahşi Köy



Çizelge EK 2.3. 2014 hasat yılı örnek lokasyonları

NO	İL	İLÇE	BELDE/KÖY
1	Balıkesir	Edremit	Oba köy
2	Balıkesir	Edremit	Oba köy
3	Balıkesir	Edremit	Oba köy
4	Balıkesir	Edremit	Hastane Yanı-Yol Kenarı
5	Balıkesir	Edremit	Hastane Yanı-Yol Kenarı
6	Balıkesir	Edremit	Dereli Köyü
7	Balıkesir	Edremit	Dereli Köyü
8	Balıkesir	Edremit	Dereli Köyü
9	Balıkesir	Edremit	Güre
10	Balıkesir	Edremit	Çıkrıkçı Ova Köyü
11	Balıkesir	Edremit	Çıkrıkçı Ova Köyü
12	Balıkesir	Edremit	Çıkrıkçı Ova Köyü
13	Balıkesir	Edremit	Altınoluk/Doyan Mevkii
14	Balıkesir	Edremit	Altınoluk/Doyan Mevkii
15	Balıkesir	Edremit	Altınoluk/Doyan Mevkii
16	Balıkesir	Gömeç	Ova
17	Balıkesir	Gömeç	Ova
18	Balıkesir	Gömeç	Ova
19	Balıkesir	Gömeç	Ova
20	Balıkesir	Gömeç	Ova
21	Balıkesir	Gömeç	Ova
22	Balıkesir	Gömeç	Ova
23	Balıkesir	Gömeç	Ova
24	Balıkesir	Gömeç	Ova
25	Balıkesir	Havran	Sarnıç Köyü
26	Balıkesir	Havran	Sarnıç Köyü
27	Balıkesir	Havran	Sarnıç Köyü
28	Balıkesir	Havran	Sarnıç Köyü
29	Balıkesir	Havran	Sarnıç Köyü
30	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Domuz Çukuru
31	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Domuz Çukuru
32	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Domuz Çukuru
33	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Domuz Çukuru
34	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Domuz Çukuru
35	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Domuz Çukuru
36	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Domuz Çukuru
37	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Domuz Çukuru
38	Balıkesir	Ayvalık	Altınova/Domuz Çukuru
39	Balıkesir	Burhaniye	Yabancılar Köyü/Tariş
40	Balıkesir	Burhaniye	Sarıbaş

Çizelge EK 2.3-devam. 2014 hasat yılı örnek lokasyonları

NO	İL	İLÇE	BELDE/KÖY
43	Balıkesir	Burhaniye	Sarıbaş
44	Balıkesir	Burhaniye	Yabancılar Köyü/Tariş
45	Balıkesir	Burhaniye	Karaköy
46	Balıkesir	Burhaniye	Şarkköy
47	Çanakkale	Ezine	Yahya Çavuş Köyü
48	Çanakkale	Ezine	Yahya Çavuş Köyü
49	Çanakkale	Ezine	Yahya Çavuş Köyü
50	Çanakkale	Ezine	Yahya Çavuş Köyü
51	Çanakkale	Ezine	Yahya Çavuş Köyü
52	Çanakkale	Ezine	Yahya Çavuş Köyü
53	Çanakkale	Ezine	Yahya Çavuş Köyü
54	Çanakkale	Ezine	Yahya Çavuş Köyü
55	Çanakkale	Ezine	Yahya Çavuş Köyü
56	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Damlıca Bahçe
57	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Damlıca Bahçe
58	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Damlıca Bahçe
59	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Damlıca Bahçe
60	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Belediye Zeytinliği-Tariş
61	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Nusrathı Köyü
62	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Nusrathı Köyü
63	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Nusrathı Köyü
64	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Kokulutaş Köyü
65	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Adatepe Mevkii
66	Çanakkale	Ayvacık	Küçükkuyu/Adatepe Müze Bahçesi
67	İzmir	Dikili	Çandarlı-Bademli
68	İzmir	Dikili	Çandarlı-Bademli
69	İzmir	Dikili	Çandarlı-Bademli
70	İzmir	Dikili	Çandarlı-Bademli
71	İzmir	Dikili	Çandarlı
72	İzmir	Dikili	Çandarlı
73	İzmir	Dikili	Çandarlı
74	İzmir	Dikili	Çandarlı
75	İzmir	Dikili	Çandarlı
76	İzmir	Bergama	Kulabayırı Çiftliği
77	İzmir	Bergama	Kulabayırı Çiftliği
78	İzmir	Bergama	Kulabayırı Çiftliği
79	İzmir	Bergama	Kulabayırı Çiftliği
80	İzmir	Bergama	Kulabayırı Çiftliği
81	İzmir	Bergama	Kulabayırı Çiftliği
82	İzmir	Dikili	Bademli/Kıllık Köyü
83	İzmir	Dikili	Bademli/Kıllık Köyü

Çizelge EK 2.3-devam. 2014 hasat yılı örnek lokasyonları

NO	İL	İLÇE	BELDE/KÖY
84	İzmir	Dikili	Bademli/Kıllık Köyü
85	İzmir	Dikili	Bademli/Kıllık Köyü
86	İzmir	Bornova	Zeytincilik Araştırma Enstitüsü
87	İzmir	Bornova	Zeytincilik Araştırma Enstitüsü
88	İzmir	Bornova	Zeytincilik Araştırma Enstitüsü
89	Manisa	Saruhanlı	Yeni Osmaniye Köyü
90	Manisa	Saruhanlı	Büyük Beren Köyü
91	Manisa	Saruhanlı	Büyük Beren Köyü
92	Manisa	Saruhanlı	Yeni Osmaniye Köyü
93	Manisa	Saruhanlı	Yeni Osmaniye Köyü
94	Manisa	Saruhanlı	Yeni Osmaniye Köyü
95	Manisa	Kırkağaç	Bakır
96	Manisa	Kırkağaç	Bakır
97	Manisa	Kırkağaç	Bakır
98	Manisa	Akhisar	Zeytin ova
99	Manisa	Akhisar	Zeytin ova
100	Manisa	Akhisar	Zeytin ova
101	Manisa	Akhisar	Zeytin ova
102	Manisa	Akhisar	Zeytin ova

EK 3

Çizelge EK 3.1. 2012 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının kalite kriterleri, renk değerleri ve indüksiyon süreleri

Coğrafi Orijin	Serbest asitlik, %	Peroksit sayısı, meq aktif oksijen/kg yağ	K ₂₃₂	K ₂₇₀	L	a*	b*	İndüksiyon Süresi (saat)
Çanakkale-Ayvacık	0.4±0.1 c	14±2.0 a	2.2±0.1	0.18±0.00	32.5±3.0	1.1±0.7 ab	6.9±5.2	6.76±3.17
Çanakkale-Ezine	0.3±0.1 c	10±1.5 bc	2.0±0.4	0.14±0.02	33.0±1.7	0.9±0.1 ab	7.5±2.7	8.31±3.70
Balıkesir-Ayvalık	0.4±0.1 bc	9±1.0 c	2.2±0.1	0.20±0.02	34.6±0.4	0.9±0.3 ab	10.4±1.0	7.82±4.69
Balıkesir-Burhaniye	0.4±0.1 c	9±2.5 c	2.2±0.2	0.19±0.00	34.7±1.5	0.5±0.7 b	10.1±1.7	9.85±2.97
Balıkesir-Edremit	0.6±0.1 ab	12±3.6 ab	1.8±0.4	0.18±0.01	33.3±0.2	1.5±0.1 a	8.2±0.5	6.89±1.08
Balıkesir-Gömeç	0.6±0.2 a	11±2.4 bc	2.1±0.4	0.16±0.05	35.8±0.7	0.6±0.4 b	11.8±0.9	6.39±2.30
Balıkesir-Havran	0.3±0.1 c	11±2.2 bc	2.1±0.2	0.19±0.02	33.1±0.8	0.7±0.6 ab	8.4±0.8	6.66±1.18
İzmir-Dikili	0.3±0.1 c	9±2.1 c	2.3±0.1	0.21±0.00	32.6±0.0	1.5±0.0 a	7.0±0.0	11.35±0.16
Manisa-Akhisar	0.4±0.1 bc	8±2.5 c	2.0±0.4	0.18±0.04	33.5±1.0	0.6±0.4 b	8.3±1.7	8.29±1.36

Türk Gıda Kodeksine [7] göre natürel sızma zeytinyağlarında % serbest asitlik en fazla % 0.8 (g oleik asit cinsinden); peroksit değeri en fazla 20 meq aktif oksijen/kg yağ; hesaplanan K₂₃₂ değerleri en fazla 2.5 ve hesaplanan K₂₇₀ değerleri en fazla 0.22 olmalıdır.

Çizelge EK 3.2. 2013 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının kalite kriterleri, renk değerleri ve indüksiyon süreleri

Coğrafi Orijin	Serbest asitlik, %	Peroksit sayısı, meq aktif oksijen/kg yağ	K ₂₃₂	K ₂₇₀	L	a*	b*	İndüksiyon Süresi (saat)
Balıkesir-Ayvalık	0.6±0.0 a	11±1.6	2.1±0.3 a	<i>dkl</i>	34.0±3.0	1.3±0.6 bc	10.9±1.5	6.31±0.00 bcd
Balıkesir-Burhaniye	0.7±0.0 a	11±1.2	1.5±0.0 b	0.20±0.00	35.0±0.3	1.5±0.0 ab	11.0±0.3	7.51±0.88 abc
Balıkesir-Edremit	0.6±0.1 a	11±2.7	2.1±0.2 a	0.19±0.03	34.1±1.5	1.3±0.4 bc	9.3±1.8	8.28±1.88 abc
Balıkesir-Gömeç	<i>dkl</i>	9±1.0	<i>dkl</i>	0.22±0.00	33.7±0.7	2.2±0.2 a	8.7±1.1	5.42±0.68 cd
Balıkesir-Havran	0.3±0.0 b	13±0.0	1.9±0.0 a	0.19±0.00	<i>dl</i>	<i>dl</i>	<i>dl</i>	9.94±0.00 a
Çanakkale-Ezine	0.6±0.0 a	14±0.0	1.9±0.0 a	0.21±0.00	35.1±0.3	1.5±0.2 ab	10.9±0.6	6.68±2.57 abcd
Çanakkale-Merkez	0.6±0.1 a	9±1.8	2.0±0.0 a	0.20±0.00	36.1±0.2	0.6±0.1 c	10.9±0.8	5.73±0.97 bcd
İzmir-Dikili	0.3±0.0 b	11±1.3	2.0±0.6 a	0.17±0.00	36.0±1.5	0.8±0.2 bc	10.5±1.8	4.11±0.00 d
Manisa-Akhisar	0.3±0.1 b	13±1.6	<i>dkl</i>	<i>dkl</i>	35.6±1.6	1.2±0.8 bc	11.5±2.1	9.05±0.81 ab

Türk Gıda Kodeksine [7] göre natürel sızma zeytinyağlarında % serbest asitlik en fazla % 0.8 (g oleik asit cinsinden); peroksit değeri en fazla 20 meq aktif oksijen/kg yağ; hesaplanan K₂₃₂ değerleri en fazla 2.5 ve hesaplanan K₂₇₀ değerleri en fazla 0.22 olmalıdır.
dl: değerlendirilmeyen lokasyon (örnek temin edilememiştir)
dkl: değerlendirmeye katılmayan lokasyon (analiz sonuçlarının tümü yasal limit dışında değerlere sahip olduğu için değerlendirilmeye katılmamıştır)

Çizelge EK 3.3. 2014 hasat yılı Ayvalık natürel sızma zeytinyağlarının kalite kriterleri, renk değerleri ve indüksiyon süreleri

Coğrafi Orijin	Serbest asitlik, %	Peroksit sayısı, meq aktif oksijen/kg yağ	K₂₃₂	K₂₇₀	L	a*	b*	İndüksiyon Süresi (saat)
Balıkesir-Ayvalık	0.4±0.2 bcd	6±1.4 ab	1.9±0.2 abc	0.11±0.01	32.6±2.0	0.7±0.2 bcd	9.4±3.3 ab	6.44±1.73 c
Balıkesir-Burhaniye	0.5±0.1 abc	8±2.2 ab	1.9±0.0 abc	0.15±0.00	31.7±1.8	1.2±0.3 a	6.7±1.7 bcd	7.04±2.00 bc
Balıkesir-Edremit	0.4±0.2 bcd	7±1.7 ab	2.0±0.2 abc	0.14±0.03	31.2±2.6	0.8±0.4 abcd	6.9±2.5 bcd	6.09±1.88 c
Balıkesir-Gömeç	0.6±0.1 a	8±2.0 ab	2.0±0.2 ab	0.16±0.04	31.3±2.8	1.0±0.2 abc	6.0±3.1 bcd	6.26±1.53 c
Balıkesir-Havran	0.4±0.1 cde	8±1.3 ab	1.9±0.2 abc	0.14±0.01	32.3±1.7	0.9±0.2 abc	7.0±3.3 bcd	6.76±1.31 bc
Çanakkale-Ayvacık	0.5±0.1 abcd	7±1.1 ab	2.1±0.2 ab	0.13±0.03	32.0±1.9	1.0±0.2 abc	8.9±1.2 abc	5.58±1.86 c
Çanakkale-Ezine	0.4±0.1 cde	7±2.4 ab	1.7±0.2 cd	0.13±0.02	30.1±1.6	0.5±0.1 d	5.6±2.0 cd	10.32±0.52 a
İzmir-Bergama	0.5±0.1 ab	6±1.8 b	2.0±0.2 ab	0.14±0.02	31.3±1.3	0.9±0.3 abc	8.3±2.5 abc	7.29±0.97 bc
İzmir-Bornova	0.3±0.1 e	6±1.2 b	1.6±0.0 d	0.11±0.02	28.8±1.4	0.6±0.2 cd	3.9±2.4 d	7.39±2.26 bc
İzmir-Dikili	0.3±0.1 e	8±2.4 a	1.7±0.2 cd	0.12±0.03	31.5±1.9	1.2±0.5 a	8.3±2.8 abc	6.53±1.67 c
Manisa-Akhisar	0.6±0.1 a	6±1.8 ab	1.9±0.2 abc	0.14±0.02	32.2±1.5	1.0±0.1 abc	8.5±1.8 abc	7.35±0.73 bc
Manisa-Kırkağaç	0.3±0.1 de	3±1.3 c	1.8±0.1 bc	0.11±0.02	32.2±0.5	1.1±0.3 ab	11.0±1.0 a	9.49±1.93 ab
Manisa-Saruhanlı	0.5±0.1 abc	5±1.8 b	2.2±0.1 a	0.13±0.03	31.4±1.8	1.0±0.4 abc	6.5±2.8 bcd	8.44±4.37 abc

Türk Gıda Kodeksine [7] göre natürel sızma zeytinyağlarında % serbest asitlik en fazla % 0,8 (g oleik asit cinsinden); peroksit değeri en fazla 20 meq aktif oksijen/kg yağ; hesaplanan K₂₃₂ değerleri en fazla 2,5 ve hesaplanan K₂₇₀ değerleri en fazla 0,22 olmalıdır.

EK 4

EK 4. Tespit edilen uçucu bileşiklerin aroma tanımları

Kapalı Formülü	Uçucu Kimyasalın Adı	Aroma Tanımı
C2H6O	etanol	alkolik, olgun elma, çiçeksi
C2H4O2	asetik asit	keskin, sirkemsi
C3H6O2	propanoik asit	aromatik, keskin
C4H8O	2-metil propanal izobütiraldehit	pişmiş, karamel
C4H8O	bütanal bütiraldehit	keskin, yeşil
C4H8O2	etil asetat asetik asit, etil ester asetik eter	tatlı, aromatik
C4H10O	1-bütanol bütül alkol izoamil alkol	ilaç gibi, şarap, meyve
C5H8O	1-penten-3-on etil vinil keton	tatlı, çilek, keskin, acı, yeşil, metalik
C5H8O	trans-2-pental β-etil akrolein	yeşil, hoş kokulu
C5H10O	cis-2-penten-1-ol 2-metil bütanal	muz maltsı
C5H10O	bütiraldehit, 2-metil alfa-metil bütanal 2-etil propanal	
C5H10O	3-metil bütanal izovaleraldehit izopentanal	tatlı, meyvemsi, maltsı
C5H10O	3-pentanon dietil keton pentan-3-on	tatlı
C5H10O	pentanal valeraldehit	badem, keskin, malt
C5H10O	1-penten-3-ol cis-3-pentenol	ıslak toprak
C5H12O	1-pentanol n-amil alkol pentil alkol	keskin
C6H10O	trans-2-hekzenal yaprak aldehidi	acı badem, yeşil, olgunlaşmamış elma benzeri, yağsı, acı badem benzeri, yeni biçilmiş çim kokusu
C6H10O	cis-3-hekzenal	yeşil yaprak, çimsi, yeşil, elma benzeri, yaprak benzeri, yeni biçilmiş çim kokusu
C6H12O	hekzenal	yeşil, elma benzeri, yeni biçilmiş çim kokusu
C6H12O2	asetik asit bütül ester bütül asetat bütül etanoat	yeşil, keskin, tatlı
C6H14O	1-hekzan-3-ol etil propil karbinol 3-hekzanol etil bütanol	meyvemsi, yeşil, reçine
C6H14O	1-hekzanol hekzil alkol	meyvemsi, aromatik, yumuşak, yeni biçilmiş çim kokusu

C6H12O	trans- 3-hekzen-1-ol	meyvemsi, yağsı, keskin, yeni biçilmiş çim kokusu
C6H12O	cis- 3-hekzen-1-ol	muz, yaprak benzeri,
	yaprak alkolü	yeşil meyvemsi, keskin
C6H8O	trans, trans, 2,4-hekzadienal	yeni biçilmiş çim kokusu
C6H12O	cis- 2-hekzen-1-ol	yeşil meyve
	yaprak alkolü	
C7H8	metil benzen	yapışkan, çözücü benzeri
	toluen	
C7H14O	2-heptanon	sabunumsu
	bütil aseton	
	amil bütil keton	
	metil pentil keton	
C7H14O	heptanal	yağsı
	heptaldehit	
	n-heptanal	
C7H16O	1-heptanol	otumsuz, mantarimsı, kimyasal kokusu
	n-heptanol	
C7H12O	trans-2-heptenal	sabun, yağsı,
	3-bütil akrolein	
C7H16O	1-heptanol	mantarimsı, bitkisel
	heptil alkol	
C7H10O	trans-, trans-, 2,4-heptadienal	yağsı, fındıksı
C8H14O	6-metil, 5-hepten-2-on	balık
C8H8	stiren	balsamik, benzin
	benzen, etenil	
	vinil benzen	
C8H16O2	asetik asit heksil ester	tatlı, meyvemsi, çiçeksi
	heksil asetat	
C8H16O	2-oktanon	sabun, benzin, tereyağı, reçine
	heksil metil keton	
C8H10	etil benzen	kuvvetli
C8H10	ksilen	sardunya, plastik
	o, benzen, 1,2-dimetil-	
	p, benzen, 1,4-dimetil-	
	m, benzen, 1,3-dimetil-	
C8H14O	trans-, 2-oktenal	meyvemsi, sabun, yağsı
	2-pentil akrolein	
C8H18	oktan	tatlı
C8H18O	1-oktanol	yosun, mantar, fıstık
	kaprilik alkol	
C8H16O	oktanal	turunçgil benzeri, sabunsu
	kapril aldehit	
	oktalaldehit	
C9H14O	2-pentil furan	yeşil fasulye, tereyağı
	amil furan	
C9H16O	trans-2-nonenal	kağıt benzeri, yağsı,
	(e)-2-nonen-1-al	keskin, yeni biçilmiş çim kokusu
C9H18O	nonanal	sabunsu,
	nonilaldehit	turunçgil benzeri
C10H16	Limonen;	meyvemsi, sitrus, nane, kakule, sumak, karabiber, anason, rezene çekirdeği, kereviz ve dereotu tohumları, annotto
C10H16	3-karen	limon, reçine, portakal kabuğu

C10H16	osimen 3,7-dimetil-1,3,7-oktatrien	sitrus, hoş, ılık, floral, tatlı, herbal
C10H20O	dekanal kaprik aldehit	sabunsu,
C10H20O2	nonanoik asit metil ester metil nonanoat	meyvemsi, tatlı, çiçeksi
C15H24	alfa-kopaen	odunumsu, enginar,
C15H24	zingiberen 1,3-sikloheksadien, 5-(1,5- dimetil-4-hexenil)- 2-metil-, [s-(r*,s*)]-	zencefil
C15H24	kurkumin	baharatlı, odunumsu
C15H24	α -seskifellandren	tatlı, meyvemsi, bitkisel
C15H24	α -bergamoten 6-metil-2-metilen-6-(4-metil-3- pentenil) bisiklo[3.1.1]heptan-	odunumsu, ılık, çayımı
C15H24	trans-karyofilen	odunumsu
C15H24	valensen	yeşil, yağsı
C15H24	α -murolen	baharat, odunumsu, bitkisel
C15H24	α -farnesen	herbal, yeşilimsi,
C13H24O	trans-2-tridesenal	don yağı
C10H18O	cis-2-desenal	yağsı, sitrus kabuğu, kişniş
C4H8O2	bütanoik asit	tereyağsı, ransit
C9H14O	trans-, trans-, 2,4-nonadienal	derin kızartılmış
C11H20O	2-undesenal	sabunumsu, yağsı, yeşil
C10H16O	trans-, trans-, 2,4-dekadienal	derin kızartılmış
C8H8O3	benzoik asit, 2-hidroksi metil ester, metil salisilat	lavanta, adaçayı
C6H12O2	hekzanoik asit kaproik asit	tatlımsı, keskin
C7H8O	benzemetanol benzil alkol	floral
C15H24	trans- α -bisabolen	civanperçemi, papatya
C8H10O	benzeetanol fenil etil alkol	bal, baharat, gül, leylak
C16H34O	1-hekzadekanol	vaks, çiçek
C8H16O2	oktanoik asit kaprilik asit	peynirimsi, tatlı
C16H30O	cis-9-hekzadesenal	yeşil, salatalık, donyağı, yağsı
C8H8O3	vanilin benzaldehit, 4-hidroksi-3- metoksi-	vanilya
C6H8O2	5-etil-(5H)-furan-2-on 2-hekzen-4-olid 4-hidroksi-2-hekzenoik asit lakton	karamel
C6H8O	2-etil furan	karamel, oksit
C10H16	alfa-pinen	odunumsu

EK 5

EK 5.1. 2012 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aldehitler ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Aldehit bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacak	Dikili	Akhisar
bütanal	0,01	t.e.	0,01	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-metil propanal	0,02	0,02	t.e.	0,01	0,01	0,05	t.e.	t.e.	0,03
2-propenal	0,02	0,01	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.
2-metil bütanal	0,17	0,13	0,10	0,25	0,11	0,22	0,04	0,12	0,17
3-metil bütanal	0,14	0,07	0,06	0,14	0,10	0,12	0,05	0,20	0,18
pentanal	t.e.	0,05	t.e.	0,01	0,06	0,03	0,03	0,09	0,02
hekzanal	2,47	2,59	2,95	2,05	0,86	0,41	1,00	4,52	0,71
<i>trans</i> -2-pentenal	0,04	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	0,03	t.e.	0,08	t.e.
<i>cis</i> -3-hekzenal	1,00	t.e.	0,07	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,10
<i>trans</i> -2-hekzenal	0,51	0,93	0,41	0,47	0,44	0,14	0,44	2,22	0,76
nonanal	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,06	0,07	t.e.
<i>trans, trans</i> -, 2,4-hekzadienal	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,12	0,03
<i>trans, trans</i> -, 2,4-heptadienal	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

Aldehit bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacak	Dikili	Akhisar
<i>cis</i> - 2-desenal	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,07	t.e.	t.e.	t.e.
2,4 pentadienal	1,28	0,01	0,04	0,00	0,04	0,03	t.e.	0,00	0,02
4-hidroksi-2-hekzanal	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	t.e.	0,03	0,03	0,01
2-metil, 4-pentanal	t.e.	0,02	t.e.	0,11	t.e.	0,02	0,06	t.e.	0,03
2,2-dimetil, propanal	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
benzaldehit	0,06	0,02	0,01	0,03	0,05	0,03	0,02	0,05	0,01
<i>trans</i> , <i>trans</i> -, 2,4-heptadienal	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
Benzen-asetaldehit	0,02	t.e.	0,02	0,05	0,00	0,04	t.e.	0,05	0,01

t.e. : tespit edilmedi

EK 5.2. 2012 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen keton bileşikleri ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Keton bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Dikili	Akhisar
3-pentanon	0,03	0,03	0,05	0,04	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	0,06
4-metil, 3-oktanon	0,01	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
hekzanon	t.e.	t.e.	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-penten-3-on	0,50	0,44	0,36	0,38	0,27	0,13	0,15	0,45	0,25
2-pentanon	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.
6-metil-5-hepten-2-on	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.
2-metil-3-pentanon	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.

t.e: tespit edilmedi

EK 5.3. 2012 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen ester bileşikleri ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Ester bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Dikili	Akhisar
metil asetat	0,03	t.e.	0,04	0,02	t.e.	0,02	0,01	0,05	0,03
hekzenoik asit, 1- metiletil ester	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,16	t.e.
metil nonanoat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	t.e.
metil hekzanoat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,00	t.e.	0,05	t.e.	t.e.
metil heptanoat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.
metil oktanoat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	t.e.
hekzil oleat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.
etil asetat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	0,01
hekzil asetat	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,00
<i>cis</i> -3-hekzen-1-ol, asetat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01

t.e.: tespit edilmedi

EK 5.4. 2012 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen alkoller ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Alkoller (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacak	Dikili	Akhisar
benzemetanol	t.e.	t.e.	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
benzeetanol	0,01	t.e.	t.e.	0,01	0,01	t.e.	t.e.	0,01	t.e.
1-siklopenten-4-ol	0,13	0,02	0,03	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-undekanol	0,04	0,18	0,01	0,04	0,09	t.e.	0,20	0,18	t.e.
1-trikosanol	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
etil alkol	0,43	0,07	t.e.	t.e.	0,48	t.e.	t.e.	0,24	0,32
metil alkol	0,15	0,17	0,16	0,29	0,18	0,14	0,20	0,16	0,14
İzobutil alkol	0,16	t.e.	t.e.	0,20	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-nonanol	0,02	0,01	0,01	t.e.	t.e.	0,05	t.e.	t.e.	t.e.
3-metil-bütanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,06	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-pentanol	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	0,05
1-hekzanol	0,34	0,07	0,05	0,06	0,12	0,07	0,02	0,09	0,03
cis, 3-hekzen-1-ol	0,21	0,10	0,10	0,14	0,18	0,14	0,05	0,26	0,05
trans, 2-hekzen-1-ol	0,13	0,03	0,03	t.e.	0,03	0,06	0,04	0,02	t.e.
2-hekzanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,61	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-penten-3-ol	0,58	0,10	0,13	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

EK 5.4. 2012 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen alkoller ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Alkoller (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvack	Dikili	Akhisar
<i>cis</i> - 2-pentenol	0,45	0,13	0,16	0,17	0,10	0,07	0,19	0,22	0,09
1-okten-3-ol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,87
2-metil-bütan-1-ol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	t.e.	t.e.
siklopentanol	0,10	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	t.e.	t.e.	t.e.
1-dodekanol	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
13-heptadesin-1-ol	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	0,00	0,00	0,03	t.e.	t.e.
2,3-bütandiol	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
farnesol	t.e.	t.e.	0,01	0,01	0,01	0,02	t.e.	0,02	t.e.
<i>trans</i> - 2-undesen-1-ol	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2,4-hekzadien-1-ol	t.e.	t.e.	t.e.	0,06	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
prop-2-en-1-ol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	0,10	t.e.
2-nonen-1-ol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	t.e.	t.e.
2-metil, 1-oktanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,07	t.e.	t.e.	t.e.
1-tetradekanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,19	t.e.

t.e: tespit edilmedi

EK 5.5. 2012 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen organik asitler ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Organik Asitler ppm	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacak	Dikili	Akhisar
hekzanoik asit	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,07	0,03	0,01
propanoik asit	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	t.e.	0,03	0,04
asetik asit	0,45	0,22	0,43	0,15	0,19	0,15	0,30	0,18	0,34
formik asit	0,12	0,12	t.e.	0,01	0,01	0,01	0,01	t.e.	0,00
heptanoik asit	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	t.e.
pentanoik asit	0,08	0,08	t.e.	0,00	0,00	t.e.	0,01	t.e.	t.e.
nonanoik asit	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.
oktanoik asit	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	t.e.
2-etil hekzanoik asit	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,06	t.e.	t.e.
9-oktadesenoik asit	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,31	t.e.	t.e.
bütanoik asit	0,01	0,01	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

t.e: tespit edilmedi

EK 5.6. 2012 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen hidrokarbonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Hidrokarbonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacak	Dikili	Akhisar
zingiberen	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04
farnesen	0,02	t.e.	0,01	0,01	0,07	t.e.	t.e.	0,07	0,00
limonen	0,03	0,01	0,01	0,05	0,01	0,11	t.e.	0,00	0,01
seskifellandren	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04	0,08	0,03	0,05	0,01
bergamoten	0,03	0,02	0,13	0,13	0,07	0,07	0,14	0,13	0,03
kopaen	0,00	0,01	0,04	0,01	0,01	0,05	0,03	t.e.	0,00
kubeben	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01
valensen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	0,03
himaçelen	t.e.	t.e.	0,01	0,02	t.e.	0,01	0,12	0,01	0,01
italisen	t.e.	t.e.	0,01	0,04	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	0,00
sedren	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,00
pinen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.
sabinen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.
longipinen	t.e.	t.e.	0,00	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
kurkumin	0,04	0,04	0,05	0,09	0,04	0,06	0,06	0,07	0,03
sitiren	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,06	t.e.	0,05	0,06
toluen	t.e.	0,00	t.e.	0,27	0,92	0,02	0,23	t.e.	0,17
etil benzen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	0,08
ksilen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	0,13
galangin	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.
2-etil furan	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

5-etil-2-etilbutenolid, 2(3H) furanon	t.e.	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
---------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

EK 5.6-devam 2012 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen hidrokarbonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Hidrokarbonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacak	Dikili	Akhisar
5-etil-2(5H)-furanon	0,25	0,30	0,28	0,13	0,09	0,11	0,48	0,45	0,07
pentan	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-metil pentan	t.e.	t.e.	t.e.	0,27	t.e.	0,06	t.e.	t.e.	t.e.
3-metil pentan	0,14	t.e.	t.e.	0,14	t.e.	0,12	t.e.	t.e.	t.e.
hekzan	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,47	0,35	1,15	t.e.
heptan	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,13	0,17	0,41	t.e.
oktan	0,27	0,14	0,08	0,25	0,08	0,19	0,14	0,23	0,14
nonan	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,17
2-okten	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-dodesen	0,02	t.e.	0,10	0,21	0,12	0,04	0,10	t.e.	0,70
1-tridesen	0,16	0,10	0,87	0,57	0,49	0,39	0,16	t.e.	0,06
1-hekzadesen	0,17	t.e.	0,02	0,03	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.
dokosan	0,01	t.e.	t.e.	0,04	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-etil,6-metil,1,5-heptadien	0,35	0,18	0,33	0,24	0,23	0,13	0,19	0,46	0,09
osimen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
4,8-dimetil,1,7-nonadien	0,52	0,26	0,26	0,25	0,20	0,56	0,11	0,67	0,17
7-metil,3(1-metiletil) 1,5-oktadien	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,60	0,01	t.e.
1,1-dimetil,2(1-metil-2-propenil), 2-siklopropan	0,09	0,04	0,06	0,18	0,11	0,08	0,12	0,13	0,48
2,2,4,6,6-pentametil heptan	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	t.e.	0,09	t.e.	t.e.	0,10
2,5-dimetil,1,6-heptadien	0,07	0,07	0,11	0,14	0,05	t.e.	0,03	t.e.	t.e.

1,3-pentadien	0,27	t.e.	t.e.	0,08	t.e.	t.e.	0,09	t.e.	t.e.
EK 5.6-devam. 2012 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen hidrokarbonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)									
Hidrokarbonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacak	Dikili	Akhisar
3-etil,1,5-oktadien	t.e.	t.e.	t.e.	0,23	t.e.	0,03	t.e.	t.e.	t.e.
4,5-dimetil, 2,6-oktadien	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,04
4-metil, 2,6-oktadien	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	0,07
1-hekzakosan	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-undesen	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-pentadesen	t.e.	0,40	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

t.e.: tespit edilmedi

EK 5.7. 2013 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aldehitler ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Aldehitler (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
2-metil bütanal	0,24	0,31	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,44	0,20	0,10
3-metil bütanal	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,13	0,15
pentanal	0,14	0,20	t.e.	t.e.	0,19	t.e.	t.e.	0,12	t.e.
hekzanal	0,95	2,19	2,08	t.e.	2,64	0,49	1,51	0,23	0,70
<i>cis</i> - 3-hekzenal	2,65	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,69	t.e.
<i>trans</i> - 2-hekzenal	1,82	5,02	3,11	0,39	5,07	1,64	1,96	1,51	2,09
nonanal	0,23	0,12	1,45	t.e.	0,10	0,62	0,19	t.e.	0,04
<i>trans, trans</i> -, 2,4-hekzadienal	0,07	t.e.	t.e.	0,10	0,03	t.e.	0,06	t.e.	0,21
dekanal	t.e.	t.e.	0,87	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>trans, trans</i> -, 2,4-pentadienal	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,09	t.e.	t.e.	t.e.
benzaldehit	0,00	0,02	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	0,05	0,10

t.e. : tespit edilmedi

EK 5.8. 2013 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen ketonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Ketonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
3-pentanon	0,29	0,49	0,36	t.e.	t.e.	1,21	0,24	0,11	t.e.
1-penten-3-on	0,36	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,24	t.e.
2-pentanon	0,77	t.e.	t.e.	0,95	t.e.	0,39	t.e.	t.e.	t.e.

t.e.: tespit edilmedi

EK 5.9. 2013 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen ester bileşikleri ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Ester bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
metil asetat	t.e.	0,07	t.e.	0,04	0,09	0,03	0,01	t.e.	t.e.
etil asetat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,13	t.e.
hekzil asetat	0,05	t.e.	0,06	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02
bütül asetat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,11	t.e.

t.e: tespit edilmedi

EK 5.10. 2013 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen alkoller ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Alkol bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
benzetanol	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,09	t.e.
benzeetanol	0,03	0,11	0,06	0,02	0,03	0,06	0,01	0,37	0,01
1-undekanol	0,63	t.e.	0,86	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,00
etil alkol	0,73	0,73	0,47	1,45	t.e.	0,80	0,91	4,86	t.e.
metil alkol	0,39	0,28	t.e.	0,58	0,40	0,48	0,60	0,26	0,14
izobütüilalkol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,13	t.e.
1-nonanol	0,46	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,14
3-metil-bütanol	0,10	0,13	t.e.	t.e.	t.e.	0,25	t.e.	0,48	t.e.
1-pentanol	0,04	t.e.	t.e.	0,06	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.
1-hekzanol	1,83	3,39	2,01	2,87	0,62	2,31	0,58	1,64	t.e.
3-hekzen-1-ol	2,35	2,23	3,74	5,10	0,37	3,06	1,87	1,44	t.e.
2-hekzen-1-ol	1,01	2,50	2,46	0,79	0,06	1,49	0,27	2,99	t.e.
2-hekzanol	0,18	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-penten-3-ol	0,09	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,09	t.e.	t.e.	t.e.
<i>cis</i> -2-pentenol	0,26	t.e.	t.e.	0,30	0,12	0,09	0,22	t.e.	0,15

EK 5.10-devam. 2013 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen alkoller ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Alkol bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
1-dodekanol	0,66	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-oktanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.
farnesol	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-hekzadekanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,48	t.e.
izooktilalkol	0,06	t.e.	2,92	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-tetradekanol	0,42	0,78	0,24	t.e.	t.e.	0,60	t.e.	0,38	0,02
1,5-hekzadien-3-ol	0,15	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

t.e.: tespit edilmedi

EK 5.11. 2013 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen organik asitler ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Organik Asitler (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
hekzanoik asit	0,06	0,05	0,22	t.e.	0,02	0,02	0,01	0,03	0,10
propanoik asit	t.e.	t.e.	6,14	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.
asetik asit	0,14	0,26	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,38	0,14	t.e.
benzoik asit	t.e.	t.e.	2,78	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
heptanoik asit	0,05	t.e.	0,09	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02
pentanoik asit	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.
nonanoik asit	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	0,03
oktanoik asit	0,02	t.e.	0,12	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,06

t.e: tespit edilmedi

EK 5.12. 2013 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen hidrokarbonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Hidrokarbonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
zingiberen	0,22	0,33	0,12	t.e.	0,15	0,15	t.e.	t.e.	0,17
farnesen	0,11	0,65	0,08	t.e.	t.e.	0,04	0,10	0,10	0,12
limonen	0,14	0,14	2,48	0,03	t.e.	0,13	t.e.	0,10	t.e.
seskifellandren	0,18	0,32	0,68	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,17
bergamoten	0,13	0,21	0,09	t.e.	0,03	0,04	0,08	0,01	0,21
kopaen	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	0,00	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
himaçelen	0,06	0,11	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
italisen	0,03	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
sedren	0,12	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	t.e.	t.e.
osimen	0,22	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
longipinen	0,09	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
karoten	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.
nerol	0,45	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
kurkumin	0,25	0,33	t.e.	0,03	0,13	0,09	0,07	0,03	0,15
sitiren	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	t.e.	0,19	t.e.
toluen	1,65	1,23	4,07	1,68	0,97	0,95	0,71	2,91	0,01

EK 5.12-devam. 2013 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen hidrokarbonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Hidrokarbonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
etil benzen	0,18	0,18	2,39	0,43	t.e.	t.e.	t.e.	0,36	t.e.
ksilen	2,99	2,94	14,28	3,69	1,56	0,11	0,65	1,53	t.e.
1,2,4-trimetil benzen	t.e.	t.e.	3,33	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
etil toluen	t.e.	t.e.	2,67	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
duren	t.e.	t.e.	2,90	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-etil, 2,3-dimetil benzen	t.e.	t.e.	1,69	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
tetrahidropiran-2-metanol	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	t.e.	t.e.
5-etil-2(5H)-furanon	0,19	t.e.	0,23	t.e.	0,03	t.e.	0,05	t.e.	t.e.
heksan	0,52	0,33	0,41	0,13	0,65	t.e.	t.e.	t.e.	0,71
heptan	56,67	45,39	33,80	0,28	23,27	53,12	43,53	38,11	32,79
oktan	0,45	0,57	0,20	0,42	0,97	0,60	0,69	0,29	0,16
nonan	0,52	t.e.	1,54	t.e.	0,20	t.e.	t.e.	t.e.	0,25
1-dodesen	0,71	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,76	t.e.
1-tridesen	1,59	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-pentadesen	1,06	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

EK 5.12-devam. 2013 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen hidrokarbonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Hidrokarbonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Merkez	Dikili	Akhisar
1-hekzadesen	0,77	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-etil,6-metil,1,5-heptadien	0,87	0,51	0,58	2,00	0,50	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
4,8-dimetil,1,7-nonadien	0,84	1,04	0,62	0,56	0,63	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
7-metil, 3 (1-metiletil), 1,5-oktadien	0,72	t.e.	0,07	0,02	0,43	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
dekan	t.e.	t.e.	1,04	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1,1-dimetil, 2(1-metil, 2-propenil), 2-siklopropan	0,55	0,34	0,61	0,31	0,08	0,56	0,30	0,20	0,09
2,2,4,6,6 pentametil heptan	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,07	t.e.
2,5-dimetil, 1,6-heptadien	0,04	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,05
4-metil nonan	t.e.	t.e.	1,25	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-hekzakosan	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
3,7-dimetil, 1,6-oktadien	0,72	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,86
1-desin	1,05	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-penten	0,21	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

t.e: tespit edilmedi

EK 5.13. 2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aldehitler ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Aldehitler (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Bornova	Bergama	Dikili	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
bütanal	0,27	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-metil propanal	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,35	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	0,05	0,05	0,02	0,01
2-propenal	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	t.e.
2-metil bütanal	0,27	0,17	0,08	0,04	0,70	0,06	0,05	0,05	0,58	0,18	0,06	0,08	0,07
3-metil bütanal	0,14	0,12	0,10	0,03	0,58	0,07	0,04	0,04	0,22	0,12	0,06	0,08	0,06
pentanal	0,12	0,07	0,03	0,04	0,31	0,04	0,13	0,07	0,08	0,07	0,05	0,07	0,03
hekzenal	13,15	7,37	9,76	1,89	15,27	3,09	6,65	4,99	5,34	4,76	4,17	3,00	1,77
<i>trans</i> - 2-pentenal	0,99	0,60	0,38	0,16	1,21	0,20	0,23	0,06	0,63	0,37	0,15	0,15	0,21
<i>cis</i> - 2-hekzenal	t.e.	t.e.	1,14	t.e.	2,35	t.e.	t.e.	0,28	3,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>cis</i> - 3-hekzenal	3,18	2,17	1,78	0,96	9,05	1,04	1,37	0,80	2,00	0,55	1,20	0,58	0,72
heptanal	0,52	0,37	0,24	0,08	0,81	0,15	0,22	t.e.	0,03	t.e.	0,02	t.e.	0,04
<i>trans</i> - 2-hekzenal	28,49	7,54	22,38	2,85	22,35	9,70	13,01	2,10	12,45	7,92	1,58	1,92	1,63
oktanal	0,73	0,41	0,45	0,04	1,42	0,23	0,45	0,03	0,49	0,25	0,02	0,07	0,04
<i>trans</i> - 2-heptenal	1,71	0,26	0,37	t.e.	0,51	0,09	0,25	0,02	0,35	0,14	0,03	0,09	0,01
nonanal	2,61	1,49	1,41	0,06	4,06	0,73	1,35	0,08	1,39	0,56	0,05	0,05	0,07

EK 5.13-devam. 2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen aldehitler ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Aldehitler (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Bornova	Bergama	Dikili	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
<i>trans, trans-</i> , 2,4- heksadienal	0,99	0,42	0,69	0,53	2,53	0,22	0,37	0,51	0,80	0,32	0,39	0,31	0,48
<i>trans-</i> , 2-oktenal	0,54	0,24	0,29	t.e.	0,51	0,19	0,27	t.e.	0,31	0,13	t.e.	t.e.	t.e.
<i>trans, trans-</i> , 2,4- heptadienal	0,20	0,08	0,43	t.e.	0,67	0,07	0,11	t.e.	0,15	0,07	0,00	0,01	t.e.
dekanal	0,28	0,21	0,40	t.e.	0,20	0,21	0,27	t.e.	0,46	0,14	t.e.	t.e.	t.e.
<i>trans-</i> , 2-nonenal	0,95	t.e.	1,14	t.e.	1,32	0,26	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>trans-</i> , 2- dodesenal	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	2,76	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>cis-</i> 2-desenal	t.e.	t.e.	3,61	t.e.	t.e.	t.e.	4,32	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>trans, trans-</i> , 2,4- nonadienal	0,24	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-undesenal	2,81	1,80	2,79	t.e.	8,66	1,91	2,32	t.e.	1,83	0,65	t.e.	t.e.	t.e.
<i>trans, trans-</i> , 2,4- dekadienal	1,21	0,68	2,15	t.e.	1,45	0,59	0,94	t.e.	0,17	0,90	t.e.	t.e.	t.e.
<i>cis</i> -9-hekzadesenal	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,09	0,09	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>cis</i> - 9-heptadesenal	t.e.	t.e.	0,14	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>cis</i> - 9-oktadesenal	t.e.	0,09	t.e.	t.e.	0,43	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,08	t.e.	t.e.	t.e.
benzaldehit	t.e.	t.e.	0,21	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
benzenasetaldehit	0,40	0,15	t.e.	t.e.	0,38	0,04	0,10	0,05	0,70	0,26	0,07	0,09	0,05
2-(fenilmetilen)- oktanal	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,08	t.e.	t.e.	t.e.
2-etil-1-hekzanal	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

t.e.: tespit edilmedi

EK 5.14. 2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen ketonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Ketonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacak	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
3-pentanon	1,32	0,59	2,11	0,06	3,47	0,17	0,34	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-penten-3-on	2,41	1,25	0,82	0,41	3,45	0,87	0,85	0,84	0,42	1,39	0,40	0,31	0,41
2-pentanon	4,40	t.e.	t.e.	0,63	t.e.	t.e.	0,07	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,30	t.e.
6-metil-5-hepten-2-on	0,24	0,12	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	0,07	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	0,03	0,02
2-propanon	0,03	t.e.	t.e.	0,01	0,21	t.e.	0,03	0,06	0,05	0,20	0,01	t.e.	0,02
2-heptanon	0,28	t.e.	t.e.	2,53	1,36	0,03	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-oktanon	0,43	t.e.	0,12	0,09	0,65	t.e.	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-nonanon	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,34	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
4-metil, 2-pentanon	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	0,01	0,01	t.e.	t.e.	0,02	0,02	t.e.
4-metil, 5-etil heptanon	0,82	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
4-metil, 3-oktanon	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	1,71	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-pentadekanon	0,11	0,10	0,12	0,65	0,10	0,14	0,12	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-heptadekanon	0,11	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
5-metil, 4-hekzen-3-on	1,30	0,99	1,09	0,37	1,71	t.e.	t.e.	0,23	0,48	0,78	t.e.	t.e.	t.e.
2-nonadekanon	t.e.	t.e.	0,16	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-fenil-1-hekzanon	0,25	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

t.e.: tespit edilmedi

EK 5.15. 2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen ester bileşikleri ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Ester bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacı	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
metil asetat	0,89	0,41	0,23	t.e.	1,95	0,03	0,27	0,34	0,02	0,47	0,05	0,09	0,11
bütül asetat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	1,61	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
etil asetat	0,15	0,56	0,12	t.e.	0,92	0,01	1,14	0,01	0,46	0,40	0,40	0,60	0,56
heksil asetat	0,46	0,30	0,26	0,09	0,55	0,11	0,14	0,01	0,07	0,16	0,10	0,09	0,10
cis-3-hekzenil asetat	t.e.	t.e.	0,43	t.e.	0,58	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
metil heksanoat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,08	t.e.	t.e.
metil heptanoat	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
metil oktanoat	0,29	0,07	0,07	t.e.	0,46	t.e.	0,07	0,09	0,02	0,16	0,01	0,03	t.e.
formik asit oktil ester	0,62	0,41	0,54	t.e.	1,15	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,28	t.e.	t.e.	t.e.
bütanoik asit 2-metiletil ester	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
benzoik asit 2-hidroksimetil ester	0,79	0,36	0,41	0,04	1,08	0,39	t.e.	0,19	0,02	0,30	0,03	0,02	0,02
oleik asit, etil ester	t.e.	t.e.	0,11	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
benzen, metoksi metil eter	t.e.	1,33	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
Hekzadesenoik asit metil ester	0,25	t.e.	0,35	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

t.e.: tespit edilmedi

EK 5.16.2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen alkoller ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Alkol bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacak	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
benzemetanol	0,54	0,22	0,15	0,03	0,84	0,16	0,12	0,16	t.e.	0,31	0,01	t.e.	t.e.
benzeetanol	0,65	0,28	0,57	0,08	0,74	0,03	0,36	0,09	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04
etil alkol	0,83	2,18	7,33	0,18	2,32	0,24	2,01	0,06	0,06	0,13	0,04	0,02	t.e.
izoamil, 1-bütanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	1,29	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-nonanol	0,42	0,17	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
izoamil alkol	t.e.	0,78	0,67	0,06	0,42	0,10	1,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-pentanol	0,20	0,10	0,14	0,08	0,45	0,02	0,12	0,03	0,02	t.e.	t.e.	0,03	t.e.
1-hekzanol	4,98	2,26	4,08	1,06	5,99	0,35	3,47	0,40	0,11	0,23	0,15	0,14	0,08
<i>trans</i> - 3-hekzen-1-ol	0,68	0,26	0,96	0,25	2,84	0,44	0,21	0,28	t.e.	0,66	0,11	t.e.	t.e.
<i>trans</i> - 2-hekzen-1-ol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,58	1,96	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,18	t.e.
<i>cis</i> - 3-hekzen-1-ol	8,00	4,17	7,38	1,43	16,58	0,89	1,98	0,90	0,44	0,37	0,28	0,32	0,21
<i>cis</i> - 2-hekzen-1-ol	2,75	1,11	2,78	1,34	3,91	t.e.	t.e.	0,62	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
3-pentanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	3,42	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-hekzan-3-ol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	3,91	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-penten-3-ol	t.e.	0,26	t.e.	t.e.	t.e.	0,06	0,17	0,07	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>cis</i> - 2-pentenol	1,76	1,13	0,93	0,15	4,30	0,56	0,69	0,45	0,27	0,80	0,21	0,22	0,29
1-okten-3-ol	0,06	t.e.	0,10	t.e.	0,50	0,07	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
siklopentanol	t.e.	0,14	t.e.	t.e.	0,28	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.
farnesol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	0,01	t.e.	0,01
2,4-hekzadien-1-ol	t.e.	0,07	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

EK 5.16-devam. 2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen alkoller ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Alkol bileşikleri (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvack	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
2-nonen-1-ol	1,31	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-metil, 1-propanol	0,20	0,06	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
n-tetrakosanol-1	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,59	t.e.	t.e.	t.e.
4-metil, 1-penten-3-ol	1,19	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
trans-3-nonen-1-ol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	2,17	t.e.	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	0,13	t.e.	t.e.
2-propil-1-pentanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,19	0,24	t.e.	t.e.	t.e.	0,11	t.e.
heptanol	0,32	0,17	0,25	t.e.	2,03	0,14	0,21	0,02	0,02	t.e.	t.e.	0,02	t.e.
1-oktanol	0,81	t.e.	0,59	t.e.	1,37	0,25	0,44	0,19	t.e.	0,81	0,03	0,04	t.e.
2-etil, 1-hekzanol	t.e.	t.e.	t.e.	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	0,01	t.e.
porbol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	t.e.
fenol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,10	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
1-hekzadekanol	t.e.	0,76	0,11	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,11	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
6-metil, 5-hepten-2-ol	t.e.	t.e.	0,20	0,04	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	0,09	t.e.	t.e.	t.e.
4-bütoksi-1-bütanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,39	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
fenil-1-oktanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,39	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
vitamin A alkol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.	t.e.
3-metil-1-heptanol	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,96	t.e.	t.e.	t.e.

t.e: tespit edilmedi

EK 5.17. 2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen organik asitler ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Organik Asitler (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
hekzanoik asit	0,33	t.e.	0,4	t.e.	t.e.	0,1	0,14	0,02	0,12	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
propanoik asit	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	1,53	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
asetik asit	0,24	t.e.	0,06	0,04	t.e.	t.e.	0,02	0,02	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,03
heptanoik asit	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,07	t.e.	0,27	t.e.	t.e.	t.e.
nonanoik asit	t.e.	0,27	0,43	0,04	1,48	0,15	0,23	0,12	t.e.	0,39	0,03	t.e.	0,06
oktanoik asit	t.e.	0,1	0,2	t.e.	0,78	0,09	0,23	0,18	t.e.	0,26	t.e.	t.e.	t.e.
2-metil hekzanoik asit	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>cis</i> - 9-oktadesenoik asit	1,86	0,28	3,32	t.e.	5,79	t.e.	0,53	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
<i>trans</i> - 9-oktadesenoik asit	t.e.	0,61	2,65	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
bütanoik asit	t.e.	0,04	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
hekzadekanoik asit	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,3	0,09	0,41	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
6-oktadesenoik asit	4,18	1,54	t.e.	1,46	5,34	1,21	2,27	2,04	t.e.	2,71	t.e.	t.e.	t.e.
oktadekanoik asit	0,78	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,58	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.

t.e.: tespit edilmedi

EK 5.18. 2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen hidrokarbonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları
(ppm)

Hidrokarbonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
zingiberen	3,70	2,20	4,72	0,36	5,81	0,17	1,18	0,52	15,92	2,15	0,36	0,24	0,41
farnesen	17,93	7,83	3,02	0,54	41,70	0,82	6,64	0,84	0,11	10,48	0,68	0,36	0,68
limonen	t.e.	t.e.	0,07	t.e.	0,59	t.e.	0,11	0,09	0,03	0,22	0,02	0,05	0,04
seskifellandren	17,63	11,05	0,41	2,73	54,49	0,19	5,80	1,57	0,10	11,92	0,53	0,44	0,72
bergamoten	2,02	1,28	0,81	0,15	3,48	0,08	0,78	0,34	0,14	1,69	0,19	0,15	0,22
kopaen	0,36	0,31	0,59	0,03	0,97	0,04	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
kubeben	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,08	0,03	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.
valensen	1,01	0,18	0,26	t.e.	t.e.	0,08	0,30	0,16	t.e.	0,13	t.e.	0,14	t.e.
karyofilen	1,09	1,53	1,11	0,12	1,68	0,05	0,41	0,13	0,02	1,20	0,05	0,04	0,07
himaçelen	0,08	0,07	0,08	0,08	0,26	0,01	0,06	t.e.	0,05	0,15	0,08	0,07	0,12
funebren	t.e.	t.e.	0,14	t.e.	14,94	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
sedren	t.e.	2,47	2,17	t.e.	14,60	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,04	t.e.
pinen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
patçolin	t.e.	t.e.	0,05	t.e.	t.e.	t.e.	0,16	t.e.	t.e.	t.e.	0,04	t.e.	0,04
bisabolen	t.e.	0,14	t.e.	0,10	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	0,01
longipinen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,00	0,01	t.e.	t.e.	t.e.	0,09	0,12	0,09
Δ -3-karen	t.e.	t.e.	0,10	0,01	0,20	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,21	t.e.	t.e.	t.e.
kurkumin	0,08	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
sitiren	0,24	0,15	0,17	0,05	0,73	0,13	0,24	0,13	0,07	0,21	0,06	0,19	0,05

EK 5.18. 2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen hidrokarbonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Hidrokarbonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
toluen	0,08	0,07	0,42	0,09	0,43	0,03	0,12	0,13	0,17	0,26	0,36	0,22	0,57
etil benzen	0,41	0,12	t.e.	0,06	0,24	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
pentil benzen	0,24	0,15	0,24	t.e.	0,34	0,10	0,17	0,13	t.e.	0,10	t.e.	t.e.	t.e.
heksil benzen	0,27	0,08	0,09	t.e.	0,38	t.e.	t.e.	0,09	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
heptil benzen	t.e.	0,06	t.e.	0,09	t.e.	t.e.	0,14	0,14	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
ksilen	0,53	0,45	0,28	0,12	2,46	0,80	0,18	0,77	0,11	0,94	0,10	0,14	0,06
vanilin	0,43	0,16	t.e.	t.e.	0,65	0,08	0,17	0,16	t.e.	0,32	t.e.	0,03	t.e.
1,3,5,trimetil benzen	0,17	0,10	t.e.	t.e.	0,77	t.e.	t.e.	0,06	0,04	0,11	t.e.	t.e.	t.e.
1,2,4,trimetil benzen	t.e.	0,12	t.e.	t.e.	t.e.	0,06	0,10	0,08	t.e.	t.e.	0,05	0,12	t.e.
murolen	0,19	t.e.	t.e.	t.e.	0,53	t.e.	t.e.	1,81	t.e.	1,63	t.e.	t.e.	t.e.
1-etil, 4-metil benzen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,27	t.e.	t.e.	t.e.
1,4, dimetil benzen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,05	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-pentil furan	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,01	t.e.	t.e.	t.e.
5-etil-2-etilbutenolid, 2(3H)-furanon	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,39	0,47	t.e.	t.e.	t.e.	0,15	0,12	0,18
5-etil-2(5H)-furanon	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,97	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
2-metil bütan	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	1,50	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
dekan	t.e.	t.e.	t.e.	0,05	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
oktan	0,57	0,35	0,29	0,06	0,99	0,11	0,24	0,17	0,04	0,30	0,09	0,09	0,09
3,4,oktadien	t.e.	0,31	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,12	t.e.	t.e.	0,02	0,28	t.e.

EK 5.18-devam. 2014 yılı Ayvalık çeşidi natürel sızma zeytinyağlarında tespit edilen hidrokarbonlar ve coğrafi orijinlere göre miktarları (ppm)

Hidrokarbonlar (ppm)	Edremit	Gömeç	Ayvalık	Havran	Burhaniye	Ezine	Ayvacık	Dikili	Bornova	Bergama	Akhisar	Saruhanlı	Kırkağaç
trans- 3-oktadesen	4,95	2,47	4,03	0,70	24,84	t.e.	t.e.	0,58	0,54	3,27	t.e.	t.e.	t.e.
1-tetradesen	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,66	1,93	t.e.	t.e.	t.e.	0,46	0,59	0,26
dokosan	t.e.	t.e.	0,10	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
dodekan	t.e.	t.e.	t.e.	0,03	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,07	0,17	t.e.
2-etil,6-metil, 1,5-heptadien	0,64	0,74	0,37	0,41	1,28	0,34	0,45	0,24	12,66	0,28	0,37	0,17	0,47
4,8-dimetil, 1,7-nonadien	1,55	1,24	1,77	0,59	1,28	t.e.	t.e.	0,33	0,36	0,33	0,34	0,51	0,43
1,1-dimetil, 2(1-metil, 2-propenil), 2-siklopropan	0,70	0,52	0,47	0,17	0,72	0,09	0,34	0,23	0,10	0,17	0,13	0,08	0,11
3-etil, 1,5-oktadien	0,99	0,74	0,46	0,58	1,59	t.e.	t.e.	0,52	0,34	0,20	t.e.	t.e.	t.e.
osimen	0,21	0,06	0,22	t.e.	0,68	0,03	0,13	0,14	t.e.	0,08	t.e.	0,01	0,03
4,5-dimetil, 2,6-oktadien	t.e.	0,33	t.e.	t.e.	1,53	t.e.	t.e.	0,15	0,15	0,27	t.e.	t.e.	t.e.
2-metil, 6-metilen, 2-okten	1,48	t.e.	t.e.	t.e.	0,71	0,13	t.e.	t.e.	t.e.	0,96	t.e.	0,08	t.e.
alloosimen	9,43	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
4,8,dimetil, 1,3,7-nonatrien	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,02	t.e.	t.e.
tetrakosan	12,29	0,12	0,28	t.e.	0,87	t.e.	t.e.	1,12	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
trikosan	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	0,06	0,21	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.	t.e.
skualen	9,50	8,33	18,31	t.e.	10,13	0,14	1,97	39,32	t.e.	4,45	t.e.	t.e.	t.e.

t.e.: Tespit edilmedi

ÖZGEÇMİŞ

Didar ÜÇÜNCÜOĞLU

Öğretim Görevlisi

Çankırı Karatekin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü,
Çankırı, 18-100, Turkey

didaru@karatekin.edu.tr

a.emir.57@gmail.com

Tel: 0 376 218 95 00-8358

GSM: +90 542 577 50 87

Eğitim

Sinop İstiklal İlköğretim Okulu, 1989-1993, 5.00/5.00

Sinop Anadolu Orta Okulu ve Lisesi, 1994-2001, 5.00/5.00

Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
Bölümü, 2001-2005, 2.54/4.00

Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği
Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı, 2006-2009, 3.46/4.00

Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı,
Doktora Programı, 2010-2018, 3.71/4.00

Yabancı Dil

İngilizce: 83.75/100.00 (17.03.2018)

Bilimsel Çalışma Alanları

Zeytinyağında Kalite Kontrol ve Saflık Analizleri, Zeytinyağında Aroma Bileşenlerinin Oluşum Biyokimyası

Gıda Kimyası ve Enstrümental Gıda Analizleri

Gıdalarda Tağşiş ve Otantisite Tespiti, Coğrafi İşaretleme, Sınai Mülkiyet Kanunu

Kemometrik ve İstatistik Analiz Yöntemleri

Gıda Katkı Maddeleri, Tütsüleme Teknolojisi, Geleneksel Gıdalar ve Üretim Yöntemleri

Projeler

Türk zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağların Raman spektroskopisi ile karakterizasyonu, Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, TAGEM, AR-GE projesi, 12-26, Araştırmacı, 2012-2016. Tamamlandı.

"Ayvalık" çeşidinden elde edilen sızma Zeytinyağlarının uçucu bileşenlerinin SPME-GC/MS ile karakterizasyonu, 26676-1933-2475, Hacettepe Üniversitesi, BAB6080-Destek Projesi, Araştırmacı, 2014-2016, Tamamlandı.

Zeytin gen kaynaklarının kendi ekolojisinde çeşit özellikleri korunarak değerlendirme olanaklarının geliştirilmesi, Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü, SANTEZ, Araştırmacı, 2014-2018, Tamamlandı.

Kavun pekmezi üretiminde ısı işlem boyunca şeker profilinin ve HMF oluşumunun UPLC ile takip edilmesi, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Projesi, MF200217B35, Araştırmacı, 2017-2018, Tamamlandı.

Bilimsel Yayınlar

Ucuncuoglu D, İlaslan K, Boyacı İ. H, Sivri Özay D, 2013. Rapid Detection of Fat Adulteration in Bakery Products Using Raman and Near Infrared Spectroscopies, European Food Research and Technology Volume 237, Issue 5, pp 703-710

Ucuncuoglu D, 2018. Recent Harvested Gemlik Olive Oils: Quality Parameters, International Conference on Raw Materials to Processed Foods, Antalya, Turkey (oral presentation)

Ucuncuoglu D, Ketenoglu O, Ozpolat Y, Ercoskun H, 2018. "Cezerye" from oleaster fruit (*Elaeagnus angustifolia* L.): assessment of different hydrocolloids, 3rd International Congress on Food Technology, Cappadocia, Turkey (poster presentation)

Ucuncuoglu D, Ercoskun H, 2018. Endemic melon (*Cucumis melo* L.) varieties in Kizilirmak Basin and melon vinegar production, International Conference on Raw Materials to Processed Foods, Antalya, Turkey (poster presentation)

Ucuncuoglu D, Sivri Ozay D, 2017. Characterization of Domat extra virgin olive oils. 15th Euro Fed Lipid Congress "Fats, Oils and Lipids: New Challenges in Technology, Quality Control and Health", Uppsala, Sweden (poster presentation)

Ucuncuoglu D, Sivri Ozay D, 2017. Effect of periodicity on the volatile profile of Turkish monocultivar “Ayvalik” virgin olive oils. Euro Food Chem, Budapest, Hungary (oral presentation)

Kacar D, Ghanbari Shendi E, **Ucuncuoglu D**, Sivri Ozay D, 2017. Quality Characteristics of Olive Oils Extracted from “Hurma” Olives. AOCS Annual Meeting and Industry Showcases, Orlando, Florida, USA (poster presentation)

Ucuncuoglu D, Ketenoğlu O, Ercoşkun H, 2017. Usage of Some Hydrocolloids in “Cezerye” Prepared with *Cornus mas* L. 1st International Turkish World Engineering and Science Congress, Antalya, Turkey (oral presentation)

Ketenoglu O, **Ucuncuoglu D**, Ercoşkun H, 2017. Effects of Some Hydrocolloids on Quality Characteristics of Turkish “Cezerye” Prepared from Quince. 1st International Turkish World Engineering and Science Congress, Antalya, Turkey (oral presentation)

Ucuncuoglu D, Ercoşkun H, 2017. An Appreciation of Astragalus Species in Forest, Agriculture and Food Sciences. ICAFOF2017, Cappadocia, Turkey (oral presentation)

Ghanbari Shendi E, **Ucuncuoglu D**, Ustunel N. F, Ozkaya MT, Sivri Ozay D, 2016. Effects of storage time and filtration on volatile profiles of extra virgin olive oils (EVOO). 8th International Olive Symposium, Split, Croatia (oral presentation)

Ucuncuoglu Didar, Ghanbarishendi E, Temiz H T, Boyaci I H, Ozay Sivri D, 2015. Raman Spectroscopic Discrimination of Virgin Olive Oils According to Geographic Origin, 13th Euro Fed Lipid Congress "Fats, Oils and Lipids: New Challenges in Technology, Quality Control and Health", Florence, Italy (poster presentation)

Ucuncuoglu D, Ghanbarishendi E, Temiz H T, Boyaci I H, Ozay Sivri D, 2015. Application of Raman Spectroscopy as a Rapid Tool to Classify Extra Virgin Olive Oils Extracted from Different Turkish Cultivars, 13th Euro Fed Lipid Congress "Fats, Oils and Lipids: New Challenges in Technology, Quality Control and Health", Florence, Italy (poster presentation)

Ucuncuoglu D, Yavuz M, 2014. A Potent Source of Nutraceutical: Pomegranate Seed Oil, 7th International Conference and Exhibition on Nutraceuticals and Functional Foods, ISNFF 2014, Istanbul, Turkey (poster presentation)

Ucuncuoglu D, Özkaya M T, Sivri Ozay D, 2014. Volatile Profiles of Ayvalık Virgin Olive Oils: Influences of Geographical Origin, Novel Approaches in Food Industry, NAFI2014, Kusadası, Aydın, Turkey (oral presentation)

Ucuncuoglu D, Ilaşlan K, Boyaci I H, Sivri Ozay D, 2013. Rapid Detection of Fat Adulteration in Bakery Products Using Raman and Near Infrared Spectroscopies, XVIIth EuroFoodChem Congress, İstanbul, Turkey (oral presentation)

Ucuncuoglu D, Hursit A. Kadir, Smoked Circassian Cheese, 2013. The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Ohrid- Struga, Macedonia (oral presentation)

Ucuncuoglu D, Ghanbarishendi E, Ozkaya MT, Sivri Ozay D, 2013. Some Oxidative Stability Parameters of EVOOs which Collected from Different Geographical Locations in Turkey, 11th Euro Fed Lipid Congress and 30th ISF lecture series "Oils, Fats and Lipids: New Strategies for a High Quality Future" Antalya, Turkey (oral presentation)



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS/DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 11/06/2018

Tez Başlığı / Konusu: AYVALIK (EDREMİT YAĞLIK) ÇEŞİDİ NATÜREL SIZMA ZEYTİNYAĞI UÇUCU BİLEŞENLERİNİN SPME-GC/MS VE RAMAN SPEKTROSKOPİSİ İLE KARAKTERİZE EDİLMESİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 154 sayfalık kısmına ilişkin, 11/06/2018 tarihinde şahsım/~~tez danışmanım~~ tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %~~10~~'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- ~~Alıntılar hariç/dâhil~~
- 3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

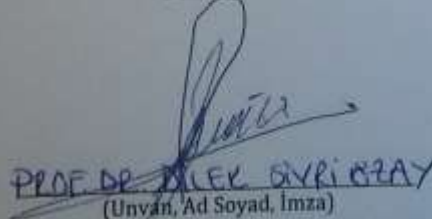
Adı Soyadı: DIDAR ÖÇÜNCÜOĞLU
Öğrenci No: N10248131
Anabilim Dalı: GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
Programı: GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

Tarih ve İmza


11.06.2018

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.


PROF. DR. İPEK ÖVRİ ÖZALP
(Unvan, Ad Soyad, İmza)