

## Çeşit, Olgunluk ve Yoğurma Şartlarının Zeytinyağı Verimi, Bazı Kalite Parametreleri ve Aroma Profili Üzerine Etkisi

Şerife Çevik<sup>1</sup>, Gülcan Özkan<sup>1</sup> ✉, Mustafa Kıralan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Isparta

<sup>2</sup>Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bolu

Geliş Tarihi (Received): 05.06.2015, Kabul Tarihi (Accepted): 11.09.2015

✉ Yazışmalardan Sorumlu Yazar (Corresponding author): [gulcanozkan@sdu.edu.tr](mailto:gulcanozkan@sdu.edu.tr) (G. Özkan)

☎ 0 246 211 16 67 📠 0 246 237 08 59

### ÖZ

Son yıllarda, besleyici değerinin yüksek olması ve sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle Akdeniz diyetinin vazgeçilmez olan zeytinyağına talep artmıştır. Zeytinyağının aroma, tat ve renk kalitesi tüketici algısına göre değişim göstermektedir. Zeytinyağı kalitesi ve bileşimi ise çeşit, olgunluk, lokasyon, yağ üretim koşulları, tarımsal uygulamalar ve çevresel faktörlere göre farklılaşmaktadır. Yağ üretim işleminde zeytinyağı kalite ve bileşimini en çok etkileyen faktörler ise yoğurma koşullarıdır. Bu derlemede, zeytinyağı verimi, bazı kalite parametreleri (serbest yağ asitliği, peroksit,  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri) ve aroma profili üzerine zeytin çeşidi, olgunluk derecesi, lokasyon ve farklı yoğurma koşullarının etkisine yer verilmiştir. Olgunlaşma boyunca yağ verimi, serbest yağ asitlik değeri ve istenmeyen aroma bileşenlerinin arttığı, istenen aroma bileşenleri, peroksit,  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerlerinin azaldığı bildirilmiştir. Yoğurma koşullarından ise sıcaklık ve süre artışının zeytinyağı kalitesini ve aroma bileşimini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Olgunluk, Kalite parametreleri, Verim, Yoğurma şartları, Aroma

### Influences of Cultivar, Maturity and Malaxation Conditions on Yield, Quality Parameters and Aroma Profiles of Olive Oil

#### ABSTRACT

In recent years, the demand for olive oil, an essential component of the Mediterranean diet, has increased due to its high nutritional value and its beneficial effects on human health. Aroma, taste, and color quality of olive oil may vary based upon consumer's perception. Olive oil quality and its composition may also differ depending on the olive cultivar, maturity, location, process conditions of olive oil production, agricultural practices, and environmental conditions. The most important factor that influences the quality and composition of olive oil in the process of oil production is the conditions during malaxation. The effect of cultivar, maturity index, location and different malaxation conditions on olive oil yield, some quality parameters (free fatty acidity, peroxide,  $K_{232}$  and  $K_{270}$  values) and aroma profiles were reviewed in this study. Along with maturity, increases in oil yield, free fatty acidity, undesired volatile compounds and decreases in desired volatile compounds, peroxide,  $K_{232}$  and  $K_{270}$  values were reported in the literature. Among malaxation conditions, increases in temperature and time were reported to affect the quality and aroma composition of olive oil adversely.

**Keywords:** Maturity, Quality parameters, Yield, Malaxation condition, Aroma

## GİRİŞ

Zeytin ağacı *Oleaceae* familyasının, *Olea* cinsinin *Olea europea* türünün *Olea europea sativa* alt türünü oluşturan çok yıllık bir ağaçtır. Zeytinyağı, zeytin meyvesinden sadece fiziksel yöntemler (presleme, santrifüjleme ve perkolasyon) kullanılarak elde edilen, kendine has aromaya sahip olan bir yağdır. Ayrıca sağlık üzerine birçok olumlu etki göstermesinden dolayı bitkisel yağlar içerisinde önemli bir yere sahiptir [4, 17, 44].

Sızma zeytinyağının duyuşsal özelliğini uçucu ve fenolik bileşenler gibi minor maddeler belirlemektedir [14, 20]. Uçucu aroma bileşimi ise yaklaşık 180 uçucu bileşenden (aldehitler, alkoller, esterler, ketonlar, hidrokarbonlar ve asitler gibi) oluşmaktadır. Zeytinyağının duyuşsal özelliklerini olumlu yönde etkileyen uçucu bileşenler, lipoksigenaz iz yolu ile enzimatik olarak sentezlenmektedirler ve özellikle 6 C'lu aldehitler, alkoller ve esterler ile 5 C'lu karbonil bileşenleri, alkoller ve penten dimerleri zeytinyağının istenilen aroma özelliklerini oluşturan bileşenlerdir. Bunun aksine zeytinyağı aromasında kusur olarak bildirilen bileşenler şeker fermentasyonu (şarap), amino asit dönüşümü (lösin, izolösin ve valin), küflerin enzimatik aktivitesi (küfsü), anerobik mikroorganizmalar (çamurumsu) ve otooksidasyon (ransit) sonucunda oluşmaktadır [15].

Zeytinyağının sağlık üzerine olumlu etkileri ve duyuşsal özellikleri son yıllarda kaliteli zeytinyağına olan talebi arttırmaktadır [30]. Zeytinyağının kalitesini oluşturan duyuşsal özellikler ve kimyasal bileşimi üzerine çevresel faktörler, yetiştirme şartları, tarımsal teknikler, çeşit (genetik faktör), olgunluk derecesi, hasat zamanı, taşıma ve zeytinlerin depolanması, işleme koşulları, zeytinyağının paketlenmesi ve depolanması gibi birçok faktör etkili olmaktadır [3, 5, 40, 46, 61].

Özellikle gıda sanayisi açısından yüksek kalitede ve istenen aroma bileşenlerince zengin sızma zeytinyağı üretimi son derece önemli bir işlemdir. Zeytinden yağ ekstraksiyon yöntem ve koşullarının da zeytinyağı kalitesi ve aroması üzerine etkili olduğu bilinmektedir. İşleme koşullarından ise özellikle farklı yoğurma sıcaklık ve süre uygulamaları yağın uçucu bileşen içeriğini değiştirmektedir [2, 26, 39, 53, 54]. Bu bilgiler kapsamında yapılan bu derlemede zeytin çeşidi, olgunluk, lokasyon ve yoğurma şartlarının zeytinyağı verim, kalite parametreleri ve aroma profilindeki değişimlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## ZEYTİNYAĞI AROMA BİLEŞENLERİNİN OLUŞUMU

Zeytin meyvelerinden fiziksel yöntemlerle elde edilen ve rafine olmadan tüketilen sızma zeytinyağları kendine has bir lezzet ve aromaya sahip olmasından dolayı diğer yağlardan ayrılmaktadır [59]. Aroma, tat ve kokudan oluşmaktadır. Zeytinyağında tadı uçucu olmayan fenolik maddeler, kokuyu ise uçucu bileşenler oluşturmaktadır. Zeytinyağında çok düşük konsantrasyonlarda bulunan, düşük molekül ağırlığına sahip ve oda sıcaklığında

kolayca buharlaşabilen (300 daltondan az) bu uçucu aroma bileşenleri, çeşitli enzimlerin varlığında yağların kontrollü oksidasyonu sonucu oluşmaktadır [19]. Zeytinyağının kalitesinin belirlenmesinde önemli rol alan ve zeytinyağının tipik tat ve lezzetini oluşturan aroma bileşenleri şekilde gösterildiği gibi Lipoksigenaz iz yolundan enzimatik olarak sentezlenmektedir (Şekil 1).

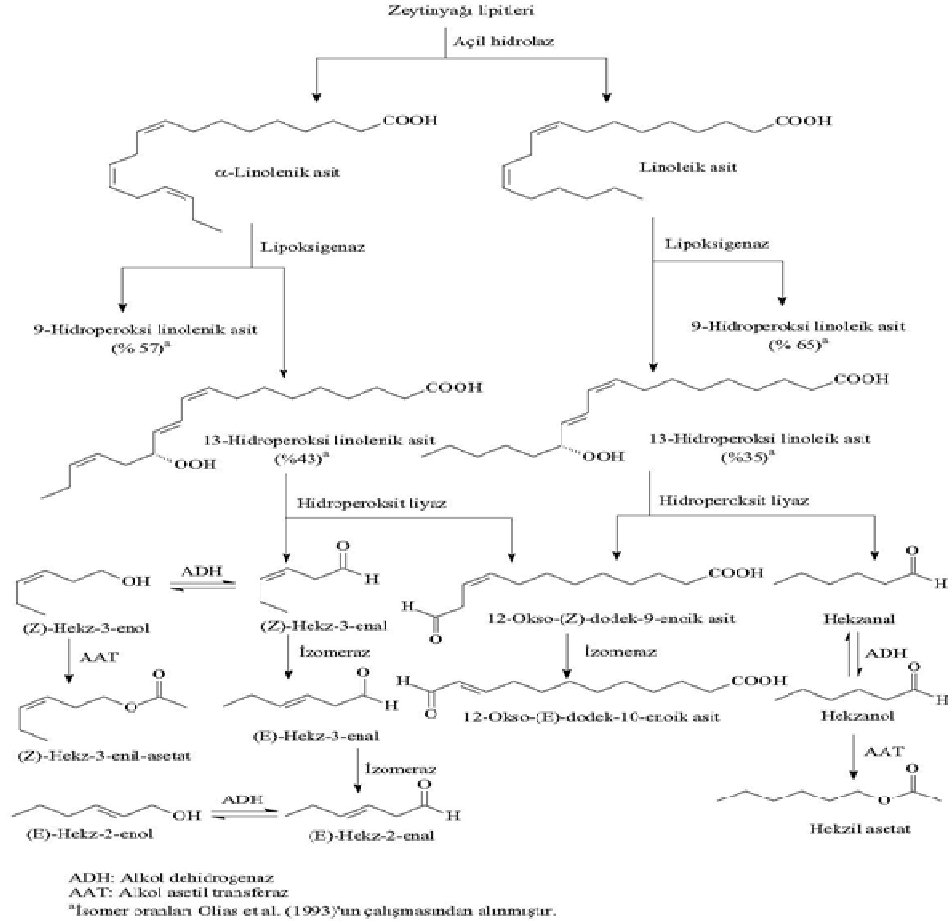
Lipoksigenaz iz yolunun ilk aşamasında lipitlerden açıl hidrolaz enzimleri ile serbest hale geçen linoleik ve linolenik asitler ve lipoksigenaz enzim aktivitesi ile linoleik ve linolenik asitin 9- ve 13- hidroperoksitleri oluşmaktadır. Lipoksigenaz enzimi, 13 hidroperoksitleri daha fazla oluşturma eğilimindedir. Hidroperoksit liyaz ile cis-3:trans-2 enal izomeraz enzimleri ise sadece 13- hidroperoksitleri 6 karbonlu aldehitlere, alkol dehidrogenaz enzimi aldehitleri alkollere, alkol asetil transferaz enzimi alkoller esterlere dönüştürmektedir [19].

Zeytinyağlarında enzimatik yolla ve diğer yollarla oluşan yaklaşık 280 adet istenen ve istenmeyen uçucu aroma bileşeni bulunmaktadır ve bu bileşenlerden sadece 70'i koku üzerine etkilidir [3]. 280 adet bileşenin ise 80'den fazlasını hidrokarbonlar, 55'ini esterler, 45'ini alkoller, 44'ünü aldehitler, 26'sını ketonlar, 13'ünü asitler, 5'ini eterler, 5'ini furan türevleri, 5'ini tiyofen türevleri, 1'ini piranonlar, 1'ini tiyoller ve 1'ini pirazinler oluşturmaktadır [18].

Zeytinyağında aroma üzerine etkili istenen ve istenmeyen aldehitler ve koku çeşitleri Tablo 1'de verilmiştir [3, 40, 45].

Tabloda yer alan bileşenlerden trans-2-hekzenal, hekzenal, ve cis-3-hekzenal lipoksigenaz iz yolu ile oluşan aroma açısından istenen uçucu aroma bileşenleri olarak adlandırılır. Zeytinyağı başlıca aroma bileşenlerinden olan trans-2-hekzenal, lipoksigenaz iz yolu ile zeytinyağında stabil formda bulunmayan cis-3-hekzenalden cis-3-trans-2-enal izomeraz enzimiyle sentezlenir. En fazla ise erken hasat edilen zeytinlerin yağlarında bulunur ve konsantrasyonuna göre duyuşsal algısı değişir. Eşik değeri 424 µg/kg yağ konsantrasyonda yeşil ve elma benzeri [55], 420µg/kg yağ konsantrasyonda acı badem ve yeşil [49], 1125 µg/kg yağ konsantrasyonda ise yeşil buruk [5] his uyandırır.

Zeytinyağının başlıca ikinci istenen aroma bileşeni ise 6 karbonlu aldehitlerden hekzenaldir. Hekzenal lipoksigenaz iz yolu ile hidroperoksit liyaz enzimi ile 13- hidroperoksitlerin yanı sıra 9 hidroperoksitlerin oksidasyonu sonucunda da oluşur [39]. Duyuşsal olarak farklı eşik değerlerinde farklı algılamalar gösterir. Eşik değeri 75 µg/kg yağ olduğunda yeşil ve tatlı ( [5], 80 µg/kg yağ yeşil elma ve çimensi [49], 300 µg/kg yağ olduğunda ise yeşil [55] duyuşsal algı oluşturur.



Şekil 1. Lipoksigenaz iz yolu [19]

Tablo 1. Zeytinyağında aroma üzerine etkili aldehytlar ve koku çeşitleri

Aldehytlar	Koku çeşidi
Asetaldehit	Keskin, tatlı, çiçeksi
Propanal	Tatlı, keskin, çiçeksi
2-Metil propanal	Pişmiş, karamel
Hekzenal	Yeşil, elma, çim kokusu
Heptanal	Yağsı, odunsu
Trans-2-heptenal	Okside, donyağı gibi, keskin
Oktanal	Turunçgil benzeri, sabunsu
Nonanal	Sabunsu, turunçgil benzeri, yağlı, mumsu, keskin
Dekanal	Sabunsu, turunçgil benzeri, keskin, tatlı, mumsu
Trans-2- dekanal	Boyalı, balığımsı, yağlı
2-Metil butanal	Maltsı
3-Metil butanal	Tatlı, meyvemsi, maltsı
Pentanal	Odunsu, acı, yağlı
Trans-2-pentenal	Yeşil, elma, çiçeksi
Cis-2-Pentenal	Yeşil, hoş kokulu
Trans-2-hekzenal	Acı badem, yeşil elma benzeri, yağsı, çim kokusu
Cis-2-Hekzenal	Yeşil, meyvemsi, tatlı
Trans-3-Hekzenal	Enginar, yeşil, çiçeksi
cis-3-Hekzenal	Yeşil yaprak, çim kokusu, yeşil elma benzeri,
2-Oktanal	Meyvemsi, sabun, yağlı
2-dekanal	Yağlı
2,4-Hekzadienal	Çim kokusu
Benzaldehit	Badem

Diğer aldehit aroma bileşeni ise linolenik asitten hidroperoksit liyaz enzimi ile oluşan cis-3-hekzenaldir. Bu bileşen zeytinyağında stabil olmayıp cis-3-trans-2-enal izomeraz enzimiyle kolaylıkla trans-2-hekzenale dönüşebilir [60].

Zeytinyağı aromasında pentanal, heptanal, trans-2-heptanal, oktanal ve nonanal istenmeyen uçucu bileşenler grubunda yer alıp; yüksek sıcaklık, ışık, oksijen ve metal varlığında yağda otooksidasyon sonucu oluşur ve zeytinyağında ransit tada sebep olurlar. Ayrıca

2-metil propanal yüksek sıcaklık ve uzun sürede anaerobik fermentasyon sonucu küfsü aromaya sahip olan bileşendir [33].

Zeytinyağında aroma üzerine etkili istenen ve istenmeyen alkol bileşenleri ve koku çeşitleri Tablo 2' de verilmiştir [45, 3, 40]. Bu bileşenlerden hekzanol ve trans-2-hekzen-ol yağ aromasına pozitif yönde etki ederken [8, 16, 56] 2-metil-1-propanol, 3-metil-1-butanol ve 1-okten-3-ol ise yağ aromasına olumsuz etki etmektedir [33].

Tablo 2. Zeytinyağında aroma üzerine etkili alkoller ve koku çeşitleri

Alkoller	Koku Çeşidi
Etanol	Alkolik, olgun elma, çiçeksi
Pentan-1-ol	Keskin
Hekzan-1-ol	Meyvemsi, aromatik, yumuşak, çim kokusu, muzumsu
Butan-2-ol	Şarapsı
2-Metil-propan-1-ol	Etil asetat benzeri
2-Metilbutan-1-ol	Balık yağı, şarapsı, baharat
3-Metilbutan-1-ol	Odunsu, viski, tatlı
Cis-2-penten-1-ol	Muz
Trans-3-hekzen-1-ol	Meyvemsi, yeşil, çim kokusu, keskin, yağsı,
Cis-3-hekzen-1-ol	Muz, yaprak benzeri, yeşil meyvemsi, keskin
Trans-2-hekzen-1-ol	Yeşil, çimsi, meyvemsi, yaprağımsı, keskin
Cis-2-hekzen-1-ol	Yeşil meyve, yeşil meyvemsi
1-Penten-3-ol	Islak toprak
3-Metil-butanol	Maya
Pentanol	Meyvemsi, keskin, yapışkan, aromatik
3-penten-2-ol	Parfümeri, odunsu
Heptan-2-ol	Toprağımsı
6-metil-5-hepten-3-ol	Parfümeri, fındığımsı
Oktan-2-ol	Toprağımsı, yağlı
Okten-2-ol	Küflü, toprağımsı

Hekzanol lipoksigenaz iz yolundan alkol dehidrogenaz enzim aktivitesi ile hekzanalden oluşmaktadır. 6 C'lu alkollerden olan hekzanol, 400 µg/kg eşik değerinde olduğunda meyvemsi ve muzsu yumuşak his [8] uyandırmaktadır. Hekzanol oluşumunda özellikle alkol dehidrogenaz enzimin aktivitesine bağlı olarak bu bileşen miktarı değişmektedir [51].

Lipoksigenaz iz yolu ile oluşan zeytinyağı aromasına katkıda bulunan diğer alkol bileşeni trans-2-hekzen-ol, alkol dehidrogenaz enzimi ile trans-2-hekzenalden oluşmaktadır. Özellikle trans-2-hekzenal düzeyinin yüksek olduğu örneklerde bu bileşende yüksek oranda belirlenmiştir [16].

Zeytinde olgunlaşmanın ilerleyen dönemlerinde anaerobik fermantasyon sonucunda oluşan ve zeytinyağında küfsü bir aromaya sebep alkol bileşenleri 2-metil-1-propanol ve 3-metil-1-butanoldür. Yine istenmeyen aroma bileşenlerinden 1-okten-3-ol düşük sıcaklık ve yüksek nem içeriğinde meydana gelirken, şarapsı ve sirkemsi aromaya sahip etanol aseto bakterilerin yüksek sıcaklıkta aerobik fermantasyonu sonucu oluşmaktadır [33].

Zeytinyağında aroma üzerine etkili istenen ve istenmeyen ester bileşenleri ile koku çeşitleri Tablo 3' de verilmiştir [3, 40, 45]. Lipoksigenaz enzim aktivitesiyle oluşan bu ester bileşenleri hekzil asetat ve cis-3-hekzenil asetat yağda istenilen aroma bileşenleri olarak adlandırılırken, etil asetat ve etil butanol ise istenmeyen ve yağda olumsuz aromaya sahip olan bileşenlerdir [5,33, 55].

Linoleik asitten alkol asetil transferaz enziminin hekzanole etki etmesi sonucu oluşan hekzil asetatın eşik değeri 1040 g/kg konsantrasyonda yeşil, meyvemsi ve tatlı his uyandırır [5]. Cis-3-hekzenil asetat ise linolenik asitten asetil transferaz enziminin cis-3-hekzanole etki etmesi sonucu oluşur ve 750 µg/kg konsantrasyon eşik değerinde yeşil [5], 200 µg/kg konsantrasyon eşik değerinde muz benzeri [55] his uyandırır.

Şarap ve sirkemsi aromaya sahip etil asetat, aseto bakterilerin yüksek sıcaklıkta aerobik fermantasyonu sonucu oluşurken, küfsü aromaya sebep olan etil butanol yüksek sıcaklık ve uzun sürede anaerobik fermentasyon sonucu meydana gelen bileşenlerdir [33].

Tablo 3. Zeytinyağında aroma üzerine etkili esterler ve koku çeşitleri

Esterler	Koku Çeşidi
Metil asetat	Ester
Butil asetat	Yeşil, keskin, tatlı
Etil asetat	Tatlı, aromatik,
Hekzil asetat	Yeşil, meyvemsi, tatlı
Etil propanoat	Tatlı, çilek, elma
Etil butirat	Tatlı, peynirsi, meyvemsi
Etil isobutirat	Meyvemsi
Etil 2-metilbutirat	Meyvemsi
Propil butanoat	Keskin
Etil 3-metilbutirat	Meyvemsi
Cis-3-hekzenil asetat	Olgunlaşmamış muz, meyvemsi, yeşil, çiçeksi, keskin
Hekzil asetat	Tatlı, meyvemsi, çiçeksi
3-Metilbutil asetat	Muz
Metil 2-metilbutirat	Meyvemsi
Metil dekanooat	Taze
Metil nonanoat	Meyvemsi, tatlı, çiçeksi
2-Metil bütıl propanoat	Elma, zeytin

Tablo 4'de ise zeytinyağında aroma üzerine etkili istenen ve istenmeyen ketonlar ve koku çeşitleri verilmiştir [3, 40, 45]. Zeytinyağı uçucu aromasında istenen 5C'lu keton bileşeni 1-penten-3-one iken, istenmeyen aroma bileşenleri ise 2-heptanon, 1-okten-3-one ve 6-metil-5-hepten-2-one'dir [5, 33].

Tablo 4. Zeytinyağında aroma üzerine etkili ketonlar ve koku çeşitleri

Ketonlar	Koku çeşidi
Pentan-3-one	Tatlı
1-Penten-3-one	Tatlı, çilek, keskin, acı, yeşil, metalik
1-Okten-3-one	Mantar benzeri
4-metil pentan-2-one	Tatlı
2-butanone	Hoş kokulu
Heptan-2-one	Meyvemsi, tatlı
Oktan-2-one	Küfsü
Nonan-2-one	Meyvemsi
6-metil-5-hepten-2-one	Meyvemsi
Butan-2-one	Meyvemsi, eterik
Cis-1,5 oktadien-3-one	Sardunya benzeri

Ketonlardan uçucu aromaya pozitif yönde etkili 1-penten-3-one, 50 µg/kg konsantrasyon eşik değerinde yeşil [5] 0.73 µg/kg konsantrasyon eşik değerinde ise yeşil ve acı [55] hissi uyandırmaktadır. Zeytinyağı aromasını negatif yönde etkileyen 2-heptanon, 1-okten-3-one ve 6-metil-5-hepten-2-one düşük sıcaklık ve yüksek nem içeriğinde oluşurlar [33].

Tablo 5'de zeytinyağında aroma üzerine etkili asitlerin sınıflandırılması ve her bileşene ait koku özellikleri verilmiştir [3, 40, 45]. Bu asitlerden propanoik asit, butanoik asit, asetik asit ve hekzenoik asit zeytinyağının önemli istenmeyen aroma bileşenleridir.

Tablo 5. Zeytinyağında aroma üzerine etkili asitler ve koku çeşitleri

Asitler	Koku Çeşidi
Asetik asit	Keskin, sirkemsi, asetik asit gibi
Propanoik asit	Aromatik, keskin
Butanoik asit	Tereyağı, peynirsi, ransit
Pentanoik asit	Tatlımsı, keskin, çürük
Hekzanoik asit	Tatlımsı, keskin, ransit
3-Metilbutirik asit	Tatlı
2-Metilbutirik asit	Tatlı
Oktanoik asit	Yağlı
Heptanoik asit	Ransit, yağlı

Zeytinde olgunlaşmanın ilerleyen safhasında anaerobik fermantasyon sonucunda küfsü bir aromaya sebep olan asit bileşenlerden propaonik asit, butanoik asit oluşurken; yüksek sıcaklık, ışık, oksijen ve metal varlığında yağın otooksidasyonu sonucu propanoik asit, butanoik asit ve hekzenoik asit, yüksek sıcaklıklarda ise aseto bakterilerin aerobik fermantasyonuyla asetik asit oluşur [33].

#### OLGUNLUĞUN ZEYTİNYAĞI VERİM ve KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Zeytin meyvesinin hasat sırasındaki olgunluk derecesi zeytinyağı verimi ve kalitesini etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Meyvenin olgunlaşması esnasında genetiksel (zeytin çeşidi) ve çevresel (iklim ve toprak) faktörlere bağlı kimyasal ve fiziksel değişiklikler meydana gelmektedir. Hasat zamanı, yağ kalitesi ve yağ verimini etkileyen en önemli faktörlerden biri olmakla birlikte optimum hasat zamanında hasat edilmeyen zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının kalitesi düşük olmaktadır. Özellikle geç hasat edilen zeytinler bozulmaya karşı hassas olduğundan yağ kaliteleri düşmektedir [47, 61]. Zeytinyağı verimi, kalite parametreleri üzerine olgunluğun ve ekstraksiyon parametrelerinin etkisinin incelendiği araştırmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Ülkemizde olgunluğun kalite parametreleri üzerine etkisinin araştırıldığı ilk çalışma 1975 yılında Çolakoğlu ve Oktar tarafından yapılmıştır. Türkiye'ye ait Ayvalık,

Çakır ve Memecik zeytin çeşidini yedi değişik zaman periyodunda hasat ederek olgunluğun yağın kalitesi üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada meyvelerin fizikokimyasal özellikleri ile birlikte; meyvelerden elde edilen yağların; serbest asitlik, peroksit ve UV özgül absorbands değerleri tespit edilmiştir. Olgunlaşmayla birlikte zeytin danesindeki yağ oranının arttığı bildirilmiştir. Zeytinyağı örneklerinde serbest asitlik değerlerinde dalgalanmalar olduğu, peroksit ve UV özgül absorbands değerlerinin ise olgunlaşmayla değişmediği bildirilmiştir.

Arbequina, Blanqueta, Lechin, Villalonga ve Verdial çeşitlerini dört farklı olgunlaşma döneminde (yeşil, benekli, mor ve siyah) toplayıp, hasat dönemleri ile yağ kalitesi arasındaki ilişkiyi belirlemişlerdir. Zeytinlerin yeşil, benekli, mor ve siyah dönemlerinde toplam yağ içeriğinde dalgalanmalar gözlenmiş fakat dönemler arasında önemli değişme olmamıştır. Arbequina, Blanqueta ve Villalonga çeşitlerinin ortalama yağ içeriği %47, Verdial ve Lechin çeşitlerinin ortalama yağ içeriği % 39 bulunmuştur.  $K_{232}$  değeri ileriki aşamalarda Villalonga çeşidi hariç tüm çeşitlerde artmıştır.  $K_{270}$  değeri ise sadece Arbequina'nın siyah meyvelerinde yeşil meyvelere oranla yüksek bulunmuş olup diğer çeşitlerde benekli dönemlerinden itibaren herhangi bir artışa rastlanmamıştır [31].

1995-96 yıllarında 6 farklı olgunlaşma periyodunda hasat edilen Picual ve Hojiblanca zeytin çeşitlerine ait zeytinyağlarında yağ içeriği, asitlik derecesi, peroksit ve UV absorbands değerlerinin olgunlaşmaya bağlı olarak değişimi incelenmiştir [34]. Araştırma sonucunda zeytin meyvelerinin yağ içeriği olgunlaşma ilerledikçe artarken; asitlik, peroksit ve UV absorbands değerlerinin ise olgunlaşmaya bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

Organik ve konvensiyonel olarak yetiştirilen ve farklı olgunluk derecelerinde (3.5, 4.0, 4.5 ve 5.0) toplanan Picual çeşidi zeytinyağlarının kalitesi üzerine olgunluk derecesi ve yetiştirme şartlarının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, kalite parametrelerinden serbest asitlik, peroksit ve UV özgül absorbands değerleri belirlenmiştir [35]. Araştırma sonucunda, analiz edilen tüm parametreler açısından organik zeytinyağı kalitesinin, konvensiyonel zeytinyağlarından daha üstün niteliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Olgunluktaki artışa bağlı olarak serbest asitlik (% oleik asit) ve peroksit değeri (meq  $O_2/kg$ ) her iki çeşitte de artmış ancak konvensiyonel çeşitte artış organikten daha fazla bulunmuştur.  $K_{270}$  değerleri tüm örneklerde değişmezken,  $K_{232}$  değeri konvensiyonel çeşitte olgunlaşmayla birlikte artmış, organik çeşitte azalmıştır.

Bir başka çalışmada ise Memecik zeytin çeşidi farklı hasat zamanlarında (Eylül-Şubat ayları arasında her ay) toplanarak, örneklerin meyve özelliklerinden ağırlık, nem içeriği ve toplam yağ içeriğinin olgunlaşmayla değişimi belirlenmiştir. Olgunluk artışı ile birlikte meyve ağırlığının azaldığı, yağ miktarının Kasım ayına kadar arttığı ve Aralık ayında azalma gösterdiği, nem miktarının ise dalgalanma göstererek azaldığı belirlenmiştir [50].

Buza ve Lastovka zeytin çeşitlerinin farklı olgunlaşma evrelerinde fizikokimyasal özelliklerindeki değişim incelenmiştir. En uygun hasat zamanı ise; zeytinyağı kalite parametrelerinden serbest asitlik ve peroksit değerleri incelenerek belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda olgunlaşma ilerledikçe Buza çeşidinde asitlik ve peroksit değerinin arttığı, Lastovka çeşidinde ise sadece asitliğin arttığı tespit edilmiştir [29].

Cornicabra zeytin çeşidinin 4 farklı hasat zamanında yağ kalite parametrelerine göre optimum hasat zamanının belirlendiği çalışmada; olgunlaşma arttıkça peroksit ile 232 ve 270 nm'de UV özgül absorbands değerleri ve duyu kalitenin azaldığını, serbest asitlik miktarlarının ise arttığını tespit etmişlerdir. Cornicabra zeytin çeşidi için en uygun olgunluk indeksinin 3'ten yüksek 4-4.5'ten düşük olması gerektiğini bildirmişlerdir [57].

Baccouri ve ark. [11] meyve olgunluk derecesi ve hasat yılının 7 tane selekte edilmiş yabancı zeytinden elde edilen sızma zeytinyağlarının kimyasal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Temel analitik parametreler olarak serbest asitlik, peroksit,  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri, pigment analizlerini yapmışlardır. Analiz sonuçlarına göre hasat yılının etkisi az, olgunluk derecesinin ise çok olduğu bildirilmiştir. Olgunluk derecesinin artışı ile yağ verimi ve asitlik değerinde artış, peroksit ve UV özgül absorbands değerlerinde ise azalma tespit etmişlerdir.

Baccouri ve ark. [12] tarafından araştırılan diğer bir çalışmada Tunus'a ait zeytin çeşitlerinden Chetoui ve Chemlali zeytin meyvelerini beş farklı olgunluk periyodunda hasat etmişler ve elde ettikleri zeytinyağlarında kalite kriterlerinin, major ve diğer bileşenler ile oksidatif stabilitenin olgunlaşma sürecinden nasıl etkilendiğini belirlemişlerdir. Her iki çeşit için de olgunlaşma indeksi arttıkça kalite parametrelerinden serbest asitliğin arttığı, klorofil ve karotenoid miktarı, peroksit değeri ve 232 ve 270 nm'de UV özgül absorbands değerlerinin azaldığı kaydedilmiştir.

Ayvalık, Domat ve Gemlik zeytin çeşitlerinden elde edilen naturel sızma zeytinyağlarının bazı fiziksel özellikleri ve pigment miktarları üzerine hasat zamanının etkisi belirlendiği çalışmada Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarının ilk haftasını içeren 4 farklı hasat dönemi seçmişlerdir. Naturel sızma zeytinyağlarında, UV ışınında özgül absorbands ( $K_{232}$ ,  $K_{270}$ ) değerleri belirlenmişlerdir. Genellikle tüm çeşitlerde zeytinde olgunlaşma arttıkça  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri azalmıştır [52].

Ayvalık ve Memecik tipi naturel sızma zeytinyağlarının, zeytin çeşidine göre kimyasal ve termal karakterizasyonu ve termal özellikleri ile kimyasal kompozisyonları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ege bölgesinden iki farklı dönemde hasat edilen Ayvalık ve Memecik zeytinleri 3 fazlı dekantör sistem ile yağa işlenmiştir. Kalite parametrelerinden asitlik,  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri çeşitler ve bölgeler arasında farklılık göstermiş olup, zeytinyağı örnekleri naturel sızma zeytinyağı kategorisinde yer almıştır [36].

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. Yağların serbest yağ asitliği, peroksit sayısı değeri, UV bölgede özgül soğurma değerleri, kırılma indisi ve yağ asitleri bileşimi belirlenmiştir. Yağ örneklerinin serbest yağ asitliği, peroksit sayısı değeri, UV bölgede özgül soğurma değerleri ve kırılma indisi değerleri Türk Gıda Kodeksinin bildirdiği değerlere uygun bulunmuştur [13].

Zeytinyağı verim ve kalitesi üzerine hasat zamanı ve olgunluk derecesinin etkisinin araştırıldığı çalışmada, Souri ve Barnea zeytin çeşitlerini kullanmışlar ve çeşitler arasındaki farklılıkları da saptamışlardır. Barnea zeytin çeşidinde olgunluk derecesinin artışına bağlı olarak yağ verimi ve kalitesinde artış tespit edilmiştir. Ancak Souri çeşidinin geç hasat ve ileri olgunluk derecelerinde meyve dökülmesi görülmesi ve zeytinyağı kalitesindeki bozulmalar oluşması nedeniyle erken hasat edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Her iki çeşit içinde erken hasat ile optimum yağ potansiyelinden yararlanılabileceği bildirilmiştir [24].

Olgunlaşma derecesinin Memecik zeytin meyve ve yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada; bendüşme, mor ve siyah olmak üzere üç olgunluk döneminde elde edilen zeytinyağlarının nem, kuru madde, yağ miktarı, serbest asitlik, peroksit ve UV özgül absorpsiyon değerlerini incelemiştir. Olgunlaşma boyunca yağ miktarında ve serbest asitlik derecesinde artış, nem miktarı, UV özgül absorpsiyon değerleri ve peroksit değerinde ise dalgalanmalar tespit etmiştir [10].

Aynı lokasyondan farklı hasat dönemlerinde (2008 ve 2009) ve günün belli saatlerinde (sabah, öğlen, akşam) 3 farklı olgunlukta toplanan zeytin çeşitlerinden (Ayvalık, Memecik ve Gemlik) elde edilen yağların zeytin ve zeytinyağlarının fizikokimyasal özellikleri (olgunlaşma indeksi, kuru madde, yağ oranı, serbest yağ asitliği, peroksit ve UV özgül absorpsiyon değerleri) tespit edilmiştir [41].

Olgunluk derecesinin zeytinyağı kalitesi üzerine etkisini belirlediği çalışmada Coratina, Koronakii ve Picual zeytin çeşitlerini 2 farklı olgunlaşma döneminde (Ekim ve Kasım) hasat edilip yağa işlenmiştir. Elde edilen zeytinyağı örneklerinin kalite parametrelerini tespit edilmiştir. Her 3 zeytin çeşidinde de % yağ oranı ileri olgunluk derecesinde yüksek tespit edilmiştir. Asitlik değeri ise ekimde hasat edilen zeytinyağlarında, peroksit,  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerleri ise kasımda hasat edilen zeytinyağlarında daha yüksek bulunmuştur [9].

Olgunlaşma derecesinin, erken hasat Topakaşı çeşidi zeytin meyve ve yağlarının fizikokimyasal ve kimyasal özellikleri ile raf ömrü üzerine etkisinin belirlendiği çalışmada ise zeytin meyve ve yağlarının fizikokimyasal özellikleri tespit edilmiştir. Zeytinyağlarında fizikokimyasal özelliklerden serbest asitlik, ile UV özgül absorpsiyon değerleri belirlenmiştir. Olgunluk derecesinin artışı ile asitlik değerinin arttığı, UV özgül absorpsiyon değerlerinin ise azaldığı saptanmıştır. [22]

Olgunlaşma sürecinin erken hasat Memecik zeytinyağlarının raf ömrü ve bazı kalite kriterleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada, üç olgunluk döneminde (bendüşme, mor ve siyah) hasat edilen zeytin meyveleri kullanılmıştır. Zeytinyağlarında, serbest asitlik, peroksit değeri, toplam fenolik madde ve serbest radikal yakalama aktivitesi gibi kimyasal ve toplam klorofil, toplam karotenoid gibi fizikokimyasal bazı özellikler belirlenmiştir. Zeytinyağı kalite parametrelerinden olgunluk derecesi artarken serbest asitlik değeri ve % yağ veriminde artış, peroksit değeri, renk pigmentleri, toplam fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitede azalma tespit etmişlerdir [25].

Hasat zamanının Gemlik zeytinyağlarının fizikokimyasal kalite parametreleri, oksidasyon stabilitesi ve uçucu bileşenleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Fizikokimyasal özelliklerden % yağ verimi, asitlik, peroksit değerleri ve renk maddeleri, yağ asidi kompozisyonu, tokoferol miktarı, fenolik madde miktarı, oksidasyon stabilitesi ve uçucu bileşenleri tespit edilmiştir. % Yağ verimi ve asitlik değeri olgunlukla birlikte artış göstermiş, peroksit değeri ve renk pigmentleri azalmıştır [21].

## YOĞURMA ŞARTLARININ ZEYTİNYAĞI VERİM VE KALİTE PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Zeytinler kırıldıktan sonra elde edilen hamurun katı ve sıvı fazların ayrılması için hazırlanması gerekir. Hamurun yoğrulması ile yağ-su emülsiyonu kırılarak serbest yağ yüzdesi artırılmakta ve yağ damlacıkları daha büyük damlalar haline gelmektedir. Yoğurma işleminin etkinliği yoğurma sıcaklığı ve süresine bağlıdır. Zeytinyağı ekstraksiyonu sırasında farklı yoğurma sıcaklık ve süre uygulamaları ile yağın kimyasal bileşimi değiştirmektedir. Zeytinyağı verim ve kalitesi üzerine ekstraksiyon parametrelerinin etkisinin incelendiği araştırmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Zeytinyağı analitik özellikleri üzerine yoğurma sıcaklığının etkisinin araştırıldığı çalışmada, üç İtalyan zeytin çeşidi (Caroleo, Leccino ve Dritta) kullanılmıştır [53]. Yoğurma aşamasında farklı sıcaklık uygulamaları (20, 25, 30 ve 35°C) sonucu elde edilen zeytinyağlarının yoğurma sıcaklığının artışı ile yağ ekstraksiyon veriminin, serbest asitlik, peroksit ve UV özgül absorpsiyon değerlerinin tüm çeşitlerde arttığı belirlenmiştir.

Dritta ve Leccino zeytin çeşitleri ile yapılan diğer bir çalışmada yoğurma süresinin zeytinyağı ekstraksiyon verimi ve kalitatif özellikler üzerine etkisini araştırılmıştır. Yoğurma işlemi, yoğurma sıcaklığı 24°C'de sabit tutulup, 15, 45 ve 90 dakikalık yoğurma sürelerinde tamamlanmış ve yoğurma süresi arttıkça yağ veriminde artış saptanmıştır. Yoğurma süresi arttıkça zeytinyağlarının serbest asitlik ve  $K_{232}$  değerinde dalgalanmalar, peroksit değerinde azalma olduğu ve  $K_{270}$  değerinin ise değişmediği belirtilmiştir. İyi bir zeytinyağı ekstraksiyonu için yoğurma süresinin en az 45 dakika en fazla ise 90 dakika olması gerektiği ifade edilmiştir [26].

Zeytinyağı verimi ve kalitesi üzerine yoğurma şartlarının etkisinin belirlendiği bir diğer çalışma da ise Frantoio zeytin çeşidi kullanılmıştır. Zeytinyağı ekstraksiyonu sırasında yoğurma sıcaklıkları 15, 30, 45 ve 60 °C ve yoğurma süreleri ise 30, 60, 90 ve 120 dakika olarak belirlenen çalışma tam deneysel faktöriyel deneme deseninde gerçekleştirilmiştir. Zeytinyağı kalite parametrelerinden asitlik, peroksit değerleri ile birlikte yağ verimi, değişen yoğurma sıcaklık ve sürelerinde incelenmiştir. Yoğurma sıcaklığı arttıkça zeytinyağı verimi ve asitlik değerinde artış, peroksit değerinde dalgalanmalar tespit edilmiştir. Yoğurma süresi arttığı zaman ise asitlik ve peroksit değerlerinde önemli bir değişiklik olmazken, yağ veriminde artış olduğu bildirilmiştir. 15°C sabit tutulup yoğurma süresi arttıkça asitlik ve peroksit değerlerinde önemli bir değişim olmazken, yağ veriminde artış saptanmıştır. Yoğurma sıcaklığı zeytinyağı kalitesini etkilerken, yoğurma süresinin ise zeytinyağı verimini etkilediği bildirilmiştir [39].

Yoğurma koşullarının zeytinyağı verimi ve kalite parametreleri üzerine etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada olgunluk indeksi 4.5 ve 4.7 olan Cornicabra zeytin çeşidini kullanmışlardır. Pilot tesis ve laboratuvar ölçekli Abencor sistemle gerçekleştirilen ekstraksiyonda, yoğurma sıcaklığı 20 ile 40°C arasında yoğurma süresi ise 15 ile 90 dakika arasında uygulanmıştır. Yoğurma sıcaklığı 28°C' de sabit tutulup yoğurma süresi ise 15 ile 90 dakika arasında değişen şartlarda elde edilen zeytinyağlarının kalite parametrelerini incelediğimiz zaman ise artan yoğurma süresinden her iki sistemde de asitlik ve  $K_{270}$  değerleri etkilenmezken, peroksit ve  $K_{232}$  değerleri pilot tesisde elde edilen yağlarda dalgalanma gösterirken, Abencor sistemle edilen yağlarda ise azalma göstermiştir. Yoğurma süresi 60 dakikada sabit tutularak yoğurma sıcaklığı 20 ile 40°C arasında değişen şartlarda elde edilen yağlar kalite parametreleri açısından değerlendirildiğinde ise asitlik, peroksit,  $K_{232}$  ve  $K_{270}$  değerlerinde her iki sistemde de sıcaklık artışı ile yükselme tespit edilmiştir [32].

Yoğurma sıcaklık ve süresinin; yağ verimi ve kalite parametreleri üzerine etkisini araştırıldığı ve elde edilen verilerin yüzey yanıt yöntemi kullanılarak değerlendirildiği çalışmada, materyal olarak farklı olgunluklarda yedi adet Picual zeytin çeşidi art arda iki yıl toplanarak kullanılmıştır. Yoğurma şartlarından sıcaklık ve süre verim üzerine pozitif yönde bir etki ortaya koymuş ve optimum yoğurma sıcaklığı ve süresinin 20.1-32.2°C ve 73.3- 90 dakika arasında değiştiği bulunmuştur. Yağ kalitesi, yoğurma sıcaklık ve süresi arttıkça azalmış olup, en kaliteli zeytinyağlarının 30 °C altında ve kısa yoğurma sürelerinde elde edildiği bildirilmiştir [28].

#### **OLGUNLUK, ÇEŞİT ve LOKASYONUN ZEYTİNYAĞI AROMA PROFİLİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Zeytinyağını diğer yağlardan ayıran eşsiz aroması zeytinin yapısında bulunan uçucu ve uçucu olmayan bileşenler tarafından meydana gelmektedir [45]. Yüksek kaliteli zeytinyağları, lipoksigenaz enzim yolu ile oluşan aldehitler, esterler, alkoller ve ketonları içeren uçucu bileşenlerden oluşur [8]. Hoş meyvemsi, otsu kokulu ve

hafif acı lezzetle karakterize edilen yağlar tüketici tarafından daima tercih edilmektedir [6]. Zeytinyağı uçucu aroma profili zeytin çeşidine, olgunluğuna, lokasyonlara, iklim koşullarına, yıllara, genetik ve çevresel faktörle göre değişim göstermektedir [45, 56, 3]. Zeytinyağı aroma bileşenleri üzerine olgunluk derecesinin incelendiği araştırmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Zeytin olgunluk derecesinin zeytinyağında bulunan yeşil aroma konsantrasyonu üzerine etkisini araştırıldığı çalışmada 4 farklı zeytin çeşidi (Arbequina, Picual, Racioppa ve Koroneiki) üç farklı olgunlaşma (olgunlaşmamış, orta olgunlukta ve olgun) döneminde hasat edilerek zeytinyağına işlenmiştir. Zeytinyağlarında GC- MS ile 6C' lu yeşil duyuşsal alğıdan sorumlu dokuz aroma bileşeni (hekzil ester, hekzenal, cis-3-hekzenal, cis-2-hekzenal, cis-3-hekzenil asetat, hekzen-1-ol, trans-3-hekzen-1-ol, cis-3-hekzen-1-ol ve trans-hekzen-1-ol) belirlenmiştir. Bu uçucu bileşenler olgunluk ve çeşide göre değişiklik göstermiş olup, olgunlukta artış aroma miktarında azalmaya sebep olmuştur. Ancak orta olgunluk derecesinde hekzil asetat artış göstermesine rağmen, hekzen-1-ol azalma göstermiştir. Trans-2-hekzenal ise tüm olgunluk dönemlerinde en yüksek seviyede bulunurken, trans-3-hekzen-1-ol en düşük seviyede belirlenmiştir [7].

Zeytinyağının yeşil aromasından sorumlu uçucu bileşenlerin gelişiminin incelendiği bir diğer çalışmada dört farklı zeytin çeşidi (Arbequina, Picual, Koroneiki ve Coratina) ve üç farklı olgunluk derecesinde ve ardışık yıllarda hasat edilerek zeytinyağına işlenmiştir. Her olgunluk döneminde farklı uçucu bileşenler tespit edilmiş olup, olgunlaşmamış dönemde hekzenal, trans-3-hekzen-1-ol, cis-3-hekzen-1-ol, trans-2-hekzen-1ol; orta olgunluk döneminde hekzil asetat ve ileri olgunluk döneminde ise cis-3-hekzenal belirlenmiştir. Yeşil aromadan sorumlu uçucu aroma bileşenleri olgunluk derecesinin en düşük olduğu dönemde en iyi sonucu vermiştir [8].

İtalyan, Yunan ve İspanyol zeytin çeşitlerinden farklı olgunluklarda ve aynı koşullarda 51 tane zeytinyağı örneğini ekstrakte edip, bu zeytinyağlarının lipoksigenaz yolundan oluşan aroma bileşenlerini tespit edilmiştir. Aroma bileşenlerinden sırasıyla 6C' lu bileşenlerden hekzenal, trans-2-hekzenal, trans-2-hekzen-1-ol ve cis-3-hekzenil asetat ve 5 C' lu bileşenlerden ise en çok 1-penten-3-one' i belirlenmiştir [1].

Zeytin çeşidinin ve coğrafi yetiştirme şartlarının uçucu bileşenler üzerine etkisinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise İtalya'da yetiştirilen zeytin çeşitlerinden Frantoio, Leccino, Bianchera, Grignano ve Casaliva zeytin çeşitleri kullanılmış ve yağların uçucu bileşenleri arasındaki farklılıklar belirlenmiştir [58]. Uçucu bileşenlerin tespitinde SPME-GC-MS tekniği kullanılmıştır. Lipoksigenaz yolu ile linolenik asitten en fazla oluşan bileşen trans-2-hekzenal olup, uçucu bileşenlerin toplam miktarında farklılıkların yetiştirilen coğrafi bölgeler ve zeytin çeşidinden kaynaklandığı, genetik faktörün yanı sıra çevresel şartlarında uçucu bileşim oluşumunu etkilediği belirtilmiştir.



Fransa ve İspanya bölgesindeki zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının uçucu bileşenlerin tespitinde SPME tekniğini kullanılmış ve toplam miktarın %85.3–92.8' ini temsil edecek şekilde 41 bileşen belirlenmiştir. Zeytinyağlarının uçucu bileşimini trans-2-hekzenal ana bileşen olmak üzere, diğer bileşenleri hekzenal, cis-3-hekzenol, trans-2-hekzenol ve hekzenol oluşturmuştur. Depolamada birkaç aydan sonra trans-2-hekzenal miktarının azaldığı, 6C'lu alkollerin ve 5C'lu ketonların arttığı saptanmış ve bu bileşiklerin, zeytinyağı kalitesinin değerlendirilmesi için bir gösterge olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir [19].

Tunus'a ait Chetoui, Chemlali, Meski, Sayali zeytin çeşitleri aynı olgunluk indeksinde hasat edilip laboratuvar koşullarında zeytinyağına işlenmiştir. Zeytinyağlarının aroma bileşenleri dinamik tepe boşluğu- GC-MS ile tespit edilmiştir. Sonuçlar zeytinyağı aromasının büyük çoğunluğunu lipoksigenaz iz yolu ile oluşan 6 C'lu aldehitler, alkoller ve esterler oluşturmuştur. Ayrıca linolenik asitin oksidayonu linoleik asitten daha baskın olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında aroma bileşimi farklılık göstermekle birlikte tüm çeşitlerde başlıca aroma bileşenleri trans-2-hekzenal ve hekzenaldır [27].

Ayvalık ve Memecik tipi naturel sızma zeytinyağlarının, zeytin çeşidine göre kimyasal ve termal karakterizasyonu ve termal özellikleri ile kimyasal kompozisyonları arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ege bölgesinden iki farklı dönemde hasat edilen Ayvalık ve Memecik zeytinleri 3 fazlı dekantör sistem ile yağa işlenmiştir. Aroma bileşimi analizinde GC-MS ile belirlenmiş ve tespit edilen başlıca uçucu bileşenlerin, lipoksigenaz mekanizması sırasında meydana gelen hekzenal ve trans-2-hekzenal (C6 aldehitler), cis-3-hekzenol, trans-2-hekzenol ve 1-hekzenol (C6 alkoller), hekzil asetat ve cis-3-hekzenil asetat (C6 esterler). 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 [36].

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. Bu örneklerin yağ asitleri bileşimi, toplam fenol içeriği, fenolik bileşimi ve uçucu aroma maddeleri bileşimi 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. Zeytinyağının kalitesinin yüksek olarak değerlendirilmesinde lipoksigenaz yolu ile oluşan bileşenler dikkate alınmaktadır. Bu bileşenler, 6 karbonlu ve 5 karbonlu bileşenler olup, bunlar yağa pozitif yönde etki eden bileşenlerdir. Örneklerde bu bileşenlerin oranı fazla olup zeytinyağlarının kaliteli olduğunu ortaya koyan bir göstergedir [13].

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 çeşitleri araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Araştırmada zeytinyağlarının önemli uçucu aroma bileşenlerinin dağılımı belirlenmiştir. Zeytinyağı örneklerinin uçucu aroma bileşenlerinin analizinde HS-SPME tekniği kullanılarak GC-MS ile 47 uçucu aroma bileşeni teşhis edilmiş ve oranları belirlenmiştir. Trans-2-hekzenal, hekzenal ve 3-metil-1-butanol en fazla oranda belirlenen bileşenlerdir [42].

Zeytinyağlarının asitlik, peroksit ve renk indeksi değerleri ile uçucu aroma bileşenlerinin belirlendiği çalışmada ise Ege bölgesinde yetiştirilen Ayvalık ve Memecik zeytinyağları kullanılmıştır [38]. Asitlik değeri (% oleik asit) 0.35–1.0, peroksit değeri 14–52 (meq/O<sub>2</sub> kg) ve Y, B, R değerleri sırasıyla 70–73.60, 1.30–4.70 ve 0–3.60 arasında değişmiştir. Uçucu bileşenlerin analizinde SPME-GC-MS kullanılmıştır. Elde edilen zeytinyağlarının uçucu aroma bileşenleri zeytin çeşidi ve lokasyonlar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ayvalık zeytin çeşidi için hekzenal (%5.66–15.48), 3-hekzen-1-ol (%3.12–12.1), cis-3-hekzenol (%6.15–13.49), 9-oktadekanoik asit (%5.99–16.01), Memecik zeytin çeşidi için ise trans-2-hekzenal (%8.65–38.09) ve 3-hekzenol asetat (%0.97–7.43) bileşenleri çeşitler arası ayırt edici uçucu bileşenler olarak bildirilmiştir.

Zeytinyağı uçucu bileşenleri ile duyuşal özellikleri arasındaki ilişkinin incelediği çalışmada, olgunluk derecesinin zeytinyağı kalitesi ve aroma kompozisyonu üzerine etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada Coratina, Koronakii ve Picual zeytin çeşitlerini 2 farklı olgunlaşma döneminde (Ekim ve Kasım) hasat edip yağa işlemleridir. Zeytinyağların uçucu bileşenlerini GC-MS ile tespit etmişlerdir ve yirmi beş tane aroma bileşeni saptamışlardır. Aroma bileşiminin büyük çoğunluğunu hidrokarbonlar oluşturmuştur. Coratina zeytinyağlarında 1-penten-3-one ve etil benzen, Koronakii zeytinyağlarında trans-2-metil-2-butanol ve etil benzen ve Picual zeytinyağlarında ise trans-2-hekzenal başlıca uçucu aroma bileşenlerini oluşturduğu saptanmıştır. Çeşide ve olgunluk derecesine göre değişim gösterdiği belirlenmiştir [9].

Memecik çeşidi zeytinyağlarının kalite parametreleri, yağ asitleri, triaçilgliserol ve sterol kompozisyonu,  $\alpha$ -tokoferol ve toplam fenolik madde içerikleri, fenolik madde ve aroma profili belirlenmiştir. Zeytinyağlarının başlıca uçucu bileşenlerin, lipoksigenaz mekanizmasında sentezlenen hekzenal ve trans-2-hekzenal (C6 aldehitler), cis-3-hekzenol, trans-2-hekzenol ve 1-hekzenol (C6 alkoller), hekzil asetat ve cis-3-hekzenil asetat (C6 esterler) olduğunu saptamışlardır [37].

Aynı lokasyondan farklı hasat dönemlerinde (2008 ve 2009) ve günün belli saatlerinde (sabah, öğlen, 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 butanal, 2-metil-butanol ve nonanal bileşenlerindeki değişimlerin önemli olduğu bildirilmiştir [41].

Bir diğer aroma çalışmasında ise Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde (Balıkesir, Aydın, Manisa, Antalya ve Hatay) yetiştirilen Gemlik zeytinyağlarının uçucu bileşenleri üzerine yetiştirme bölgesi ve iklim koşullarının etkisi araştırılmıştır [43]. 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.

Hasat zamanının zeytinyağı uçucu aroma profili üzerine etkisinin araştırıldığı diğer bir çalışmada, üç olgunluk döneminde hasat edilen Gemlik zeytin çeşidi kullanılmıştır. Uçucu bileşenler olgunlaşma derecesi arttıkça değişim göstermiş olup hekzanal ve trans-2-hekzenal majör bileşenleri oluşturmaktadır [21].

## YOĞURMA ŞARTLARININ AROMA PROFİLİ ÜZERİNE ETKİSİ

Yağ ekstraksiyonu esnasında zeytin meyvesindeki uçucu bileşikler zeytinyağına geçmektedir [3]. Zeytinyağı ekstraksiyonu için üretim proseslerinde etkili olan faktörlerin bilinmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Zeytinyağı ekstraksiyonu sırasında farklı yoğurma sıcaklık ve süre uygulamaları ile yağın kimyasal bileşimi ve özellikle aroma bileşen içeriği değişmektedir. Zeytinyağı aroma bileşenleri üzerine ekstraksiyon parametrelerinin etkisinin incelendiği araştırmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Zeytinyağı duysal kalitesi üzerine ekstraksiyon koşullarından sıcaklık ve süresinin etkisini araştırmada, zeytinyağı eldesin de farklı yoğurma sıcaklık (25 ve 35°C) ve süreleri (15, 30, 45, 60 ve 90 dakika) kullanarak bu faktörlerin zeytinyağı aroma bileşimi üzerine etkisini tespit edilmiştir. Aroma bileşenleri dinamik tepe boşluklu GC, GC-MS, ve GC- olfaktometre ile belirlenmiştir. Lipoksigenaz iz yolu ile oluşan hekzanal (25°C-45 dakika), hekzanol (25°C-15 dakika), heksil asetat (25°C - 15 dakika), cis-3-hekzenal (25°C-30 dakika), trans-2-hekzenal (35°C-60 dakika), trans-2-hekzenol (35°C-90 dakika), cis-3-hekzenol (25°C-45 dakika), cis-3-hekzenil asetat (25°C-45 dakika) gibi bileşenlerin optimum ekstraksiyon koşulları her bir bileşen için belirlenmiştir. Ayrıca bu bileşenlerin zeytinyağına hangi eşik miktarında ve koku aktivitesinde hangi koku algısı ile katkıda bulunduğu da tespit

edilmiştir. En iyi kalitede zeytinyağı elde etmek için ekstraksiyon koşullarından yoğurma sıcaklığı 25°C'de, yoğurma süresi ise 30 ile 45 dakika arasındaki olması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca 35°C'den yüksek yoğurma şartlarında yoğurma süresi 30 dakikadan az olması gerektiği bildirilmiştir [48].

Coratina ve Frantoio zeytin çeşitlerinde farklı yoğurma sıcaklık ve süresinin uçucu bileşenler üzerine etkisini araştırılmıştır. Yoğurma süresi ve özellikle yoğurma sıcaklığı, zeytinyağında lipoksigenaz iz yolu ile oluşan istenen aroma bileşenleri miktarında azalmaya ve istenmeyen aroma bileşenlerinin miktarında ise artışa sebep olmuştur. Ayrıca yüksek sıcaklıkla yoğurmada, 2-metil butanal ve 3-metil butanal oluşumu amino asit dönüşüm yoluyla tespit edilmiştir. Zeytin hamuru reolojisi için optimum işleme koşulları 30°C'de 45 dakika olarak belirlenmiştir [2].

Zeytinyağı uçucu bileşimi üzerine yoğurma sıcaklığının etkisinin araştırıldığı çalışmada ise, üç İtalyan zeytin çeşidi (Caroleo, Leccino ve Dritta) kullanılmıştır [53]. Yoğurma aşamasında farklı sıcaklık uygulamaları (20, 25, 30 ve 35°C) sonucu elde edilen zeytinyağlarının lipoksigenaz iz yolundan oluşan uçucu aroma miktarında (5C' lu ve 6C' lular, özellikle doymamış 6 C' lu aldehitler) yoğurma sıcaklığının artmasıyla dereceli olarak azalma saptanmış ve 35°C'de en düşük oranlarda belirlenmiştir. Yoğurma sıcaklığının artışı zeytinyağı aromasına olumlu katkıda bulunan aroma bileşenlerinin azalmasına sebep olmuştur.

Yoğurma süresinin toplam uçucu aroma miktarının üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada Dritta ve Leccino zeytin çeşitleri kullanılmıştır. Yoğurma işleminde sıcaklık 24°C'de sabit tutulup, 15, 45 ve 90 dakikalık yoğurma süreleri kullanılmıştır. Zeytinyağlarının yoğurma süresindeki artışa paralel olarak toplam uçucu aroma miktarının arttığı tespit edilmiştir [26].

Zeytin hamuru yoğurma süresinin natürel sızma zeytinyağının uçucu bileşimi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada Leccino, Dritta, Caroleo gibi İtalyan zeytin çeşitlerini 6 farklı yoğurma süresinde (0, 15, 30, 45, 60 ve 75 dakika) zeytinyağına işlenmiştir. Yoğurma süresi arttıkça toplam aroma miktarında, lipoksigenaz enzim yoluyla oluşan 6 C'lu aldehitler ve alkoller ile 5 C'lu alkoller ve karbonil bileşenlerde artış, 6C'lu esterlerde ise azalma tespit edilmiştir. Bunun yanında istenmeyen aroma bileşenlerinin oluşumunun 60 ve 75 dakikalık yoğurma süresi uygulamalarında hızlı artış gösterdiği saptanmıştır. İstenmeyen aroma bileşenlerini ise şekerlerin anaerobik fermentasyonu ile oluşan bileşenler, aminoasitlerin (lösin, isolösin ve valin) anaerobik parçalanması ile oluşan dallanmış yapıdaki alkollerin ve dallanmış yapıdaki aldehitlerin (2- metil butanol ve 3-metil butanol) oluşturduğu belirlenmiştir. İstenmeyen aroma bileşenlerinden n-oktanın ise hidroperoksitlerin parçalanması sonucu oluştuğu bildirilmiştir. Yağ veriminde ise 45 dakikanın üzerindeki yoğurma sürelerinde artış tespit edilirken, 60 dakikanın üzerindeki yoğurma sürelerinde yağ veriminde düşüş saptanmıştır [54].

Zeytinyağı ekstraksiyonu boyunca yoğurma sıcaklığı (15, 30, 45 ve 60°C) ve süresinin (30, 60, 90 ve 120 dakika) zeytinyağı uçucu aroma bileşenleri üzerine etkisi [39] araştırılmıştır. Uçucu bileşenlerden hekzanal hem sıcaklık hem süreye göre değişirken, 1-penten-3-one, trans-2-hekzanal, oktan sadece sıcaklıkla değişim göstermiş, cis-2-penten-1-ol ise sadece süreyle değişim göstermiştir. Bu çalışmada ekstraksiyon boyunca hekzanal hem enzimatik yolla hem de enzimatik olmayan yolla oluştuğu bildirilmiştir.

## SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yapılan literatür çalışmaları incelendiğinde çeşit, olgunlaşma ve farklı yoğurma koşullarının zeytinyağı verim, kalite parametreleri ve aroma profili üzerine etkileri aşağıda kısaca özetlenmiştir:

- Olgunluk artışı zeytinyağı verim ve kalite parametreleri açısından değerlendirdiğimizde çeşitler arasında farklılıklar belirtilese de olgunlaşma derecesi arttıkça serbest asitlik derecesinde artış, peroksit ve UV özgül absorpsiyon değerlerinde ise azalma tespit edilmiştir.
- Yoğurma şartlarının zeytinyağı verim ve kalite parametreleri üzerine etkisi incelendiği zaman ise yoğurma sıcaklığının zeytinyağı verimini arttığı ancak kalite parametrelerini ise olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Kaliteli zeytinyağlarının 30°C ve altındaki yoğurma sıcaklıklarında kısa yoğurma sürelerinde elde edildiği bildirilmiştir.
- Olgunluk ve çeşidin zeytinyağı aroma profili üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, uçucu bileşenler çeşit ve olgunluk göre değişiklik göstermiştir. Lipoksijenaz iz yolu ile oluşan zeytinyağı aromasına katkıda bulunan aroma bileşenleri olgunluk derecesinin en düşük olduğu dönemde en iyi sonucu vermekle birlikte, olgunluktaki artış ile aroma bileşenlerinin miktarında azalmaya sebep olmuştur.
- Lokasyon farklılığı da zeytinyağlarının uçucu aroma bileşimi üzerine etkili olmakta, aynı çeşidin farklı bölgelerden elde edilen yağlarının uçucu aroma bileşenlerinde farklılık gözlemlendiği bildirilmiştir.
- Yoğurma şartlarının aroma profili üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda farklı yoğurma sıcaklıkları ve sürelerinde zeytinyağları elde edilmiş ve aroma profilleri belirlenmiştir. Yoğurma sıcaklığının aroma profili üzerine etkisi incelendiği zaman yoğurma sıcaklığının artışı zeytinyağı aromasına olumlu katkıda bulunan aroma bileşenlerinin azalmasına sebep olmuştur. Zeytinyağlarının yoğurma süresindeki artışa paralel olarak toplam uçucu aroma miktarının arttığı tespit edilmiş olup, 60 dakikayı geçen yoğurma sürelerinde zeytinyağı aromasını olumsuz etkileyen bileşenlerin oluştuğu bildirilmiştir.
- İyi kalitede zeytinyağı elde etmek için olgunluğun düşük ve ekstraksiyon koşullarından yoğurma sıcaklığının yaklaşık 30°C ve altında, yoğurma süresinin ise 30 ile 45 dakika arasındaki olması gerektiği belirtilmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1] Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C., Vito, R., 2000. Virgin olive oil odour notes: their relationships with volatile compounds from the lipoxygenase pathway and secoiridoid compounds. *Food Chemistry* 68: 283-287.
- [2] Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C., Vito, R., 2001. Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils. *Food Chem.* 72: 19-28.
- [3] Angerosa, F., Servili, M., Selvaggini, R., Taticchi, A., Esposto S., Montedoro G.F. 2004. Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *Journal of Chromatography A* 1054: 17-31.
- [4] Anonim, 2010. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı 7 Ağustos 2010, Resmi Gazete Sayı:27665 Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35).
- [5] Aparicio, R., Luna, G. 2002. Characterisation monovarietal virgin olive oils. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104: 614-627.
- [6] Aparicio, R., Morales, M.T., 1995. Sensory wheels: a statistical technique for comparing QDA panels: application to virgin olive oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 67: 247 -257
- [7] Aparicio, R., Morales, M.T., 1996. Influence of olive ripeness on the concentration of green aroma compounds in virgin olive oil. *Flavour and Fragrance Journal* 11: 171-178.
- [8] Aparicio, R., Morales, M.T., 1998. Characterization of olive ripeness by green aroma compounds of virgin olive oil. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 46: 1116-1122.
- [9] Arafat, S.M., Ahmed, A.A., 2011. Relationship between volatile compounds of olive oil and sensory attributes. *International Food Research Journal* 20(1): 197-204.
- [10] Aşık, H., 2011. Zeytinyağı Olgunlaşma Derecesinin Fiziksel, Kimyasal ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta.
- [11] Baccouri, B., Zarrouk, W., Krichene, D., Nouri, I., Youssef, N.B., Daoud, D., Zarrouk, M., 2007. Influence of fruit ripening and crop yield on chemical properties of virgin olive oil from seven selected oleasters (*Olea europea* L.). *Journal of Agronomy* 6(3): 388-396.
- [12] Baccouri, O., Guerfel, M., Baccouri, B., Cerretani, L., Bendini, A., Lercker, G., Zarrouk, M., Miled, D.D.B., 2008. Chemical composition and oxidative stability of Tunisian monovarietal virgin olive oils with regard to fruit ripening. *Food Chemistry* 109: 743-754.
- [13] Bayrak, A., Kıralan, M., Çalikoğlu, E., Kara, H.H., 2010. Ege Bölgesi Zeytinyağlarının Aroma Profilleri ve Bazı Kalite Özelliklerinin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu. Proje No: 08B4343006, S. 94. Ankara.
- [14] Bendini, A., Cerretani, L., Carrasco-Pancorbo, A., Gómez-Caravaca, A.M., Segura-Carretero, A., Fernández-Gutiérrez, A., Lercker, G., 2007.

- Phenolic molecules in virgin olive oils: A survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An overview of the last decade. *Molecules* 12: 1679-1719.
- [15] Bendini, A., Valli, E., Barbieri, S., Toschi, T.G., 2012. Sensory Analysis of Virgin Olive Oil-Constituents Quality, Health Properties and Bioconversions. Intech, 510 Pages, Italy.
- [16] Benincasa, C., De Nino, A., Lombardo, N., Perri, E., Sindona, G., Tagarelli, A., 2003. Assay of aroma active components of virgin olive oils from Southern Italian regions by SPME-GC/ion trap mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 733-741.
- [17] Boskou, D., 1996. Olive Oil: Chemistry and Technology. AOCS Pres, Champaign, USA.
- [18] Boskou, D., 2006. Olive Oil Chemistry and Technology. AOCS Press, 253 P, USA.
- [19] Cavalli, J.F., Fernandez, X., Lizzani-Cuvelier, L., Loiseau, A.M., 2004. Characterization of volatile compounds of French and Spanish virgin olive oils by HS-SPME: identification of quality-freshness markers. *Food Chemistry* 88: 151-157.
- [20] Cerretani, L., Salvador, M.D., Bendini, A., Fregapane, G., 2008. Relationship between sensory evaluation performed by Italian and Spanish official panels and volatile and phenolic profiles of virgin olive oils. *Chemosensory Perception* 1: 258-267.
- [21] Çevik, S., Ozkan, G., Kiralan, M., Bayrak, A., 2014. Effect of harvest time on physicochemical quality parameters, oxidation stability and volatile compounds of extra virgin olive oil. *Acta Alimentaria* 43(4): 526-537.
- [22] Çevik Ş., Aydın S., Kanar K., Buluş H., Özkan, G., 2013. Olgunluk indeksinin zeytinyağı fizikokimyasal özellikleri ve raf ömrü üzerine etkisi. *Z&Z Akdeniz Kültürü Dergisi* 30: 84-96.
- [23] Çolakoğlu, A., Oktar, A., 1975. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Araştırma Özetleri (1969-2009). Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 268. Bornova-İzmir. Zeytin Danesinin Olgunluk Derecesinin Yağın Kalitesine Etkileri. S. 209.
- [24] Dag, A., Kerem, Z., Yogev, N., Ziporia, I., Laveec, S., Ben-David, E., 2011. Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae* 127: 358-366.
- [25] Dalgıç, L., Sermet, S. O., Büyükatdeş, K., Canlı, F., Özkan, G., 2013. Olgunlaşma sürecinin erken hasat memecik zeytinyağlarının raf ömrü ve bazı kalite kriterlerine etkileri. *Z&Z Akdeniz Kültürü Dergisi* 29: Sf.74-84.
- [26] Di Giovacchino, L., Sestili, S., Di Vincenzo, D., 2002. Influence of olive processing on virgin olive oil quality. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104: 587-601.
- [27] Dhifi W., Angerosa F., Serraiocco A., Oumar I., Hamrouni I., Marzouk B. 2005. Virgin olive oil aroma: characterization of some Tunisian cultivars. *Food Chemistry* 93: 697-701.
- [28] Espinola, F., Moya, M., Fernandez, D.G., Castro, E., 2011. Modelling of virgin olive oil extraction using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology* 46: 2576-2583
- [29] Finotti, E., Beye, C., Nardo, N., Quaglia, G.B., Milin, C. and Giacometti, J., 2001. Physico-chemical characteristics of olives and olive oil from two mono-cultivars during various ripening phases. *Nahrung/Food* 45: 350-352.
- [30] Forina, M., Boggia, R., Casale, M. 2007. The information content of visible spectra of extra virgin olive oil in the characterization of its origin. *Annali di Chimica* 97: 615-633.
- [31] Garcia, J. M., Gutierrez, F., Perez Camino, M.C. 1996. Influence of storage temperature on fruit ripening and olive oil quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 264 - 267.
- [32] Garcia -Inarejos, A.M., Gomez-Rico, A., Salvador, D.M., Fregapane, G., 2009. Influence of malaxation conditions on virgin olive oil yield, overall quality and composition. *Eur. Food Res. Technol.* 228: 671-677.
- [33] Gonzalez, D.L.G., Aporico, R., 2007. Instrumental approaches to understand the sensory quality of virgin olive oil. Workshop on Olive Oil Authentication 2013, Madrid.
- [34] Gutierrez, F., Jimenez, B., Ruiz, A., Albi, M.A., 1999a. 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.
- [35] Gutierrez, F., Teresa, A., Strucelj, and Miguel A.A., 1999b. Influence of ecological cultivation on virgin olive oil quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 76: 617- 621.
- [36] İlyasoğlu H., 2009. Ayvalık Ve Memecik Zeytinyağlarının Coğrafi İşaretleme Amacıyla Karakterizasyonu. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi. İstanbul, s,151.
- [37] İlyasoğlu, H., Özçelik, B., 2011. Memecik zeytinyağlarının biyokimyasal karakterizasyonu. *Gıda* 36 (1): 33-41.
- [38] Kaftan, A., Elmaci, Y., 2011. Aroma characterization of virgin olive oil from two Turkish olive varieties by SPME/GC/MS. *International Journal of Food Properties* 14: 1160-1169.
- [39] Kalua, C.M., Bedgood, D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D., 2006. Changes in volatile and phenolic compounds with malaxation time and temperature during virgin olive oil production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 7641-7651.
- [40] Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood, Jr., D.R. Bishop, A.G., Prenzler, P.D., Robards, K., 2007. Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: a critical review. *Food Chemistry* 100: 273-286.
- [41] Kara, H.H., 2011. Farklı Hasat Dönemlerinde ve Günün Belli Saatlerinde Toplanan Zeytin Çeşitlerinden Elde Edilen Yağların Uçucu Aroma Bileşenleri Değişiminin Araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda

- Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi. S. 218 Ankara.
- [42] Kıralan, M. 2010. Türk Zeytinyağlarının Zeytin Çeşitlerine Göre Aroma Profillerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi. 159 S., Ankara.
- [43] Kıralan, M., Ozkan, G., Koyluoglu, F., Ugurlu Asik, H., Bayrak, A., Kiritsakis, A., 2012. Effect of cultivation area and climatic conditions on volatiles of virgin olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 114: 552–557.
- [44] Kiritsakis, AK (Ed), 1990. Chemistry of Olive Oil. In: Kiritsakis AK: Olive Oil. Champaign, Illinois: American Oil Chemist's Society, 25-55 P.
- [45] Kiritsakis, AK. 1998. Olive Oil: From the Tree to The Table. Food & Nutrition Press, Inc. Trumbull, Connecticut.
- [46] Lazzez, A., Perri, E., Caravita, M.A., Khlif, M., Cossentini, M. 2008. Influence of olive maturity stage and geographical origin on some minor components in virgin olive oil of the Chemlali variety. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry* 56: 982-988.
- [47] Manai, H., Haddada, F.M., Trigui, A., Daoud, D., Zarraouk, M. 2007. Compositional quality of virgin olive oil from two new Tunisian cultivars obtained through controlled crossing. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 600-606.
- [48] Morales M.T., Aparicio R., 1999. Effect of Extraction Conditions on Sensory Quality of Virgin Olive Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 76: 3.
- [49] Morales, M.T., Luna, G., Aparicio, R., 2005. Comparative study of virgin olive sensory defects. *Food Chemistry* 91: 293-301.
- [50] Nergiz C, Engez Y, 2000. Compositional variation of olive fruit during ripening. *Food Chemistry* 69: 55-59.
- [51] Olias, J.M., Pérez, A.G., Ríos, J.J., Sanz, L.C. 1993. Aroma of virgin olive oil: Biogenesis of the "Green" odor notes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41: 2368–2373.
- [52] Özkan, G., Dağdelen, A., Erbay, B., (2008). Ayvalık, Domat ve Gemlik zeytin çeşitlerinden elde edilen natürel sızma zeytinyağlarının bazı fiziksel özellikleri ve pigment miktarları üzerine hasat zamanının etkisi. *Hasat Gıda* 24: 278, 44-49.
- [53] Ranalli A., Contento S., Schiavone C., Simone N., 2001. Malaxing temperature affects volatile and phenol composition as well as other analytical features of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* 103: 228–238.
- [54] Ranalli, A., Pollastri, L., Contento, S., Iannucci, E., Lucera, L. 2003. 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.
- [55] Reiners. J., Grosch, W., 1998. Odorants of virgin olive oils with different flavor profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46: 2754-2763.
- [56] Salas, J.J., Sanchez, J. 1999. Hydroperoxide lyase from olive (*Olea europaea*) fruits. *Plant Science* 143: 19–26.
- [57] Salvador, M.D., Aranda, F., Fregapane, G., 2001. Influence of fruit ripening on 'Cornicabra' virgin olive oil quality a study of four successive crop seasons. *Food Chemistry* 73: 45- 53.
- [58] Vichi, S., Pizzale, L., Conte, L.S., Buxaderas, S., Lopez-Tamames, E., 2003. Solid-phase microextraction in the analysis of virgin olive oil volatile fraction: Modifications induced by oxidation and suitable markers of oxidative status. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 6564-6571.
- [59] Vichi, S., Guadayol, J.M., Caixach, J., López-Tamames, E., Buxaderas S., 2007. Comparative study of different extraction techniques for the analysis of virgin olive oil aroma. *Food Chemistry* 105: 1171-1178.
- [60] Williams, M., Salas, J.J., Harwood, J.L. And Sanchez, J. 1999. Lipooxygenase activity in olive (*Olea europaea*) fruit. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 76: 1163–1168.
- [61] Yıldız-Tiryaki, G., 2005. Erken hasadın zeytinyağı kalitesi üzerine etkileri. *Gıda* 30 (3):193-196.
-