

Natürel Zeytinyağı Üretim Aşamalarının Aroma Bileşenleri Üzerine Etkileri

Fatma HEPSAĞ¹, Ruken KAYA²,

¹Dr. Öğretim Üyesi, Gıda Teknolojisi Programı, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu, Korkut Ata Üniversitesi, ²Gıda Teknolojisi Programı, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksek Okulu,

Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye

fatmahepsag@osmaniye.edu.tr

Geliş Tarihi/Received:

12.01.2018

Kabul Tarihi/Accepted:

06.06.2018

Yayın Tarihi/Published:

27.06.2018

ÖZ

Natürel zeytinyağı, özellikle Akdeniz ülkelerinde ve diğer birçok ülkede içerdiği besin bileşenleri ile diyetlerde önemli bir yere sahiptir. Natürel zeytinyağının üretiminde, zeytinin duysal ve besinsel özellikleri korunmakta ayrıca yeni aroma bileşikleri de oluşabilmektedir. Natürel zeytinyağının kendine özgü aroması ve lezzeti yağın kalitesi ile ilişkilidir ve bu özellikleri çok sayıdaki fenolik ve uçucu bileşenlere bağlıdır. Bu bileşenlerin oluşumu zeytin meyvesinden başlayarak natürel zeytinyağının üretimine ve tüketimine kadar devam etmektedir. Zeytinin yetiştirildiği bölgenin iklim şartları, çeşidi, yetiştirilme teknikleri, hasat zamanı, işleme teknikleri ve depolama şartları natürel zeytinyağının fenolik ve uçucu bileşenlerinin oluşumu üzerine etkili olmaktadır. Ayrıca bu bileşenler, natürel zeytinyağında pozitif ve negatif özellikler olarak tanımlanan duysal kaliteyi de etkilemektedir.

Kaliteli natürel zeytinyağı üretimi ülkemizde üzerinde önemle durulan bir konu olmasına rağmen halen hasattan nihayi ürüne kadar pek çok sorunla karşılaştığı bilinmektedir. Bu derlemenin amacında zeytinyağının üretimi ile ilgili sorunlar ve çözüm önerileri üzerinde durularak bir an önce çözüme kavuşması yönündedir. Çünkü bu konu işlerden herhangi bir iş değil, ülkemizin ekonomik kalkınması için olmazsa olmazlarından.

Anahtar Kelimeler: Natürel zeytinyağı, aroma, fenolik ve uçucu bileşenler, pozitif ve negatif özellikler

Effects Of Virgin Olive Oil Production Steps On Aroma Components

ABSTRACT

Virgin olive oil has a particularly important place in the diet with nutritional components in the Mediterranean countries and many other countries. In the production of virgin olive oil, the sensory and nutritional characteristics of the olive are preserved and new aroma compounds can also be formed. The unique aroma and flavor of virgin olive oil is related to the quality of the oil, and these properties depend on a large number of phenolic and volatile components. The formation of these components are continued from the olive fruit to the production and consumption of the virgin olive oil. Climatic conditions of olive-grown region, variety, breeding techniques, harvesting time, processing techniques and storage conditions of the olive have an effect on the formation of phenolic and volatile components of virgin olive oil. In addition, these components also affect sensory quality, which is defined as positive and negative characteristics in virgin olive oil.

Although quality olive oil production is an important issue in our country, it is still known that many problems have been encountered until today. For the purpose of this compilation, the problems related to the production of olive oil and the suggestion of solution are emphasized. Because this is not a job from the business, it is a must for the economic development of our country.

Keywords: Virgin olive oil, aroma, phenolic and volatile components, positive and negative properties

1. GİRİŞ

Zeytin ağacı Oleaceae familyasına ait çok yıllık, boyu genellikle 2- 10 metre arasında değişiklik gösteren ancak 15-20 metreye kadar da çıkabilen bir bitkidir. Meyveleri önceleri yeşilken ekim-kasım aylarında morarıp olgunlaşmaktadır (Kaplan ve Karaöz Arıhan, 2012:12). Zeytinin meyvesinden çeşitli yöntemlerle üretilen zeytinyağı şeffaf, yeşilimtrak-sarımtırak renkte, kendine has aroması olan bir yağdır (Armutcu ve ark., 2013:13). Zeytinyağı, Türk Gıda Kodeksine göre natürel zeytinyağı, rafine zeytinyağı, riveria zeytinyağı ve çeşnili zeytinyağı olarak sınıflandırılmıştır (Anonim, 2017:11).

Endüstriyel anlamda büyük öneme sahip olan zeytin bitkisinin ülkeler ekonomisine katkısının yanı sıra içerisinde bulundurduğu bileşenler ve dolayısıyla natürel zeytinyağının besin içeriği ile insan sağlığına etkisi son derece önemlidir. Zeytin içerisindeki bu bileşenler ortalama %50-70 su, % 15-30 yağ, % 2-6 şeker, % 1-2 protein, % 1-3 lif ve % 1-5 kül şeklindedir (Bendini ve ark., 2012:14). Bitkisel yağlar içerisinde natürel zeytinyağı sağlık açısından önemli bir yere sahip ve natürel zeytinyağını diğer bitkisel yağlardan ayıran en önemli iki özelliği; meyveden elde edilmesi ve hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmadan tamamen fiziksel işlemlerle elde edilerek doğal haliyle tüketilebilme özelliğine sahip olmasıdır. Natürel zeytinyağı, zeytin meyvesinden tamamen mekanik yollarla elde edildiği için, diğer bitkisel yağlardan farklı olarak meyveye özgü antioksidan bileşenlerini ve aromasını muhafaza etmektedir (Salvador ve ark., 2003:15; Kara ve ark., 2011:12).

2. NATÜREL ZEYTİNYAĞININ ÜRETİM AŞAMALARI

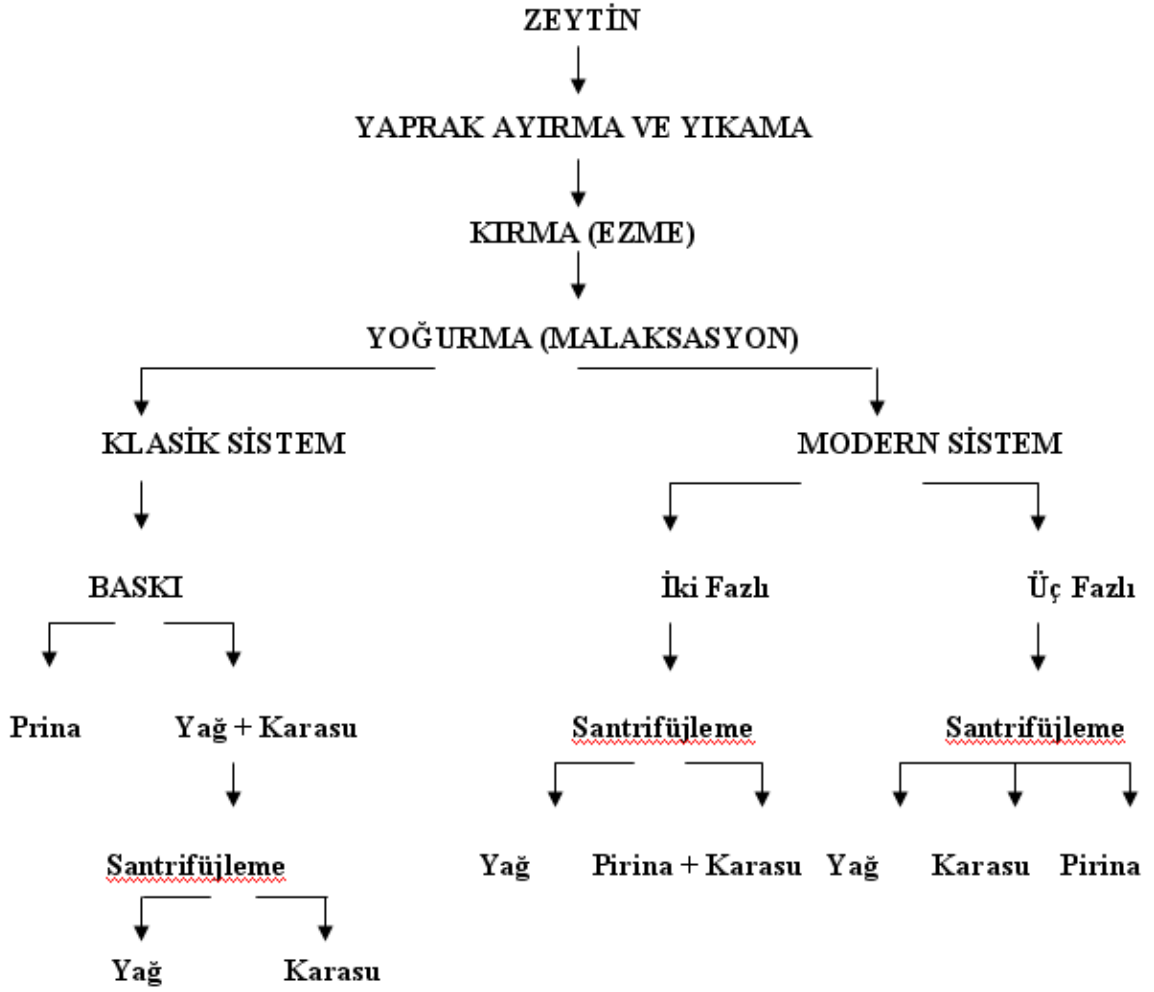
Natürel zeytinyağı üretiminde farklı yöntemler kullanılmaktadır. Kullanılan en geleneksel yöntem, birkaç bin yıldır uygulanan pres sistemidir. Bu sistemde, zeytinler, taş kırıcılarda kırıldıktan sonra oluşan zeytin hamuru bez çuvallara doldurulur. Üst üste dizilen çuvallar mekanik bir presin altına yerleştirilir ve pres yardımı ile sıkıştırılır. Bu sıkıştırma sırasında, yağ çuval deliklerinden süzülerek zeytin posasından ayrılır. Günümüzde bu yöntemle üretim yapan tesisler halen mevcuttur (Anonim, 2017:10).

Avantajları:

- Zeytinyağı en doğal halindedir, yüksek hızda harekete maruz kalmadığı için hırpalanmamıştır.
- Uygun üretim koşulları sağlandığında, polifenol ve vitamin içeriği, dolayısıyla antioksidan özelliği yüksektir. Doğal meyve kokuları ve aromalar yoğundur.

Dezavantajları:

- Zeytin hamuru ve zeytinyağı hava ile temas halindedir, çuvalların doldurulması, biriktirilmesi, preslere transferi ve presleme aşamalarında hijyen koşullarını sağlamak güçtür, kontaminasyona (kirlenme, yabancı maddelerin bulaşması) açıktır.
- İşlem sırasında kullanılan çuvallar, iyi temizlenmediği zaman, üzerinde biriken kalıntılar okside olur, bu okside olmuş parçacıklar zeytinyağına geçerek yağın bozulmasına sebep olur.



Şekil1: Zeytinyağının genel üretim aşamaları (Kayahan ve Tekin, 2006:11).

Son zamanlarda zeytinyağı üretiminde üç fazlı kontüni (sıralı) sistemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu sistemler, makine teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte, zeytinyağı üretiminde iş akışını kolaylaştırarak verimi artırmak, hava ile teması en aza indirip oksidasyon olasılığını azaltmak ve bu sayede daha uzun ömürlü zeytinyağı elde etmek amacıyla geliştirilmiş sistemlerdir. 1960’lardan itibaren kullanılmaya başlanan bu sistemlerin en önemli özelliği, zeytinyağının, geleneksel presleme yönteminden farklı olarak, “dekantör” olarak adlandırılan bir santrifüj sistemi ile ayrıştırılmasıdır.

Kontüni sistemlerde, zeytinler yıkandıktan sonra metal kırıcılar yardımı ile kırılır, “malaksör” adı verilen yoğurma teknelerinde bir süre yoğrulur, sonrasında zeytin hamuru dekantöre (santrifüj sistemi) girer. Bu sırada ayrışmayı sağlamak için sisteme dışarıdan bir miktar su eklenir. Yoğunluk farkına dayalı bu ayrıştırma sisteminin üç farklı çıktısı olur: Zeytinyağı, karasu (zeytinin kendi suyu ve sisteme katılan su) ve kuru pirina (zeytin küspesi). Bu sistemlere üç fazlı denmesinin nedeni budur. Bu sistemle elde edilen zeytinyağı zeytinin karasu ile birlikte çıktığından, yağı sudan arındırmak için ikinci bir santrifüj sistemine ihtiyaç duyulmaktadır.

Avantajları:

- Sıralı bir üretim yöntemi olduğu için bekletme, biriktirme kaynaklı riskler yoktur, hava ile temas sınırlandırılmıştır. İşlem sırasında zeytinyağının okside olma ve kontaminasyon riskleri en aza indirilmiştir.
- Hızlı ve verimli bir yöntemdir.

Dezavantajları:

- İşlem sırasında yüksek miktarda (çoğu zaman da sıcak) su kullanıldığı için, zeytinyağının içerdiği suda çözünen bazı antioksidanlar, vitaminler ve doğal aromalar suyla birlikte zeytinyağından ayrılır. Zeytinyağının besleyiciliği düşer (Kayahan ve Tekin, 2006:15).

- İşlem sırasında ortaya çıkan karasu çevresel etkiye sahiptir. Doğaya zararlı olmayacak şekilde bertaraf edilmesi gerekir. Bu konu, günümüzde gerek ülkemizin, gerekse diğer zeytinyağı üreticisi ülkelerin önemli problemlerinden biridir.

Zeytinyağı Üretiminde İki Fazlı Kontüni (Sıralı) Sistemler

İki fazlı üretim sistemleri, üç fazlı kontüni tesislerin avantajlarından vazgeçmeden dezavantajlarını en aza indirmek amacıyla 1990'ların başlarında İtalya'da geliştirilmiştir. İşlem aşamaları üç fazlı sistemlerle benzerlik gösterir. Zeytinler yıkandıktan sonra metal kırıcılar yardımı ile kırılır, "malaksör" adı verilen yoğurma teknelerinde bir süre yoğrulur, sonrasında zeytin hamuru dekantöre girer. Farklılık tam da bu noktada başlar. İki fazlı sistemlerde, dekantöre dışarıdan su eklenmez. Yine yoğunluk farkına dayalı bu ayırıştırma sisteminin iki farklı çıktısı olur: Zeytinyağı ve zeytinin kara suyunu da içeren yaş pirina. Bu sistemlere iki fazlı denmesinin nedeni budur. Zeytin hamuru ısıtılmadığı ve sıcak su eklenmesi de yapılmadığı için bu sistemlerde üretilen zeytinyağları çoğunlukla "soğuk sıkım" olarak adlandırılır.

Avantajları:

- Sıralı bir üretim yöntemi olduğu için bekletme, biriktirme kaynaklı riskler yoktur, hava ile temas sınırlandırılmıştır. İşlem sırasında zeytinyağının okside olma ve kontaminasyon riskleri en aza indirilmiştir.
- İşlem sırasında su kullanılmadığı ve zeytinyağı ısıtılmadığı için, içerdiği antioksidanlar, vitaminler ve doğal aromalar zeytinyağında kalır. Zeytinyağının lezzeti ve besleyiciliği yüksektir.
- Karasu çıkışı olmadığı için çevresel atık üretmez.

Dezavantajları:

- Verimi düşüktür, pirinada kalan yağ oranı üç fazlı sistemlere göre daha yüksektir.
- Pirinin bertaraf edilmesi daha zordur. Bu nedenle bu sistem, yüksek hacimli üretim için uygun değildir. Pek çok pirina fabrikası yaş pirinayı taşıma ve depolama güçlükleri nedeniyle almak istemez.

Uygun işlem koşulları sağlandığında yüksek kaliteli zeytinyağı üretme yeteneğine sahip olan bu sistemler, yine yüksek kaliteli zeytinyağı üretebilen ancak beraberinde oksidasyon ve kontaminasyon riskleri taşıyan geleneksel presleme yöntemine göre, tüketici açısından daha güvenlidir (Tokuşoğlu, 2008:13).

3. NATÜREL ZEYTİNYAĞININ DUYUSAL ÖZELLİKLERİ

Kimyasal işlem görmeden üretilen natürel zeytinyağının duyusal özelliklerinin açığa çıkarılmasından ve dayanıklılığının artırılmasından sorumlu bazı bileşenler bulunmaktadır ve bu bileşenler majör ve minör bileşenler olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır (Tablo 1). Majör bileşenler, genellikle sabunlaşan maddeler olup natürel zeytinyağına dayanıklılık kazandırmaktadır. Minör bileşenler ise sabunlaşmayan maddelerdir ve natürel zeytinyağına tadım karakterleri olan lezzeti, yakıcılığı, kokusu gibi özellikleri kazandırmaktadır (Wahrburg ve ark., 2002:12; Yılmaz ve Ögütçü, 2006:11). Toplam yağ ağırlığının % 98'ini oluşturan majör bileşenler, yağ asitleri, trigliserit ve gliseritleri içerirken; toplam yağ ağırlığının % 2'sini oluşturan minör bileşenler ise gliserit olmayan esterler ve mumlar, alfa tokoferoller, steroller, hidrokarbonlar, triterpenik akoller, alifatik alkoller, renk verici pigmentler, uçucu aroma bileşenleri ve fenolik bileşikler içermektedirler (Kiritsakis, 1998:14; Gümüşkesen, 1999:15; Fuentes ve ark., 2018:15).

Tablo 1. Zeytinyağında bulunan major ve minör bileşenler (Armutcu ve ark., 2013)

Majör bileşenler	Minör Bileşenler
Yağ asitleri (Oleik asit, palmitik asit, linoleik asit, stearik asit, palmitoleik asit, linolenik asit), Trigliseritler, Gliseritler.	Gliserit olmayan esterler ve mumlar, Alifatik alkoller, Triterpen alkoller: eritrodiol ve uvaol, Steroller: β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol, Hidrokarbonlar (skualen, uçucu hidrokarbonlar (fenantren, piren, floranren), karotenoidler (β -karoten ve likopen)), Pigmentler: klorofiller ve feofitinler, Uçucu bileşikler, Fenolik bileşikler.

Natürel zeytinyağının kalitesinin ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesinde bu minör bileşenlerden olan fenolik ve uçucu bileşikler sorumludur. Bu bileşiklerin oluşumunda da zeytinin biyokimyasal yapısı önemli rol oynamaktadır (Perestrelo ve ark., 2017:14; García-Vico ve ark., 2017:13). Natürel zeytinyağı aromasında zeytinin olgunluk derecesine bağılı olarak meyvemsi, zeytinin hasadına bağılı olarak acılık ve zeytinin erken hasat dönemine bağılı olarak yakıcılık gibi duyuşal özellikler pozitif özellik olarak bildirilirken; şeker fermentasyonu (şarap), küflerin enzimatik aktivitesi (küfsü), anerobik mikroorganizmalar (çamurumsu) ve otooksidasyon (ransit) sonucunda oluşan bileşenler ise duyuşal ve yapısal kusura neden olmasından dolayı negatif özellik olarak bildirilmektedir (Bendini ve ark., 2012:12). Günümüzde, natürel zeytinyağının kendine has meyvemsi, otsu kokusu ve genizi yakan keskin ve hafif acı lezzetle karakterize edilen duyuşal özellikleri (Mansouri ve ark., 2017:15) ve besinsel kalitesi ile tüketiciler tarafından daha çok tercih edilmektedir (Aparicio ve ark., 1997:14; Çevik ve ark., 2015:13).

4. NATÜREL ZEYTİNYAĞININ FENOLİK VE UÇUCU BİLEŞENLERİ

Natürel zeytinyağı diğere yenilebilir tohum yağlarından (bitkisel yağlardan) ayırt edilebilen kendine has eşsiz bir aromaya sahiptir (Boskou, 1996:12). Natürel zeytinyağının bu eşsiz aroması zeytinin yapısında bulunan fenolik ve uçucu bileşenlerden kaynaklanmaktadır (Mansouri ve ark., 2017:18).

Zeytinde bulunan başlıca fenolik bileşikler; oleuropein, ligstrosit ve dimetil oleuropeindir ve zeytinyağı elde edilirken bu bileşikler polifenoloksidaz, peroksidaz gibi enzimlerle zeytinyağında bulunan fenolik bileşiklere hidroliz edilmektedir. Böylelikle zeytinyağında, dekarboksimetiloleuropein ve ligstrosit aglikonların dialdehit formları ile oleuropein ve ligstrosit aglikonlarının aldehit formları şeklinde oluşmaktadır (García-Vico ve ark., 2017:14). Trigliseritler, serbest yağ asitleri, fosfatidler gibi fenolik bileşikler meyvenin kendine özgü buruk ve acı tadını vermektelerdir (Kiritsakis, 1998:12).

Uçucu bileşenler natürel zeytinyağı aroması üzerinde önemli etkileri olan ve zeytin meyvesindeki lipoksigenaz enziminin aktivitesine bağılı olarak oluşan bileşenlerdir (Toker, 2009:11; Yılmaz ve Öğütçü, 2012:10; García-Vico ve ark., 2017:13). Bu uçucu bileşenlerin oluşumunda öncelikle linoleik ve linolenik asitlerden lipoksigenaz enziminin etkisiyle 9- ve 13- hidroperoksitler oluşmakta, daha sonra oluşan bu hidroperoksitler liyaz enzimi tarafından parçalanarak uçucu aldehitlerden olan hekzenal (hekzenal) ve cis-3-hekzenal oluşmaktadır (Salas ve Sanchez, 1999:11; Karagoz ve ark., 2017:12). Natürel zeytinyağında bulunan aroma bileşenleri; 6 C'lu aldehitler, alkoller ve esterler (İlyasoğlu ve Özçelik, 2011:12) ile 5 C'lu karbonil bileşenler ve penten dimerleridir ve bu bileşenler natürel zeytinyağında istenen veya istenmeyen özellikleri belirlemektedir (Cavalli ve ark., 2004:15; Tura ve ark., 2004:14).

Natürel zeytinyağında bulunan fenolik ve uçucu bileşenlerinin oluşumu birçok faktöre bağılı olarak değişmektedir (Bayrak ve ark., 2010:20; García-Vico ve ark., 2017:21). Oluşumu belirleyen bu faktörler; zeytinin yetiştirildiği bölgenin iklim şartları, çeşidi, yetiştirildiği bölgenin deniz seviyesinden yüksekliği, yetiştirilme teknikleri, hasat zamanı, işleme teknikleri ve depolama şartlarıdır (Bozdoğan ve ark., 2003:15; Kaula ve ark., 2007:14; Karagöz ve ark., 2017:18).

Tablo 2. Zeytinyağında aroma üzerine etkili olan aroma bileşenleri ve koku çeşitleri (Çevik ve ark., 2015)

	Aroma Bileşenleri	Koku Çeşidi
Alkoller	Cis-2-hekzen-1-ol	Yeşil meyve, yeşil meyvemsi,
	Pentanol	Meyvemsi, keskin, yapışkan, aromatik
	Oktan-2-ol	Toprağımsı, yağlı
	Oktan-2-ol	Küflü, toprağımsı
	Trans-2-hekzen-1-ol	Yeşil, çimsi, meyvemsi yaprağımsı, keskin
	Alkolik (Etanol)	olgun elma, çiçeksi
	Pentan-1-ol	Keskin
Esterler	Hekzan-1-ol	Meyvemsi, aromatik, çim kokusu, muzumsu
	Metil 2-metilbutirat	Meyvemsi
	Metil dekanolat	Taze
	Metil nonanolat	Meyvemsi, tatlı, çiçeksi
	2-Metil bütül propanolat	Elma, zeytin

	Cis-3-hekzenil asetat	Olgunlaşmamış muz, meyvemsi, yeşil, çiçeksi, keskin
	Etil 3-metilbutirat	Meyvemsi
	Hekzil asetat	Yeşil, meyvemsi, tatlı
Aldehitler	Asetaldehit	Keskin, tatlı, çiçeksi
	Propanal	Tatlı, keskin, çiçeksi
	2,4-Hekzadienal	Çim kokusu
	Pentanal	Odunsu, acı, yağlı
	Cis-2-Pentenal	Yeşil, hoş kokulu
	2-Oktanal	Meyvemsi, sabun, yağlı
	Cis-3-Hekzenal	Yeşil yaprak, çim kokusu, yeşil elma benzeri,
	Trans-2-hekzenal	Acı badem, yeşil elma benzeri, çim kokusu
Ketonlar	6-metil-5-hepten-2-one	Meyvemsi
	Butan-2-one	Meyvemsi, eterik
	2-butanone	Hoş kokulu
	Pentan-3-one	Tatlı
	Cis-1,5 oktadien-3-one	Sardunya benzeri
	Heptan-2-one	Meyvemsi, tatlı
	4-metil pentan-2-one	Tatlı
Asitler	Pentanoik asit	Tatlımsı, keskin, çürük
	Asetik asit	Keskin, sirkemsi, asetik asit
	Pentanoik asit	Tatlımsı, keskin, çürük
	Hekzanoik asit	Tatlımsı, keskin, ransit
	Oktanoik asit	Yağlı
	Propanoik asit	Aromatik, keskin

5. NATÜREL ZEYTİNYAĞININ DUYUSAL KALİTESİNİ ETKİLEYEN POZİTİF VE NEGATİF ÖZELLİKLER

Natürel zeytinyağı duyuşal açıdan pozitif ve negatif olarak değerlendirilmektedir. Natürel zeytinyağında bulunan pozitif özellikler; meyvemsi, acılık ve yakıcılıktır (Boskou, 1996:21; Kaula ve ark., 2007:32). Pozitif özelliklerden meyvemsi; yağın çeşidine göre meyve aromasının yağın karakteristik özelliğinin yeşil ya da olgun sağlıklı taze meyveden elde edildiğini bildirmektedir. Natürel zeytinyağı, yeşil zeytinden elde edilmiş ise aromada duyulan koku yeşil meyveyi, olgun zeytinden elde edilmiş ise aromada duyulan koku yeşil ve olgun siyah meyveyi birlikte anımsatmaktadır. Acılık; yeşil zeytinden veya renk dönümü aşamasındaki zeytinlerden üretilmiş yağın karakteristik tadıdır. Yakıcılık ise yağın duyu karakteristiği olan yakma hissidir ve çoğunlukla mevsimin başlangıcında hala yeşil olan zeytinlerden üretilen yağlarda hissedilmektedir. Bu his, ağız boyunca algılanabilmekte özellikle boğazda hissedilmektedir (Angerosa, 2000:24).

Natürel zeytinyağında bulunan negatif özellikler ise kokmuş çamurlu tortu, küflü-rutubetli, şarabımsı-sirkemsi, metalik, çürük-okside, ısıtılmış veya yakılmış-yanma, samansı-odunsu, kaba-pürüzlü-ham, makine yağı ve karasudur (Kaula ve ark., 2007:15). Kokmuş-çamurlu tortu; yığın olarak saklanan veya depolanan zeytinlerden üretilen yağların, anaerobik fermantasyonun ileri safhalarındaki zeytinlerden üretilen yağların, yer altı tankların ya da fiçilerin altında biriken tortu ile temasta bırakılan yağların ve anaerobik fermantasyona uğramış yağların karakteristik kusurlu kokusu ve tadıdır. Küflü-rutubetli; nemli koşullarda birkaç gün boyunca depolamanın sonucu olarak küflerin ve mayaların gelişmiş olduğu meyvelerden üretilen yağın karakteristik kusurlu kokusu ve tadıdır (Morales ve ark., 2005:14). Şarabımsı-sirkemsi; belirli yağların şarap veya sirkeyi hatırlatan karakteristik şeker fermantasyonunun oluşturduğu tattır. Bu kusurlu tat, esas olarak zeytinlerdeki asetik asit, etil asetat ve etanol oluşumuna yol açan bir fermantasyon süreci ile meydana gelmektedir. Ayrıca, zeytin hamurunun bastırılmasında kullanılan hasırların iyi temizlenmemesi nedeniyle elde edilen yağın aerobik fermantasyonundan kaynaklanmaktadır (Angerosa ve ark., 1992:36). Metalik; metalleri hatırlatan tattır ve ezme, karıştırma, presleme veya saklama esnasında metalik yüzeylerle uzun süreli temasta bulunmuş yağın karakteristik kusurlu özelliğidir. Isıtılmış veya yakılmış-yanmış; ısıtma prosesi sırasında yağın yüksek ısıya tabi tutulması ve/veya ısıtma süresinin uzaması sonucu oluşan karakteristik kusurlu bir tattır. Bu kusurlu tat özellikle uygunsuz koşullarda hamurun ısı uygulaması ile karıştırma işleminin sonucu oluşmaktadır. Karasu ise; yağın,

zeytinin karasuyu ile uzun süreli teması sonucu fermente olmasından dolayı edindiği kusurlu tat ve kokudur (Anonim, 2017:25).

6. ZEYTİNİN İŞLENMESİNİN VE DEPOLANMASININ NATÜREL ZEYTİNYAĞININ DUYUSAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Zeytinler için hasat başlamadan önce büyük bir sorun olan zeytin sineği, zeytinlere saldırdığında larva gelişiminin sonucunda meyveye zarar vermektedir. Zarar görmüş meyvelerden elde edilen yağlarda özellikle depolama sırasında ürünün duysal özelliklerini ve oksidatif stabilitesini etkileyen fenolik ve uçucu bileşiklerde olumsuz yönde değişimler meydana gelmektedir (Gimeno ve ark., 2002:35; Gómez-Caravaca ve ark., 2008:21). Zeytin sineğinin meydana getirdiği bu değişimlerin neden olduğu kötü tat “kurtlu” sorunu olarak bilinmektedir. Bunun yanı sıra yüksek kaliteli natürel bir zeytinyağı elde etmek için, zeytinleri aşırı derecede olgunlaşmadan ve hasat dönemi geçmeden işlemek gerekmektedir (Baccouri ve ark., 2007:27). Geç hasat edilen zeytinler bozulmaya karşı hassas olduğundan yağ kaliteleri düşmektedir (Yıldız-Tiryaki, 2005:31). Kısmen zarar görmüş dokuya sahip meyvelerin natürel zeytinyağı üretiminde kullanımı ile oksidatif reaksiyonlarda, enzimatik ve mikroorganizmalardan kaynaklı faaliyetlerde bir artışa sebep olabilmektedir (Kayahan ve Tekin, 2006:31). Bu şekilde elde edilen zeytinyağlarının serbest asitliği yüksek olup, aynı zamanda natürel zeytinyağında duysal kusurların oluşmasına da sebep olmaktadır (Ayton ve ark., 2012:33).

Zeytinler işlenmeden önce yığınlar halinde, yüksek sıcaklık ve nemde günlerce depolanırsa bu durum zeytin üzerinde bakteri, maya ve küf üremesine sebep olmakta ve bu da hoş gitmeyen (istenmeyen) kokulardan sorumlu bazı uçucu bileşiklerinin meydana getirdiği bozulmalara neden olmaktadır (Dıraman, 2000:30). Yüksek kalitede ve istenilen duysal özelliklerde natürel zeytinyağı elde etmek için depolama koşulları ve zeytinin yoğurulması aşamasında uygulanan süre-sıcaklık ilişkisi dikkatli bir şekilde kontrol edilmelidir. Özellikle 28°C’den yüksek sıcaklıkta ve 45 dakikadan daha fazla malaksasyon (yoğurma) süresi uygulanması fenolik bileşiklerin ve pozitif özellik oluşturan uçucu bileşiklerin oluşumunda rol oynayan enzimlerin deaktivasyonuna sebep olabilmektedir (Morales ve Aparicio, 1999:41; Mansouri ve ark., 2017:12). Bunu sonucunda da natürel zeytinyağında “ısıtılmış-yanmış” kusuru olarak bilinen, istenmeyen ve hoş gitmeyen bir lezzet oluşmaktadır.

Filtre edilmemiş yağda uzun süre kalan az miktarda şeker ve protein, *Clostridium* cinsi bazı anaerobik mikroorganizmalar yoluyla parçalanabilmekte ve fermente olabilmektedirler. Bu durum sonucunda yağda bütirik asit fermantasyonu yoluyla “çamurlu tortu” adı verilen kusurdan sorumlu uçucu bileşikler meydana gelmektedir. Lipit oksidasyonu natürel zeytinyağı elde edildikten hemen sonra başlayan kaçınılmaz bir süreçtir. Lipit oksidasyonu yağların depolanması sırasında giderek artan bir bozulmaya sebep olmakta ve duysal açıdan natürel zeytinyağının aroma bileşenlerini etkilemektedir (Keçeli, 2008:5). Bu bozulma sonucunda yağlarda oluşan kusur “eski-bayat” olarak adlandırılmaktadır (Servili ve ark., 2002:8).

7. ZEYTİNYAĞINDAKİ ÜRETİM AŞAMALARININ UÇUCU AROMA BİLEŞENLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Natürel zeytinyağının aromasını etkileyen unsurların başında elde edildiği zeytin çeşidi gelmektedir. Dünya üzerinde bulunan her zeytin çeşidinin kendine özgü fiziko-kimyasal ve duysal karakterde bir zeytinyağı verebileceği çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Ayrıca ikliminde aroma etkisi üzerindeki etkisi yüksektir. Meyvelerin olgunlaşma döneminde havaların soğuması zeytinin olgunlaşmasını geciktirmektedir. Bu durum meyvenin tam olarak fizyolojik olgunluğa ulaşamaması nedeniyle, elde edilen yağların aromasının kötü, peroksit sayısının ise yüksek olmasıyla sonuçlanmaktadır. Kurak geçen yılların

mahsulünden üretilen zeytinyağları keskin ve acı bir tad taşıyabilmektedir. Aynı yıl farklı çeşit zeytinlerden elde edilen zeytinyağlarının ve yine farklı yıllarda aynı çeşide ait zeytinyağlarının aroma bakımından farklılığı Kaftan (2007:12) tarafından yapılan çalışmada da ele alınmıştır. Hasat dönemleri birbirleri ile kıyaslandığında, lezzet bileşenlerinin türünde ve miktarında değişiklikler gözlenmektedir. Koku profilleri karşılaştırıldığında, domates, yağ, yeşil zeytin, siyah zeytin, olgunlaşmamış muz, olgun muz, toprak, asit, çimen, pirina, yaprak kokularının; lezzet profilleri karşılaştırıldığında, yağ, acı, keskin, yaprak, çimen, olgunlaşmamış muz, siyah zeytin, yeşil zeytin, domates lezzetinin her iki hasat döneminde de yer aldığı gözlenmektedir.

Yetiştiriciliğinde aroma bileşenleri üzerinde etkisi bulunmaktadır. Düzenli bir budama ile düzenli bir ürün verimi ve olgunlaştırma sağlanarak, yağ kalitesi artırılabilir. Düzenli bir sulamada yağa hoş, hafif bir aroma verirken, bunun aksi bir uygulama elde edilen yağın keskin kokulu ve acı bir tada sahip olmasına neden olmaktadır (Servilli ve ark., 2007:24). Zeytindeki zararlılar ve hastalıklarda zeytinyağındaki aroma üzerinde etkiye sahiptir. Zeytinde kalite ve kantiteyi etkileyen zeytin sineği, yağın hidroliz ve oksidasyonuna neden olmakta, yağ asidi kompozisyonunda ve yağın sabunlaşmayan bileşenlerinde değişimler meydana gelmektedir. Yine kabuklu bitler, zeytinyağında asitlik artışı ile birlikte renk, berraklık ve tad değişiklikleri meydana getirmektedir. Hasat dönemi ve hasat etme şeklinin aroma bileşenleri üzerinde etkisi vardır.

Olgunluğun başlangıcında hasat edilen yağlar meyvemsi ve güzel aromalı olmaktadır. Meyvenin duyuşal özellikleri hasat dönemi geciktirildikçe bozulmakta ve bu zeytinlerden keskin zeytin kokulu yağlar elde edilmektedir. Sırıkla çırparak hasatta vurma şiddetiyle zedelenen ve doğal olarak yere dökülmüş olan meyvelerin, bütün ürünün içine karıştırılması sonucunda, yağa işlenene kadar çürümenin ve bozulmanın artmasına neden olacağından elde edilen yağın aroması bozulmaktadır. En iyi aroma zeytinin zedelenmeden toplanmasıyla elde edilmektedir. Buda ağaç üstünde elle toplama yöntemiyle mümkün olmaktadır (Ridolfi ve ark., 2002:14)

Hasat edilen zeytinler daha sonra işletmeye taşınarak işleme aşamasına kadar depolanır. Bu sürede genellikle yığınlar halinde bekletildiği için bozulmaların çoğu ve patojen mikroorganizmaların gelişimi bu bekletilme şartlarından ileri gelmektedir. Zeytinlerin jüt çuvallarda taşınması ve bekletilmesi, meyvenin çok olgun olduğu durumlarda zeytinin ezilmesine ve fermantasyona sebep olmaktadır. Daha sonrada yağın kalitesini bozan biyolojik faaliyetler oluşabilmektedir. Zeytinden iyi kaliteli yağ elde edebilmek için danelerin hasatın hemen ardından işlenmesi gerekmektedir. Sağlam taze ve olgun tanelerden elde edilen yağ, istenen karakteristik koku, renk ve tada sahip olmaktadır. Zeytin danesi bileşiminde, mevcut lipaz enzimi bekletme sırasında serbest yağ asitleri artışına, dolayısıyla artış oranına bağlı oranda ransit tada sebep olmaktadır. Zeytin yığınlarında çok müsait gelişme ortamı bulan küf, maya ve bakterilerin yağı parçaladıkları ve serbest yağ asidi miktarını artırdıkları bilinmektedir (Servilli ve ark., 2007:21).

Hasat esnasında zeytine karışan filiz ve yaprakların fazla olması ve etkin bir şekilde giderilemeden yağa işlenmesi halinde, yağa yapraklardan geçen klorofil nedeniyle renginin yeşile dönmesiyle beraber, yapraklardan yağa geçen cis-3-Hekzenal ve trans-2-Hekzenal gibi aldehitler nedeniyle de, elde edilen yağda yeni kesilmiş taze ot kokusu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca danelere karışan taş, toprak ve kum, kırma ve yoğurma makinelerinin kısa sürede arızalanmasına ve yağda toprak tat ve kokusu oluşumuna neden olurken, danelerde metal parçalarının bulunması ise yağda metal kontaminasyonunu artıracığından indüksiyon periyodunun kısılmasına neden olmaktadır (Sancez ve Salas, 2000:32).

İşleme aşamasındaki doğal dekantasyon yöntemi (sıvı-sıvı faz ayrımı) dinlendirme havuzlarında yürütülen yavaş bir işlem olup, yağın oldukça uzun bir süre kara su ile temasta kalması nedeniyle, önemli

derecede kontamine olması ve serbest yağ asitliğinin artması riski yüksektir. Bu yüzden kimi yörelerimizde ve daha çok düşük kaliteli zeytinlerin işlenmesinde yararlanılan bir tekniktir. Son ürün olarak elde edilen zeytinyağının ışıktaki yine yağda cereyan eden reaksiyonlarda sıcaklık önemli rol oynamaktadır. Işığın yağın oksidasyonunu hızlandırıcı etkisi vardır. Yağda özellikle hidrolitik acılaşmayı önlemek için yağ içerdiği tortulu su fazından en etkin bir şekilde ayrılmalıdır. Yağın çok değerlikli metal iyonları ile bulaşmamasına önem verilmelidir (Servilli ve ark., 2007:23). Zeytinyağı her türlü kokuyu çekip, içine alabildiği için her zaman yabancı koku olmayan yerlerde ağzı kapalı tanklarda ve ambalajlarda muhafaza edilmelidir.

Zeytin ve zeytinyağına uygulanan teknolojik faktörler yağın uçucu bileşik miktarında farklılıklar meydana getirmektedir. Özellikle hasat yöntemleri zeytin üretiminin yoğun olduğu yerlerde, dökülen zeytinler yerden toplanmaktadır. Bu durumda, arzu edilmeyen aromaya sahip uçucu alkoller ve karbonil bileşiklerin miktarında önemli artışlar meydana gelmektedir. Zeytinlerin uygun olmayan koşullarda (yığınlar halinde ve nemli koşullarda) depolanması yağın duyu kalitesini olumsuz olarak etkileyebilir. *Clostridia* ve *Pseudomonas* cinsi bakteriler aldehit, alkol ve bunların asitlerini oluşturarak kötü tat ve koku oluşumuna neden olurlar (Keçeli ve Bozdoğan 2006: 3). Zeytinlerin işleme öncesi sıcak suyla yıkanması yağların uçucu aroma profillerini değiştirir. Genellikle C₆ aldehitler ve C₅ bileşiklerinin miktarında bir azalma meydana gelir. Zeytinyağındaki uçucu bileşiklerin oluşumunda ezme işlemi oldukça önemli rol oynamaktadır. Ezme işleminde kullanılan çekiçli değirmenler, dokuları siddetli bir şekilde ezeceğinden zeytin kekinde sıcaklık artışına ve buna bağlı olarak hidroperoksi liyaz aktivitesinin düşmesine neden olmaktadır. Böylece yağın aroması üzerinde olumlu etkide bulunan uçucu bileşiklerden özellikle *trans*-2-hexenal, hexanal ve *cis*-3-hexen-1-ol miktarı düşmektedir. Yogurma süresi ve sıcaklığının artması da esterler, *cis* 3-hexen-1-ol, hexan-1-ol ve *trans*-2-hexen-1-ol'ün miktarlarının azalmasına neden olmaktadır. Uçucu bileşiklerin, zeytinlerin yaga işlenmesi sırasında oluşan kaybı, yağ, zeytin keki ve karasu arasındaki etkileşime de bağlıdır. Özellikle zeytin kekinin bol suyla yoğrulduğu üç fazlı santrifüj sistemiyle elde edilen yağlardaki C₆ alkol bileşikleri, hexan-1-ol ve *trans*-2-hexen-1-ol miktarı pres sistemiyle elde edilen yağlara göre daha az olmaktadır (Keçeli ve Bozdoğan 2006: 3).

8. SONUÇ

Natürel zeytinyağı kendine has eşsiz bir aromaya sahiptir ve bu eşsiz aromadan zeytinin yapısında bulunan fenolik ve uçucu bileşenler sorumludur. Zeytinin işlenme durumu, hasadı ve depolanması natürel zeytinyağında bulunan bu bileşenlerin oluşumunda değişikliğe neden olmakta ve dolayısıyla kalitesi ve aroma profili üzerine de önemli etkileri bulunmaktadır. Kaliteli ve sağlıklı zeytinlerden uygun üretim ve depolama koşullarında elde edilen natürel zeytinyağında bulunan bu uçucu ve fenolik bileşenler natürel zeytinyağında istenen pozitif duyu özelliklerinin oluşumunda etkili olmaktadır. Bunun yanı sıra natürel zeytinyağında negatif olarak tanımlanan duyu özelliklerinin oluşmaması için zeytinin hasat dönemine, işleme tekniğine dikkat edilmeli ve depolamada oksijen-ışık varlığı azaltılarak düşük sıcaklıklarda depolanmalıdır.

9. KAYNAKLAR

1. Angerosa, F., Di Giacinto, L. & Solinas, M. (1992). Influence of *Dacus oleae* infestation on flavor of oils, extracted from attacked olive fruits, by HPLC and HRGC analyses of volatile compounds. *Grasas y Aceites*, 43, 134-142.
2. Angerosa, F. (2000). Sensory quality of olive oils, Handbook of olive oil: Analysis and properties. In J. Harwood & R. Aparicio (Eds.), Maryland, USA: Aspen Publications, Inc.
3. Anonim, (2017). Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, Tebliğ No: 2017/26.

4. Aparicio, R., Morales, M.T. & Alonso, V. (1997). Authentication of European Virgin Olive Oils by Their Chemical Compounds, Sensory Attributes, and Consumers' Attitudes. *Food Chemistry*, 45 (4), 1076 – 1083.
5. Armutcu, F., Namuslu, M., Yüksel, R. & Kaya, M. (2013). Zeytinyağı ve Sağlık: Biyoaktif Bileşenleri, Antioksidan Özellikleri ve Klinik Etkileri. *Konuralp Tıp Dergisi*, 5 (1), 60-68.
6. Ayton, J., Mailer, R..J. & Graham, K. (2012). The Effect of Storage Conditions on Extra Virgin Olive Oil Quality, RIRDC Publication No. 12/024.
7. 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.
8. Bayrak, A., Kıralan, M., Çalıkoğlu, 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.
9. Bendini, A., Valli, E., Barbieri, S. & Toschi, T.G. (2012). Sensory Analysis of Virgin Olive Oil, OliveOil Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions, Dr. Dimitrios Boskou (Ed.), ISBN: 978-953- 307-921-9.
10. Boskou, D. (1996). *Olive Oil Chemistry and Technology, History and Characteristics of The Olive Tree*. USA: AOCS Press.
11. Bozdoğan, D., Didin, M. & Keçeli, T. (2003). Hatay İli Natürel Zeytinyağlarının Kalitesinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Türkiye 1. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Sempozyumu Bildirileri, 2-3 Ekim, Çiğli-İzmir.
12. 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.
- 13.Çevik, Ö., Özkan, G. & Kıralan, M. (2015). Çeşit, Olgunluk ve Yoğurma Şartlarının Zeytinyağı Verimi, Bazı Kalite Parametreleri ve Aroma Profili Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, 13(4), 335-347.
14. Dıraman, H. (2000). Zeytinyağı Kalitesine Etki Eden Faktörlere Genel Bir Bakış, *Gıda*, 88-93.
- Fuentes, E., Paucar, F., Tapia, F., Ortiz, J., Jimenez, P. & Romero, N. 2018. Effect of the composition of extra virgin olive oils on the differentiation and antioxidant capacities of twelve monovarietals. *Food Chemistry*, 243, 285–294.
15. García-Vico, L., García-Rodríguez, R., Sanz, C. & Pérez, A.G. (2017). Biochemical aspects of olive freezing-damage: Impact on the phenolic and volatile profiles of virgin olive oil. *Food Science and Technology*, 86, 240-246.
16. Gimeno, E., Castellote, A.I., Lamuela-Raventos, R.M., De la Torre, M.C. & López-Sabater, M.C. (2002). The effect of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, a-tocopherol, and b- carotene) in virgin olive oil. *Food Chemistry*, 78 (2), 207-11.
17. Gómez-Caravaca, A.M., Cerretani, L., Bendini, A., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A., Del Carlo, M., Compagnone, D. & Cichelli, A. (2008). Effects of Fly Attack (*Bactrocera*

- oleae*) on the Phenolic Profile and Selected Chemical Parameters of Olive Oil. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 56 (12), 4577–4583.
18. Gümüşkesen, A.S. (1999). *Bitkisel Yağ Teknolojisi*, İzmir: Asya Tıp Yayıncılık.
19. İlyasoğlu, H. & Özçelik B. (2011). Zeytinyağının aroma bileşenlerine göre kemometrik yöntemlerle tanımlanması. *ITU Dergisi D Serisi: Mühendislik*, 10 (2), 91-98.
20. Kaftan, A. (2007). Farklı Yöre Zeytinlerinden Elde Edilen Naturel Zeytinyağının Duyusal Kalitesini Oluşturan Lezzet Maddelerinin SPME/GC/MS ve Lezzet Profili Analizi Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi, 158 s.
21. Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood, D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D. & Robards K. (2007). Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. *Food Chemistry*, 100, 273-286.
22. Kaplan, M. & Karaöz Arıhan, S. (2012). Antik Çağdan Günümüze Bir Şifa Kaynağı: Zeytin ve Zeytinyağının Halk Tıbbında Kullanımı. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 52 (2), 41-56.
23. Kara, H.H., Kıralan, M., Bayrak, A. & Dağdelen, A. (2011). Zeytinyağının Minör Bileşenleri. Ulusal Zeytin Kongresi 22-25 Şubat, Akhisar.
24. Karagoz, S.G. Yilmazer, M., Ozkan, G., Carbonell-Barrachina, Á.A., Kıralan, M. & Ramadan, M.F. (2017). Effect of cultivar and harvest time on C₆ and C₅ volatile compounds of Turkish olive oils. *European Food Research and Technology*, 243, 1193–1200.
25. Kayahan M., Tekin A. 2006. Zeytinyağı Üretim Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayınları. 198 s, Ankara. ISBN 9944-89-207-6.
26. Keçeli, T. (2008). Zeytinyağının Depolanması ve Ambalajlanmasının Yağ Kalitesine Etkileri. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs, Erzurum.
27. Kiritsakis, A.K. (1998). *Olive Oil: From the Tree to The Table*. Food & Nutrition Press: Portland.
- Mansouri, F., Moumen, A.B., Richard, G., Fauconnier, M.L., Sindic, M., Caid, H.S. & Elamrani, A. (2017). Flavor profiles of monovarietal virgin olive oils produced in the Oriental region of Morocco. *Oil seeds & Fats Crops and Lipids*, 24 (5), A501.
28. 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.
29. Morales, M.T., Luna, G. & Aparicio, R.. (2005). Comparative study of virgin olive sensory defects. *Food Chemistry*, 91, 293-301.
30. Perestrelo, R., Silva, C., Silva, P. & Câmara, J.S. (2017). Global volatile profile of virgin olive oils flavoured by aromatic/medicinal plants. *Food Chemistry*, 227, 111–121.
31. Ridolfi, M., Terenziani, S., Patumi, M. and Fontanazza, G., (2002). Characterization of the lipoxygenases in some olive cultivars and determination of their role in volatile compounds formation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50 (4) : 835 - 839.

32. Salas, J.J. & Sanchez, J. (1999). Hydroperoxide lyase from olive (*Olea europaea*) fruits. *Plant Science* 143, 19–26.
33. Salvador, M.D., Aranda, F., Gomez-Alonso, S. & Fregapane, G. (2003). Influence of extraction system, production year and area on Cornicabra virgin olive oil: a study of five crop seasons. *Food Chemistry*, 80 (3), 359 - 366.
34. Sanchez, J. and Salas, J. J. (2000). Biogenesis of the olive oil aroma. In J. Harwood & R. Aparicio (Eds.), *Handbook of olive oil: analysis and properties*, 79 - 99.
35. Servili, M. & Montedoro, G. (2002). Contribution of Phenolic Compounds to Virgin Olive Oil Quality. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104, 602-613.
36. Servili, M., Taticchi, A., Esposto, S., Urbani, S., Selvaggini, R. and Montedoro, G. F. (2007). Effect of olive stoning on the volatile and phenolic composition of virgin olive oil. *J. Agric. Food Chem.*, 55 : 7028 - 7035.
37. Tokuşoğlu Ö. 2008. “Zeytin ve Zeytin Ürünleri” Kimyası, Mikrobiyolojisi, Kalite Kontrolü ve Teknolojisi. Celal Bayar Üniversitesi Lisans Üstü Ders Notları. 158 s., Manisa.
38. Toker, C. (2009). Zeytinyağında Uçucu Aroma Bileşenlerinin Oluşumu. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 12 (2), 16-21.
39. Tura, D., Prenzler, P., Bedgood D., Antolovich, M. & Robards, K. (2004). Varietal and processing effects on the volatile profile of australian olive oils. *Food Chemistry*, 84, 341 - 349.
40. Yıldız-Tiryaki, G. (2005). Erken hasadın zeytinyağı kalitesi üzerine etkileri. *Gıda*, 30 (3), 193-196. Yılmaz, E. & Ögütçü, M. (2006). Sterol Konsantrasyonu ve Kompozisyonunun Zeytinyağı Kalitesi Üzerine Etkileri. *Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Sempozyumu ve Sergisi*, 565-575 s, İzmir.
41. Yılmaz, E. & Ögütçü, M. (2012). Zeytinyağı Aromasının Oluşumunda Lipoksijenaz Yolu Reaksiyonları. *Zeytin Bilimi*, 3 (1), 51-58.
42. Wahrburg, U., Kratz, M., & Cullen, P. (2002). Mediterranean diet, olive oil and health. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104 (9-10), 698-705.
43. Keçeli, T., ve Bozdoğan, D. 2006. Türkiye 9. Gıda Kongresi, Bolu.