

## NATÜREL ZEYTİNYAĞINDAKİ UÇUCU AROMA BİLEŞENLERİ VE DUYUSAL KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Dilşat Bozdoğan Konuşkan\*, Aykut Karayiyen

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Hatay

Geliş tarihi / Received: 01.06.2011

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 22.07.2011

Kabul tarihi / Accepted: 26.07.2011

### Özet

Natürel zeytinyağında bulunan uçucu aroma bileşenlerinin, zeytinyağının lezzet ve aroması üzerine etkisi oldukça önemlidir. Zeytinyağında 280'e yakın uçucu bileşen tespit edilmiş olup, bunlardan 70 kadarının aromaya direkt etkisi olduğu belirlenmiş ve zeytinyağında lezzetten sorumlu grup olarak tanımlanmıştır. Zeytinyağındaki uçucu aroma bileşenlerinin kompozisyonu, başta enzimatik reaksiyonlar olmak üzere, çevresel ve teknolojik faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Yüksek kalitedeki zeytinyağlarında bulunan 5 ve 6 karbonlu bileşenler ile özellikle 6 karbonlu uçucu bileşenler, toplam uçucu bileşenlerin % 60-80'ini oluşturmaktadır. Natürel zeytinyağında algılanan meyvemsi, acı-yakıcı (bitter) ve keskin-buruk tatlar, duyu kaliteyi olumlu yönde etkileyerek, tüketici beğenisini sağlamaktadır. Bu çalışmada, natürel zeytinyağında bulunan uçucu aroma bileşenleri ve oluşumları üzerinde etkili olan faktörler ile bunların yağın duyu kalitesi üzerine olan etkileri üzerinde durulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Natürel zeytinyağı, uçucu bileşenler, aroma

## VOLATILE AROMA COMPOUNDS IN VIRGIN OLIVE OIL AND THEIRS EFFECTS ON SENSORY QUALITY OF OIL

### Abstract

The effects on flavor and aroma of volatile aroma compounds in virgin olive oil are substantially important. Around 280 volatile compounds were determined in olive oil and approximately 70 of them were determined as having direct effect on aroma and were defined as responsible group of flavor in olive oil. The composition of volatile aroma compounds in olive oil varies, depending on primarily in enzymatic reactions, and on the environmental and technological factors. Five- and six-carbon compounds and especially six-carbon volatile compounds in high quality olive oils constitutes 60-80 % of the total volatile compounds. Fruity, bitter and pungent tastes in virgin olive oil provide consumer appeal by having a positive impact on sensory quality. In this study, volatile aroma compounds in virgin olive oil, and the factors that have impact on their formation, and the effects of them on sensory quality of the olive oil were emphasized..

**Keywords:** Virgin olive oil, volatile compounds, aroma

\*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ dilsat@mku.edu.tr

☎ (+90) 326 245 5832

☎ (+90) 326 245 5832

## GİRİŞ

Natürel zeytinyağı, zeytin meyvesinden tamamen mekanik yollarla elde edildiği için, diğer bitkisel yağlardan farklı olarak meyveye özgü antioksidan bileşenlerini ve aromasını muhafaza etmektedir (1, 2). Zeytinyağının besin değeri, yüksek oleik asit içeriği ve antioksidan özellikteki (polifenoller gibi) bileşenlerinden (3, 4), lezzeti ve aroması ise yağda bulunan minör bileşenlerden kaynaklanmaktadır (5-7). Bu minör bileşenler uçucu ve uçucu olmayan özelliklere sahiptir. Fenolikler ve pigmentler gibi uçucu olmayan bileşenler yağda saflığı belirtmesinin yanı sıra, özellikle fenolik bileşikler yağa acılık ve burukluk gibi duysal özellikleri (8, 9), klorofil ve karotenoidler ise zeytinyağına renk-görünüş özelliği kazandırır (10). Böylece, yağın kıvam, akışkanlık, renk gibi diğer fiziksel özellikleri de duysal algıya dolaylı olarak katkı sağlamaktadır. Natürel zeytinyağında bulunan uçucu bileşenler ise yağın tüm lezzet ve aromasına katkıda bulunarak tüketici beğenisinde ve duysal kalitede önemli bir rol oynar (11-13). Natürel zeytinyağının bu kendine has aroması, bir kalite kriteri olarak kabul edilmektedir (14, 15).

## UÇUCU BİLEŞENLERİN OLUŞUMU VE ETKİLİ FAKTÖRLER

Zeytinyağında doğal olarak bulunan başlıca uçucu bileşenler: alifatik hidrokarbonlar, aromatik hidrokarbonlar, alkoller, aldehitler, ketonlar, eterler, furan türevleri, tiyofen türevleri, esterler ve terpen alkollerdir (2, 16, 17). Zeytinyağındaki uçucu bileşenlerden bazıları, meyve dokusunda bulunmakta, bazıları ise ekstraksiyon sırasında hücre parçalanması ile oksijen varlığında enzimatik reaksiyonlar sonucu oluşmaktadır (18, 19). Uçucu bileşenlerin öncül bileşeni, yağ asitleri (linoleik ve alfa-linolenik asit) ile aminoasitler (lösin, izolösin, valin)'dir (18). Linoleik asitin enzimatik oksidasyonu ile uçucu bileşenlerden 13-hidroperoksit 9,11-oktadekadienoik asit oluşur (Şekil 1). Bunu takiben aldehit liyaz enziminin

Şekil 1. Linoleik ve linolenik asitten uçucu bileşenlerin enzimatik yolla oluşumu (20).

Linoleik asit  $\Rightarrow$  lipoksigenaz  $\Rightarrow$  13-Hidroperoksit Linoleik asit  $\Rightarrow$  hidroperoksit liyaz  $\Rightarrow$  Hekzanal  $\Rightarrow$  alkol dehidrogenaz  $\Rightarrow$  Hekzan-1-ol

Linolenik asit  $\Rightarrow$  lipoksigenaz  $\Rightarrow$  13-Hidroperoksit Linolenik asit  $\Rightarrow$  hidroperoksit liyaz  $\Rightarrow$  cis-3-Hekzen-1-ol

A) cis-3-Hekzen-1-ol  $\Rightarrow$  alkol dehidrogenaz  $\Rightarrow$  cis-3-hekzen-1-ol

B) cis-3-Hekzen-1-ol  $\Rightarrow$  izomeraz  $\Rightarrow$  trans-2-Hekzen-1-ol  $\Rightarrow$  alkol dehidrogenaz  $\Rightarrow$  trans-2-hekzen-1-ol

etkisiyle hekzanal, enzimatik indirgenme ile de hekzan-1-ol oluşur. Linolenik asitin enzimatik oksidasyonunda ise 13-hidroperoksit 9,11,15-oktadekatrienoik asit, aldehit liyazın etkisiyle de cis 3-hekzenal oluşur. Daha ileri enzimatik indirgenmeler ise cis 3-hekzenol ve trans 2-hekzenol oluşumuna neden olur (16, 20).

Yüksek kalitedeki zeytinyağlarında 5 ve 6 karbonlu bileşenler ve özellikle 6 karbonlu uçucu bileşenler (aldehit, alkol ve asetil esterler), linoleik asit ve alfa linoleik asidin hidroperoksitlerinden sentezlenmekte ve toplam uçucu bileşenlerin %60-80'ini oluşturmaktadır (21-23). Yine Şekil 1'de görüldüğü gibi, 5 ve 6 karbonlu bileşenler çoklu doymamış yağ asitlerinden lipoksigenaz enziminin etkisiyle oluşmaktadır (22, 24). Oktanal, nonanal ve 2-hekzenal gibi aldehitler zeytinyağının çeşidinin belirlenmesinde bir parametre olarak kullanılırken, propanol, amil alkoller, 2-hekzenol, 2-hekzanol ve heptanol gibi uçucu alkol bileşenlerinin miktarı, zeytinin türüne bağlı olarak değişmektedir (25, 26). Özellikle hekzanal, trans-2-hekzenal, hekzan-1-ol ve 3-metilbütan-1-ol'ün Avrupa ve Akdeniz Ülkeleri zeytinyağlarının temel uçucu bileşenlerinden olduğu belirtilmiştir (16, 27). Yağda bulunan bu uçucu bileşenlerin kompozisyonu, kendilerini oluşturan enzimlerin miktarı ve aktivitesine göre değişmektedir (17, 28). Uçucu bileşenlerin kompozisyonunu etkileyen diğer faktörler ise tarımsal ve çevresel faktörler ile teknolojik faktörlerdir. Tarımsal faktörler; zeytin çeşidi, olgunluk, fiziksel zararlanmalar, çevresel faktörler; iklim ve zeytinin yetiştiği bölge (29-31), teknolojik faktörler ise hasat yöntemleri, zeytinin depolanması, yıkama, ezme, yoğurma, ekstraksiyon sistemleri ve yağın depolanması olarak gruplandırılabilir (16, 32, 33). Aparicio ve Luna (14), zeytinlerde olgunluğun artmasıyla, uçucu bileşenlerin toplam miktarlarının azaldığını, uçucu bileşenlerden 2-hekzenal'in ham zeytinden, hekzil asetat'ın normal olgunlukta zeytinden, 2-hekzenol'un aşırı olgun zeytinden elde edildiğini belirtmişlerdir.

Ayrıca 2-hekzanol'un meyve kabuğunun sarıdan mora dönüştüğü dönemde maksimum konsantrasyona ulaştığı bildirilmiştir. Angerosa ve ark. (32) ile Tura ve ark. (17), zeytinlerin işleme öncesi sıcak suyla yıkanmasıyla yağların uçucu aroma profillerinin değiştiğini ve özellikle C6 aldehitler ve C5 bileşenlerinin miktarında bir azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Runcio ve ark (28), çekirdeksiz zeytinlerden elde edilen yağlarda C6 ve C5 uçucu bileşiklerin miktarlarının çekirdekli zeytinlere kıyasla daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Tura ve ark. (17), zeytinyağındaki uçucu bileşenlerin oluşumunda ezme işleminde kullanılan çekiçli değirmenlerin, dokuları şiddetli bir şekilde ezeceğinden zeytin kekinde sıcaklık artışına ve buna bağlı olarak hidroperoksit liyaz aktivitesinin düşmesine neden olduğuna dikkat çekmişlerdir. Bu durumda yağın aroması üzerinde olumlu etkide bulunan uçucu bileşenlerden özellikle trans-2-hekzenal, hekzenal ve cis-3-hekzen-1-ol miktarı düşmektedir. Ayrıca, yoğurma süresi ve sıcaklığının artmasıyla da esterler, cis 3-hekzen-1-ol, hekzan-1-ol ve trans-2-hekzen-1-ol'ün miktarlarının azaldığı bildirilmiştir. Zeytin hamurunun yoğrulması sırasında, düşük sıcaklık (<25 °C) ve uygun süre (35-45 dakika) kullanılması, arzu edilen uçucu bileşenlerin oluşumuna yardımcı olmaktadır (22, 34). Üç fazlı santrifüj sistemi ile elde edilen yağlardaki hekzan-1-ol ve trans-2-hekzen-1-ol gibi C6 alkollerin de, presleme ile elde edilen yağlara kıyasla daha düşük olduğu, bunun da üç fazlı santrifüjde su kullanılmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (22).

### **UÇUCU BİLEŞENLERİN DUYUSAL KALİTEYE ETKİSİ**

Natürel zeytinyağı, taze ve iyi kalitedeki meyveden elde edildiğinde, kendine has aroma ve lezzeti ile beğenilerek tüketilmektedir. Bu aroma, özellikle aldehit, keton, alkol ve esterlerin kompleks karışımı ile sağlanmaktadır (3, 35). Natürel zeytinyağının duyuşsal olarak tanımlanmasında, pozitif ya da negatif (toplama işleminin kötü olması, zeytin ya da yağın depolanması veya kötü kalitedeki başka yağla karıştırılması) özellikler kullanılmaktadır (35, 36). Lopez-Feria ve ark. (36) tarafından yapılan çalışmada, natürel zeytinyağı, negatif ve pozitif olarak gruplandırılmıştır. Bu özelliklerden negatif karakterde olanlar; küflü, ransit, sirkemsi olarak, pozitif karakterde olanlar

ise; meyvemsi tat, acı ve yakıcı (bitter) tat, keskin ve buruk tat olarak gruplandırılmıştır (35, 37). Natürel zeytinyağındaki pozitif karakterler aşağıda açıklanmıştır.

Meyvemsi tat; duyuşsal açıdan temel pozitif karakter olup, en uygun olgunluk zamanında toplanan taze ve sağlam meyveden elde edilen meyvemsi algıdır (32). Olgunlaşmamış meyveden elde edilen yağların genel karakteri otsu, çimensi veya yaprak gibiyken olgun haldeki meyvenin, yağın koku ve lezzet karakterinde önemli rolü vardır (3). Özellikle yüksek kaliteli yağ aromasına, meyvemsi karaktere ek olarak, taze çimen, yaprak, domates, elma, ceviz kabuğunu hatırlatan yeşil algı eşlik etmektedir (35, 38).

Acı ve yakıcı tat; yeşil ya da yeşile dönük zeytinden elde edilen yağın karakteristik tadıdır (3, 39). Cis-3-hekzen-1-ol ve hekzenal negatif özellikle ilişkilendirilirken, 1-penten-3-on'un pozitif etkisi söz konusudur (34, 40).

Keskin ve buruk tat; özellikle olgun olmayan zeytinlerden elde edilen yağlarda hissedilen bir tattır (39). Uçucu bileşenlerden 1-penten-3-on keskin ve buruk tat üzerinde olumlu etkiye sahipken, trans-2-hekzenal ve hekzenal'ın negatif etkiye sahip olduğu belirtilmiştir (3, 34).

Yağda bulunan kusurlar ise yağa negatif etki yapar ve duyuşsal kalitenin değişmesine neden olurlar. Natürel zeytinyağında fermantasyon, bazı amino-asitlerin dönüşümü, küflerin enzimatik faaliyeti veya oksidatif işlemler sonucunda istenmeyen negatif lezzet oluşabilir (3, 35). Bu kusurların en önemlileri aşağıda verilmiştir.

Küfsü: Yağın bu istenmeyen kokusu, zeytinin yığınlar halinde veya jüt çuvallarda uzun süre bekletilmesi sonucunda, anaerobik fermantasyonun gelişmesiyle olur. Bu durum genellikle yeterli depolama alanına sahip olmayan küçük işletmelerde meydana gelir. Küfsü kokan yağlarda uçucu bileşenlerden özellikle esterlerin ve asitlerin payı oldukça fazladır (3, 39, 41).

Küflü-Nemli: Düşük sıcaklık ve yüksek nemli ortamlarda depolanan zeytinlerde ve bunlardan elde edilen yağlarda, maya ve mantarın gelişimiyle oluşan karakteristik tattır (3, 34, 41). Mantarlar, serbest yağ asitlerini okside ederek,

2-heptanon ve 2-nonanon gibi uçucu bileşenlere dönüştürebilirler. Diğer taraftan mayalar da karbonilli bileşenleri hızlı bir şekilde parçalar. Küflü ve nemli yağlar düşük konsantrasyonlarda trans-2-hekzenali ve ekstra sızma zeytinyağında bulunmayan uçucu bileşenleri, özellikle de C8'leri ve kısa zincirli yağ asitlerini içerir (3).

Çamurumsu tortu: Bu tat, uzun süre tortuyla temas eden zeytinyağlarında oluşur (3, 34).

Sirke-Şarap: Zeytinlerin fermantasyonu sonucu asetik asit, etil asetat ve etanol oluşumuyla sirkemsi ve şarabımsı karakteristik tat meydana gelir (3, 34, 41).

Metalik: zeytinyağı üretimi sırasında özellikle ezme, yoğurma ve depolama aşamalarında, metal yüzeylerle uzun süre temas sonucu meydana gelebilen karakteristik bir tattır. Özellikle 1-penten-3-on'un varlığının yağda metalik bir tat oluşturduğu bilinmektedir (3, 39).

Ransit: Oksidasyona uğrayan yağlarda özellikle doymamış aldehytlerin neden olduğu tat ve kokudur (3, 34, 39).

Zeytinyağlarında 280 uçucu bileşen tespit edilmiş olup, bunlardan 70'inin duysal kaliteye etkisinin önemli olduğu belirtilmiştir (42). Çizelge 1'de natürel zeytinyağı aromasını oluşturan uçucu bileşenler ve duysal tanımları sıralanmıştır.

Yüksek kaliteli yağ aromasına, meyvemsi özelliğin yanında, çimen, yaprak, domates, ceviz kabuğu, kuşkonmaz, elma gibi meyvelerdeki yeşil tat da katkıda bulunur (32). 5 ve 6 karbonlu uçucu bileşenler, zeytinyağı aromasında 'yeşil' koku (yeşil yaprak veya çimen) ile ilişkilendirilmekte ve natürel zeytinyağında en önemli kalite unsuru sayılmaktadır (14, 43). Dhifi ve ark. (2), bu bileşenlerin yağ üretiminin malaksasyon ve ezme aşamaları sürecinde cis-cis-1,4 pentadien yapısını içeren 18 karbonlu doymamış yağ asidinin oksidasyonuna neden olan lipoksigenaz tarafından biyosentezlendiğini belirtmiştir. Buna karşın, C7-C11 tekli doymamış aldehytler, C6-C10 dienaller, 5 karbonlu dallanmış aldehytler ve alkoller ile 8 karbonlu bazı ketonlar, duysal değerlendirmede kusur olarak adlandırılan özelliklerden sorumludur. Aynı zamanda esterlerin meyvemsi, ketonların sabunumsu-meyvemsi koku

ile (35, 44), aldehytlerin genelde yeşil ve meyvemsi aroma ile tanımlandığı belirtilmektedir (17). Uçucu olmayan bileşenlerden olan fenolik bileşenler ise acı, keskin-buruk ve metalik algıya neden olmaktadır (14).

Zeytinyağında bulunan farklı aroma bileşenleri ve polifenollerin konsantrasyonunun zeytinin olgunlaşmasıyla birlikte belli bir noktaya kadar arttığı, zeytinin yarı siyah ve tam siyah renk aldığı periyotta ise en yüksek konsantrasyona ulaştığı belirtilmiştir (32).

Ayrıca zeytinin depolanması sırasında da uçucu bileşenlerin değişime uğradığı ve özellikle aldehyt ve esterlerin azaldığı ifade edilmiştir. (22, 35)

## UÇUCU AROMA BİLEŞENLERİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Zeytinyağında aromayı oluşturan uçucu bileşenlerin ayrımı, tanımlanması ve miktarsal belirlenmesinde birçok analitik yöntem kullanılmaktadır. Bu tür veriler genellikle Gaz Kromatografisi (GC), Kütle Spektroskopisi (MS), GC-MS, GC-olfaktometre cihazlarıyla aroma ekstrat dilüsyon analizi (AEDA), dinamik tepe boşluğu, katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) ve termal desorpsiyon gibi teknikler kullanılarak gerçekleştirilmektedir (45, 46). Son yıllarda dinamik tepe boşluğu teknikleriyle birlikte SPME metodu da zeytinyağında aroma analizleri için kullanılmaktadır (47). SPME, daha yeni, hızlı, basit, ekonomik ve solvent gerektirmeyen bir ekstraksiyon yöntemidir (48, 49). Bu metot ayrıca, komplike aparat kullanımını da gerektirmemektedir. İzolasyon esnasında uçucu ve yarı uçucu bileşenlerin dilüsyonuna yol açmadan GC'nin enjeksiyon blokuna yerleştirilerek uçucu bileşenlerin tanımlanması sağlanmaktadır (50). SPME tekniğinin, natürel zeytinyağındaki aromatik hidrokarbonların belirlenmesinde çözümsüz, güvenilir ve konsantrasyon aşamasına gerek duyulmadan yapılan bir yöntem olduğu belirtilmiştir (51).

## SONUÇ

Natürel zeytinyağında bulunan uçucu bileşenlerin büyük bir kısmı aromaya direkt olarak etki etmektedir. Aroma natürel zeytinyağının en

## Natürel Zeytinyağındaki Uçucu Aroma Bileşenleri...

önemli kalite kriterlerindedir. Dolayısıyla, aromaya katkıda bulunan bileşenlerin saptanması, gerek zeytinyağının saflığının kontrolünde, gerekse duyu kalitesinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Özellikle tüketici beğenisi ve kabul

edilebilirliği açısından natürel zeytinyağının duyu kalitesiyle ilgili yapılan çalışmaların artırılması, zeytinyağı kalitesinin iyileştirilmesi adına atılacak temel adımlardan bir tanesi olacaktır.

Çizelge 1. Zeytinyağındaki Uçucu Bileşenler ve Duyusal Tanımları (3, 35, 40)

Uçucu Bileşenler	Duyusal Tanım	Uçucu Bileşenler	Duyusal Tanım
<b>Aldehitler</b>		<b>Alkoller</b>	
Asetaldehit	Keskin-buruk, acı	Etanol	Alkol
3-Metilbütanal	Malt gibi	Bütan-2-ol	Şarap tadında
Pentanal	Yağimsı, acı	2-metilbütan-1-ol	Şarap tadında, acı
Trans-2-Pentanal	Yeşil elma, acı badem	3-metilbütan-1-ol	Viski, tatlı
Hekzenal	Yeşil, çimen	Pentanol	Meyvemsi, ağır,
Cis-3-Hekzenal	Yeşil, yaprak gibi	3-penten-2-ol	Parfüm gibi, odun
Trans-2-Hekzenal	Yeşil, elma gibi	Hekzanol	Meyvemsi, muz
Heptanal	Yağimsı, acı	Trans-2-hekzen-1-ol	Ot, yaprak gibi
Trans-2-Heptanal	Okside olmuş, keskin	Trans-3-hekzen-1-ol	Ot, tatlı
2,4-Heptadienal	Yağimsı, acı	Cis-3-hekzenol	Yeşil, yaprak gibi
Oktanal	Yağimsı, keskin	Heptan-2-ol	Toprağimsı
Trans-2-Oktanal	Otsu, baharatlı	6-metil-5-hepten-3-ol	Fındıksı, güzel kokulu
Nonanal	Yağimsı, keskin	Oktan-2-ol	Yağimsı
trans,trans-2,4-Nonadienal	Kızartılmış	Otken-3-ol	Küf gibi
Cis-2-Nonanal	Yeşil, yağimsı	Nonanol	Yağimsı, acı
Trans-2-Nonanal	Kâğıt gibi, yağlı	<b>Ketonlar</b>	
Dekanal	Sabun, portakal gibi	Bütan-2-on	Uçuk, meyvemsi
Trans-2-Dekanal	Balık kokulu, yağimsı	1-penten-3-on	Yeşilimsi, keskin
2,4-Dekadienal		Heptan-2-on	Tatlı, meyvemsi
Trans,trans-2,4-Dekadienal	Kızartılmış	6-metil-5-hepten-2-on	Keskin, yeşilimsi
Trans,cis-2,4-Dekadienal	Kızartılmış	Oktan-2-on	Küf, yeşilimsi
Trans-4,5-Epoksi-trans-2-Dekanal	Metalik	1-okten-3-on	Mantar, küf, keskin
<b>Esterler</b>		Trans-β-Damascenone	Haşlanmış elma
Etil asetat	Yapışkan, tatlı	<b>Karboksilik asit</b>	
Bütil asetat	Yeşil, meyvemsi, keskin	Asetik asit	Ekşi, sirke gibi
Hekzil asetat	Yeşil, meyvemsi, tatlı	Propanoik asit	Keskin ekşi
Cis-3-hekzenil asetat	Yeşilimsi, muz gibi	Bütanoik asit	Acı, peynir gibi
Etil propanoat	Meyvemsi, ağır kokulu	3-metilbütirikasit	Ter kokulu
Etil bütanoat	Tatlı, meyvemsi	Pentanoik asit	Nahoş, keskin
Etil isobütirat	Meyvemsi	Hekzanoik asit	Keskin, acı
Propil bütanoat	Ananas, keskin	Heptanoik asit	Acı, yağimsı
2-metil propil bütanoat	Nahoş, şarap gibi	Oktanoik asit	Yağimsı
Etil 2-metil bütirat	Meyvemsi	Diğer bileşenler	
Etil 3-metil bütirat	Meyvemsi	Oktan	Tatlı
Etil sikloheksilkarboksilat	Aromatik meyvemsi	4-metoksi-2-metil-2-bütanethiol	Kuş üzümü, kokusuz
		Guaiacol	Fenolik, yanık

## KAYNAKLAR

1. Morello JR, Motilva MJ, Tovar MJ, Romero MP, 2004. Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chem*, 85: 357-364.
2. Dhifi W, Angerosa F, Serraiocco A, Oumar I, Hamrouni I, Marzouk B. 2005. Virgin olive oil aroma: characterization of some Tunisian cultivars. *Food Chem*, 697-701.
3. Kalua CM, Allen MS, Bedgood Jr DR, Bishop AG, Prenzler PD, Robards K. 2007. Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. *Food Chem*, 100: 273-286.
4. Lerma-García MJ, Herrero-Martínez JM, Ramis-Ramos G, Simo-Alfonso EF. 2008. Evaluation of the quality of olive oil using fatty acid profiles by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. *Food Chem*, 107:1307-1313.
5. Temime SB, Campeol E, Cioni PL, Daoud D, Zarrouk M. 2006. Volatile compounds from chetoui oil and variations induced by growing area. *Food Chem*, 99: 315-325.
6. Sakouhi F, Absalon C, Flamini G, Cioni PL, Kallel H, Boukhchina S. 2010. Lipid components of olive oil from Tunisian Cv. Sayali: Characterization and authenticity. *C. R. Biologies*, 333: 642-648.
7. Servili M, Selvaggini R, Taticchi A, Esposto S, Montedoro GF. 2003. Volatile compounds and phenolic composition of virgin olive oil: optimization of temperature and time of exposure of olive pastes to air contact during the mechanical extraction process. *J Agric Food Chem*, 51(27), 7980-7988.
8. Gutierrez-Rosales F, Rios JJ, Gomez-Rey ML. 2003. Main phenols in the bitter taste of virgin olive oil. structural confirmation by on-line High-Performance Liquid Chromatography Electrospray Ionization Mass Spectrometry. *J Agric Food Chem*, 51: 6021-6025.
9. Siliani S, Mattei A, Innocenti LB, Zanoni B. 2006. Bitter taste and phenolic compounds in extra virgin olive oil: an Empirical Relationship. *J Food Qual*, 29: 431-441.
10. Minguéz-Mosquera M.I, Gandul-Rojas B, Garrido-Fernandez J, Gallardo-Guerrero L. 1990. Pigments present in virgin olive oil. *JAOC*, 67: 192-196.
11. Cavalli JF, Fernandez X, Lizzani-Cuvelier L, Loiseau AM. 2004. Characterization of volatile compounds of French and Spanish virgin olive oils by HS-SPME: identification of quality-freshness markers. *Food Chem*, 88(1), 151-157.
12. Tura D, Failla O, Bassi D, Pedo S, Serraiocco A. 2008. Cultivar influence of virgin olive (*Olea europaea* L.) oil flavour based on aromatic compounds and sensorial profiles, *Sci. Hortic.*, 118:139-148.
13. Tura D, Failla O, Bassi D, Pedo S, Serraiocco A. 2009. Environmental and seasonal influence on virgin olive (*Olea europaea* L.) oil volatiles in northern Italy, *Sci Hortic*, 122: 385-392.
14. Aparicio R, Luna G. 2002. Characterisation of monovarietal virgin olive oils. *Eur J Lipid Sci Technol*, 104:614-627.
15. Escuderosa ME, Sánchez S, Jiménez A. 2010. Virgin olive oil sensory evaluation by an artificial olfactory system, based on quartz Crystal Microbalance (QCM) sensors. *Sensors and Actuators B: Chem*, 147:159-164
16. Kiritsakis AK. 1998. Flavor components of olive oil. A review. *J Am Oil Chem Soc*, 75(6), 673-681.
17. Tura D, Prenzler PD, Bedgood DR, Antolovich M, Robards K. 2004. Varietal and processing effects on the volatile profile of Australian olive oils. *Food Chem*, 84(3), 341-349.
18. Luna G, Morales M, Aparicio R. 2006. Characterisation of 39 varietal virgin olive oils by their volatile compounds, *Food Chem*, 96: 243-252.
19. Fakas S, Kefalogianni I, Marki A, Tsoumpeli G, Rouni G, Gardeli C, Papnikolaou S, Aggelis G. 2010. Characterization of olive fruit microflora and its effect on olive oil volatile compounds biogenesis. *Eu. Lipid Sci Technol.*, 112:1024-1032.
20. Vichi S. 2010. Extraction techniques for the analysis of virgin olive oil aroma. *Olives and Olive oil in Health and Disease Prevention*, 615-623.

21. Conde C, Delrot S, Gerośsa H. 2008. Departamento Physiological, biochemical and molecular changes occurring during olive development and ripening *J Plant Physiol* 165: 1545-1562.
22. Kayahan M, Tekin A. 2006. *Zeytinyağı Üretim Teknolojisi*. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi:15 ISBN 9944-89-207-6, 198 s.
23. Sonia E, Gianfrancesco M, Roberto S, Ibanez R, Agnese T, Stefania U, Maurizio S. 2009. Monitoring of virgin olive oil volatile compounds evolution during olive malaxation by an array of metal oxide sensors. *Food Chem*, 113:345-350.
24. Sabatini N, Marsilio V. 2008. Volatile compounds in table olives (*Olea Europaea* L., Nocellara del Belice cultivar) *Food Chem*, 107:1522-1528.
25. Aparicio R, Morales M, Alonso V. 1997. Authentication of European virgin olive oils by their chemical compounds, sensory attributes and consumers' attitudes. *Journal of Agric. Food Chem*, 45:1076-1083.
26. Manai H, Mahhoup-Haddada F, Oueslati I, Daoud D, Zarrouk M. 2008. Characterization of monovarietal virgin olive oils from six crossing varieties. *Sci. Hortic.*, 115:252-260.
27. Mahhoup-Haddada F, Manai H, Daoud D, Fernandez X, Lizzani-Cuvelier L, Zarrouk M. 2007. Profiles of volatile compounds from some monovarietal Tunisian virgin olive oils. Comparison with french PDO. *Food Chem*, 103:467-476.
28. Runcio A, Sorgona L, Mincione A, Santacaterina S, Poiana M., 2008. Volatile compounds of virgin olive oil obtained from Italian cultivars grown in Calabria. effect of processing methods, cultivar, stone removal, and antracnose attack. *Food Chem* 106:735-740.
29. Ouni Y, Flamini G, Issaoui M, Nabil Y, Cioni PL, Hammami M, Douja D, Zarrouk M. 2011. Volatile compounds and compositional quality of virgin olive oil from Oueslati variety: Influence of geographical origin. *Food Chem*, 124: 1770-1776.
30. Issaoui M, Flamini G, Brahmi F, Dabbou S, Hassine KB, Taamali A, Chehab H, Ellouz M, Zarrouk M, Hammami M. 2010. Effect of the growing area conditions on differentiation between Chemlali and Chétoui olive oils *Food Chem*, 119:220-225.
31. Baccori O, Bendini A, Cerretani L, Guerfer M, Baccori B, Lercker G, Zarrouk M, Ben Miled DD. 2008. Comparative study on volatile compounds from Tunisian and Sicilian monovarietal virgin olive oils. *Food Chem*, 111:22-328.
32. Angerosa F, Servili M, Selvaggini R, Taticchi A, Esposto S, Montedoro G. 2004. Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *J Chromatogr A*, 1054: 17-31.
33. Veillet S, Tomao V, Bornard I, Ruiz K, Chemat F. 2009. Chemical changes in virgin olive oils as a function of crushing systems: stone mill and hammer crusher *C R. Chimie*, 12:895-904.
34. Angerosa F. 2000. Sensory quality of olive oils. In: *Handbook of Olive Oil: Analysis and Properties*. J. Harwood & Aparicio R (editor.), Gaithersburg, Maryland, USA: Aspen publications, Inc.
35. Kaftan A. 2009. Zeytinyağında bulunan bileşenler ve kalite ilişkisi. *Hasad Gıda*, 288:20-25.
36. Lopez-Feria S, Cardenas S, Garcia-Mesa A, Valcarcel M. 2007. Usefulness of the direct coupling Headspace-Mass Spectrometry for sensory quality characterization of virgin olive oil samples. *Anal Chim Acta*, 583: 411-417.
37. Sinelli N, Cerretani L, Di Egidio V, Bendini A, Casiraghi E. 2010. Application of near (NIR) infrared and mid (MIR) infrared spectroscopy as a rapid tool to classify extra virgin olive oil on the basis of fruity attribute intensity. *Food Res Int*, 43 (2010) 369-375
38. Ol as JM, Pérez AG, Rios JJ, Sanz LC. 1993. Aroma of virgin olive oil: biogenesis of the "green" odor notes. *J Agric Food Chem*, 41:2368-2373.
39. Morales MT, Luna G, Aparicio R. 2005. Comparative study of virgin olive oil sensory defects. *Food Chem*, 91(2), 293-301.

40. Yılmaz E, Ögütçü M. 2006. Natürel zeytinyağlarının duyuşal tanımlama testleriyle analizleri. *Hasad Gıda*. 252: 30-38.
41. IOOC. 1996. Organoleptic assessment of virgin olive oil. In COI/T.20/Doc no. 15.
42. Bayrak A, Kıralan M, Çalıkoğlu E, Kara HH. 2010. Ege bölgesi zeytinyağlarının aroma profilleri ve bazı kalite özelliklerinin araştırılması. Ankara üniversitesi bilimsel araştırma projesi kesin raporu, 94s.
43. İlyasoglu H, Özcelik B, Van Hoedc V, Verhec R. 2011. Cultivar characterization of Aegean olive oils with respect to their volatile compounds. *Sci Hortic*, 129:279–282.
44. Reiners J, Grosch W. 1998. Odorants of virgin olive oils with different flavor profiles. *J Agric Food Chem*, 46(7), 2754–2763.
45. Steffen A, Pawliszyn J. 1996. Analysis of flavour volatiles using headspace solid phase microextraction. *Food Chem*, 44:2187-2193.
46. Vichi S, Romero A, Tous J, Tamames E, Buxaderas S. 2008. Determination of volatile phenols in virgin olive oils and their sensory significance. *J Chromatogr A*, 1211: 1-7.
47. Vichi S, Guadayol JM, Caixach J, Lopez-Tamames E, Buxedaras S. 2007. Comparative study of extraction techniques for the analysis of virgin olive oil aroma. *Food Chem*, 105:1171-1178.
48. Kalua CM, Bedgood, DR, Prenzler PD. 2006. Development of a headspace solid phase microextraction-gas chromatography method for monitoring volatile compounds in extended time-course experiments of olive oil. *Anal Chim Acta* 556: 407–414.
49. Baccori B, Temime SB, Campeol E, Cioni PL, Daoud D, Zarrouck M. 2007. Application of solid-phase microextraction to the analysis of volatile compounds in virgin olive oils from five new cultivars. *Food Chem* 102:850-856.
50. Ayhan Z, Döş A. 2004. Gıdalarda katı faz mikroekstraksiyon tekniği ile flavor analizleri. *GIDA*, 29(2): 169-175.
51. Vichi S, Guadayol J, Caixach J, Lopez-Tamames E, Buxedaras S. 2006. Monoterpen and sesquiterpene hydrocarbons of virgin olive oil by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography/mass spectrometry, *J Chromatogr A*, 1125: 117-123.