

ZEYTİN VE ZEYTİNYAĞINDA DOĞAL OLARAK BULUNAN BİYOAKTİF BİLEŞİKLER VE FİZYOLOJİK ETKİLERİ*

Dilşat BOZDOĞAN KONUŞKAN¹, Ali ALTAN¹

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 08.12.2007

ÖZET : Akdeniz beslenme modelinde yer alan gıdalar; özellikle sağlıklı beslenmedeki rolü ve sağlık üzerindeki önemli fizyolojik etkilerinden dolayı son yıllarda kapsamlı bir şekilde araştırılmaktadır. Zeytin ve naturel zeytinyağı da Akdeniz beslenme modelinin önemli bileşenlerinden olup, insan sağlığını olumlu yönde etkileyen bir çok yararlı bileşik içermektedir. Biyoaktif bileşikler de denilen bu bileşiklerin başlıcaları; polifenoller, tokoferoller (E vitamini), fosfolipidler, karotenoidler, klorofiller, steroller ve skualen'dir. Zeytinde doğal olarak bulunan bu bileşiklerin büyük bir kısmı, tamamen fiziksel yollarla elde edilen yağına da geçmektedir. Yapılan bazı çalışmalarda, özellikle zeytin ve zeytinyağının fazla tüketildiği Akdeniz ülkelerinde yaşayan insanlarda, koroner kalp-damar hastalıklarına ve bazı kanser tiplerine yakalanma oranının düşük olduğu belirtilmiştir. Bunun nedeninin ise; zeytin ve zeytinyağında bulunan antioksidan özellikteki biyoaktif bileşenlerden kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu bildiri; zeytin ve zeytinyağında doğal olarak bulunan antioksidan özellikteki biyoaktif bileşikler ve bu bileşiklerin insanlar üzerindeki fizyolojik etkilerini içermektedir.

Anahtar kelimeler: Zeytin, zeytinyağı, biyoaktif bileşikler

ABSTRACT : Foods in the Mediterranean diet have been investigated recently especially for their role in human nutrition and their strong physiological effects on human health. Olive and virgin olive oil are main components of the Mediterranean diet and they contain many useful compounds for human health. Most important of these compounds, which can also be called as bioactive compounds, are polyphenols, tocopherols, phospholipids, carotenoids, chlorophylls, sterols and squalen. A significant proportion of these compounds, which naturally exist in olive, can be found in olive oil extracted by physical means. It has been stated in some studies that there is a lower incidence rate of coronary heart disease and some types of cancer among people in Mediterranean Countries where olive and olive oil consumption is high. Bioactive compounds which have antioxidant characteristic are put forward as main reasons for this lower incidence rate. In this study, antioxidant bioactive compounds which naturally exist in olive and olive oil and their effects on human are investigated.

Keywords:olive, olive oil, bioactive compounds

GİRİŞ

Serbest radikaller ve oksidatif stres, günümüzdeki bir çok kronik hastalığın en önemli faktörleri olarak bilinmektedir. Bu nedenle insanlar, serbest radikalleri etkisiz hale getirebilen antioksidan özellikteki gıdaları, günlük diyetlerinde tüketmeye başlamışlardır (1) Tüketicilerin doğal, katkısız ve sağlığa yararlı gıdaları tercih etmesi Akdeniz beslenme modeline olan talebi her geçen gün artırmaktadır (2).

Son yıllarda Akdeniz diyeti ve bu diyetle yer alan gıdalar, sağlık üzerindeki önemli fizyolojik etkilerinden dolayı kapsamlı olarak araştırılmaktadır (3). Zeytin ve naturel zeytinyağı da Akdeniz diyetinin önemli bileşenlerinden olup, insan sağlığını olumlu yönde etkileyen bir çok yararlı bileşik içermektedir. Biyoaktif bileşikler de denilen bu bileşiklerin başlıcaları; polifenoller, tokoferoller (E vitamini), fosfolipidler, karotenoidler, klorofiller, steroller ve skualen'dir (4). Zeytinde doğal olarak bulunan bu bileşiklerin büyük bir kısmı, tamamen fiziksel yollarla elde edilen yağına da geçmektedir (5).

* Bu çalışma, "2nd International Congress on Food and Nutrition" kongresinde sunulmuştur.

¹ E-posta: dilstat@cu.edu.tr

Yapılan bazı çalışmalarda, özellikle zeytin ve zeytinyağının fazla tüketildiği Akdeniz ülkelerinde yaşayan insanlarda, koroner kalp-damar hastalıklarına ve bazı kanser tiplerine yakalanma oranının düşük olduğu belirtilmiştir (3, 6). Bunun nedeninin ise; zeytin ve zeytinyağında bulunan antioksidan özellikteki biyoaktif bileşenlerden kaynaklandığı bildirilmiştir (7). Zeytinde ve zeytinyağının sabunlaşmayan fraksiyonunda bulunan bu minör bileşiklerin, sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin saptanmasından sonra, tüketicilerin zeytin ve zeytinyağına olan ilgisi de artmıştır. Biyoaktif bileşenlerin zeytin ve zeytinyağındaki miktarları; zeytinin çeşidine, olgunluk durumuna, çevresel faktörlere, yetiştiği bölgenin iklim ve coğrafi durumuna, yağın ekstraksiyon tipine ve depolamaya bağlı olarak değişmektedir (8, 9, 10).

Bu çalışmada, zeytin ve zeytinyağında doğal olarak bulunan antioksidan özellikteki biyoaktif bileşikler ve bu bileşiklerin insanlar üzerindeki fizyolojik etkileri ele alınmıştır.

Zeytin ve Zeytinyağındaki Biyoaktif Bileşikler ve Fizyolojik Etkileri

Fenolik bileşikler

Fenolik bileşikler ve daha yaygın olarak kullanılan ismiyle polifenoller, fenol fonksiyonu içeren bileşiklerdir. En basit fenolik bileşik, bir tane hidroksil grubu içeren benzen yani fenol'dür (11). Zeytinin daha çok meyve etinde bulunan fenolik bileşiklerin büyük bir kısmı, yağa işleme sırasında zeytinyağına da geçmektedir (12). Zeytinde (1-3 g/100 g) ve zeytinyağında (50-800 mg/kg) bulunan fenolik bileşikler; fenolik asitler, fenolik alkoller, flavonoidler, sekoiridoidler ve lignan'lardır (5, 13).

Fenolik bileşiklerin antioksidan etkilerinin anlaşılmasından sonra da, son yıllarda özellikle fenoliklerin sağlık üzerine olan önemli etkilerinin araştırıldığı bir çok çalışma yapılmıştır (5, 14). Bu bileşiklerin, kalp ve damar tıkanıklığı hastalıklarına neden olabilecek LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein)'nin oksidasyonuna karşı koruyucu etkilerinin olduğu belirtilmektedir (15).

Yapılan çalışmalar, günlük diyetinde düzenli olarak zeytinyağı alan insanlarda, fenolik bileşiklerin antioksidan etkisinden dolayı kalp-damar ve kanser hastalıklarına yakalanma risklerinin daha az olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle de yağın başlıca fenolik fraksiyonlarından olan hidroksitirozol, hücre zarlarına nüfuz ederek, araşidonik asit lipoksigenaz'ın etkinliğini inhibe edebilmektedir (16). Hidroksitirozol'ün ve oleuropein'in oksidasyona karşı BHT (bütilendirilmiş hidroksitoluen) ve E vitamininden çok daha etkili antioksidanlar olduğu bildirilmiştir (17).

Zeytinde bulunan fenolik bileşenlerin antioksidan etkisi, benzen halkasındaki hidroksil gruplarının sayısına ve bu grupların buldukları *orto* ve *para* pozisyonuna bağlıdır. Antioksidan etki, *orto* pozisyonunda bulunan kimyasal gruba göre değişir, *orto* pozisyonundaki hidroksil grubu metoksi grubuna göre daha etkilidir. Ancak *para* pozisyonundaki hidroksil grubuna ek olarak, *para* pozisyonunda hidroksil veya metoksi yapısının bulunması antioksidan etkiyi artırır (18, 19, 20).

Fenolik maddeler yağlarda: serbest kök bağlayıcıları, zincir kırıcıları, singlet oksijen yatıştırıcıları olarak görev yaparlar. Fenolik bileşiklerden flavonoller ise, 3-hidroksi-4 keto ve/veya 5-hidroksi-4 keto gruplarında metal inaktivatörleri olarak görev yaparlar (1).

Hidroksitirozol ve oleuropein, LDL'nin oksidasyonunu teşvik eden bakır sülfat'ı inhibe etmektedir. Hidroksitirozol ve oleuropein metal bağlayıcı ve serbest radikal tutucu özelliğe sahiptir. Ayrıca bunlar, insan polimorfonükleer hücreleri veya xantine/xantine oxidase sistemleri tarafından oluşan superoksit anyonlarını tutar. Hidroksitirozol bağırsak epitel hücrelerinde meydana gelen oksidatif stres üzerinde de etkili olmaktadır. Ortodifenolik yapıdan eksik olan tirozol ise etkisiz bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada, insan eritrositlerine zarar veren hidrojen peroksite karşı hidroksitirozol'ün koruyucu etki gösterdiği belirtilmiştir (4, 21).

Tokoferoller

Tokoferollerden, özellikle α , β , γ ve Δ formunda olanlar etkili antioksidanlardır. En yaygın olarak bilinen tokoferol ise α -tokoferoldür. α -Tokoferol, diğer tokoferollere kıyasla yapısında daha fazla hidroksil grubuna sahip olduğu için, her türlü oksidatif etkiye son derece duyarlıdır. α -Tokoferol, E vitamini olarak etkili olmasına karşın, Δ tokoferol antioksidan etkinliği yönünden diğerlerinden daha üstündür (22, 23).

Diğer antioksidanlar gibi tokoferoller de, öncelikle kendileri oksitlenmek suretiyle diğer maddelerin oksitlenmesini önleyerek ya da geciktirerek antioksidan görevi yaparlar (24). Tokoferoller, yağların oksidasyonunda özellikle ilk aşamalarda fenolik bileşiklerle yarış halindedir (25). Tokoferoller singlet (uyarılmış) oksijen'in (1O_2) doymamış yağ asitleri ile reaksiyona girmesini, hem 1O_2 'den enerji transfer ederek singlet oksijeni triplet oksijen haline dönüştürmek ve hem de 1O_2 ile reaksiyona girmek suretiyle önlemektedir (26).

Tokoferoller, zeytinyağı gibi yüksek oranda (%55-83) tek doymamış yağ asitleri (oleik asit) içeren yağların oksidasyonunda, çok doymamışlara göre daha az oranlarda tükenirler. Tokoferolün antioksidan etkisi, sıcaklığa ve fenollerle yarışmalı reaksiyonlarda tokoferollerin kaybolan miktarına bağlıdır (25).

Tokoferoller, bu antioksidan etkileri ile özellikle kalp-damar ve kanser hastalıkları gibi bazı kronik hastalıklarda koruyucu olarak önemli rol oynayan bileşiklerdir (27). Özellikle 1980'lerden sonra E vitamini ve kardiyovasküler hastalıklar arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla çeşitli epidemiyolojik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Stampfer ve Rimm (28), yaptıkları bir klinik çalışmada, en az iki yıl sürekli olarak kullanılan yüksek dozda (<67 mg α tokoferol) E vitamininin, koroner kalp hastalığı riskini yaklaşık %31-65 oranında azalttığını belirlemişlerdir.

Heinoen ve ark. (29), sigara içen erkeklerde uzun süreli (5-8 yıl) olarak günde 50 mg α tokoferol kullanımının prostat kanseri riskini %32, prostat kanserinden ölüm oranını ise %42 azalttığını bildirmişlerdir.

Fosfolipidler

Fosfolipidlerin molekül yapılarında fosforik asit bulunur. Başlıcaları: lesitin, sefalin, fosfatidil inositol, sfingomyelin ve fosfatidik asittir. En yaygın fosfatidler olan lesitin, sefalin ve fosfatidil inositol, yağ asidi köklerinden birinin fosforik asitle yer değiştirdiği bir trigliserid olarak da düşünülebilir (23). Zeytin ve zeytinyağında bulunan fosfatidil kolin (lesitin), çeşitli metabolik hastalıkları tedavi edici, kolesterol düzeyini düşürücü, hayvanlarda ve insanlarda öğrenme ve hafızayı güçlendirici özellikler göstermektedir (30)

Karotenoidler

Karotenoidler, asiklik, monosiklik ve bisiklik yapılarda bulunan, lipofilik bileşiklerdir (24; 31). Karotenoidlerin moleküler iskeletini oluşturan karbon zincirindeki karbon atomları birbirlerine, almalı olarak tek ve çift bağlarla, konjuge (=ardışık) çift bağlarla bağlanırlar (23).

Karotenoidler içerisinde en tanınmış olanı karoten ($C_{40}H_{56}$)'dir (22). Karotenin doğada α , β ve γ olmak üzere üç izomeri bulunmaktadır. α ve β -karoten doğada genellikle birlikte bulunurlar. Her üç karoten de fizyolojik açıdan A vitamininin provitamini (öncüsü) etkisindedir. Karotenoid'lerin başlıca önemli özellikleri, ışığı absorbe edebilmeleri, kolaylıkla izomerize ve okside olmaları, hidrofobik yüzeylere bağlanabilmeleri ve singlet oksijen yataştırıcısı olmalarıdır (22).

Zeytinde bulunan karotenoidler, yağda çözünür özellikte oldukları için, klorofillerle birlikte zeytinyağına da geçerek, yağın kendine özgü yeşil-sarımsı rengini kazandırır (32). Zeytinyağında bulunan karotenoid'ler, renk verme özelliklerinin yanında, polifenoller ve tokoferollerle birlikte antioksidan etkide bulunarak yağın oksidatif stabilitesinde de görev alırlar (33).

Karotenoid'ler özellikle de β -karoten, singlet 1O_2 'nin doymamış yağ asitleri ile reaksiyona girmesini enerji transferi yoluyla önleyen çok etkili yataştırıcılardır (33). Karotenoid'in singlet oksijeni ya da uyarıcıları yataştırıcı etkisi moleküllerindeki konjuge çift bağ sayısına bağlıdır. Konjuge çift bağ sayısı 7 ise uyarıcıları, 9 veya daha fazla ise hem uyarıcıları hem de singlet oksijeni yataştırıcı görev yapar. Bir mol β karoten (11 adet trans formda konjuge çift bağa sahip) 250-1000 mol 1O_2 'nin enerjisini emebilmektedir (23).

Klorofiller

Klorofil a ve b (1-10 ppm) zeytin ve zeytinyağının yeşilimsi renginden, klorofil parçalanma ürünleri olan feofitin a ve b (0.2-24 ppm) ise yağın esmer renginden sorumludur. Klorofiller arasında, zeytinyağında ve diğer bitkisel yağlarda miktar olarak en fazla feofitin a (%70-80) bulunmaktadır (34).

Klorofil ve feofitin, yağın fotooksidasyonunda uyarıcı olarak rol alırlar. Klorofil ve feofitin gibi uyarıcılar (ışın enerjisi toplayıcı-aktarıcı) ışık varlığında yağın oksidasyonunu kolaylaştırıp prooksidan olarak görev yaparlar (35). Klorofiller, ışık olan bir ortamda O₂'yi kullanarak feofitine dönüşür, karanlıkta ise fenolik antioksidanlarla birlikte antioksidan aktivite göstererek zeytinyağının oksidasyonunda önemli rol oynarlar (25).

Skualen

Zeytinde doğal olarak bulunan skualen, sterollerin öncül maddeleri olarak görev alır (36). Zeytinyağının sabunlaşmayan fraksiyonundaki hidrokarbonların büyük bir kısmını (%60-75) da skualen oluşturur (34).

Skualen, vücuda alındıktan sonra, genellikle deri altında depo edilir ve bu özelliğinden dolayı, kozmetikte ve eczacılıkta nemlendirici ve yumuşatıcı olarak kullanılmaktadır. Skualen, aynı zamanda potansiyel bir oksidasyon inhibitörü olarak, serbest radikallere karşı hücreleri koruyucu özelliğe sahiptir (36).

Skualen'in kolesterol sentezinde anahtar rol oynayan beta-hidroksi-beta-metilglutaril-CoA (HMG-CoA) redüktaz enzimin aktivitesini önlediği belirtilmiştir. Böylece, hücre membranı yer değiştirmekte ve dolayısıyla gırtlak, kolon ve pankreas kanserleri riskleri azalmaktadır (30).

Yunanistan' da yapılan geniş kapsamlı bir araştırmaya göre her gün belirli oranda zeytinyağı tüketmek, kadınlar için göğüs kanseri riskini % 25 azaltmaktadır (37). Naturel zeytinyağının bu koruyucu etkisinin, yüksek oranlarda bulunan skualen miktarından kaynaklandığı öne sürülmüştür. Bu da çok sayıda hayvanlar üzerinde yapılan deneylerle kanıtlanmıştır. Bu çalışmaların en geniş kapsamlısı, skualenin fareler üzerinde cilt, kolon ve akciğer kanserinde uygulanmış etkilerinin araştırılmasıdır. Bütün bunlar göz önüne alındığında günlük olarak alınan skualenin, antitümör, antibakteriyel ve antikarsinogenik etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (38).

Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, skualenin göz sağlığı üzerinde de, özellikle retinanın çubuk fotoreseptör hücreleri için, önemli rol oynadığı bulunmuştur. Ayrıca, skualenle beslenen hayvanların vücutlarından, özellikle hekza klorbenzen ve strychnine olmak üzere, daha fazla toksin uzaklaştığı belirlenmiştir (38).

Steroller

Steroid çekirdeği içeren steroller, fizyolojik bakımdan büyük bir öneme sahiptir. Cinsiyet hormonları, safra asitleri, D vitaminlerinin provitaminleri ve adrenakortikohormonlar bu gruba girerler. Steroller kökenlerine göre, hayvan (zoosteroller) ve bitki (fitosteroller) sterollerini olmak üzere, iki gruba ayrılırlar (23).

Steroller, tatsız ve kokusuz olup, genellikle sıcaklığa duyarlıdır. Sterollerin geniş bir biyolojik aktivite ve fiziksel özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Bitki sterollerini (fitosteroller), eczacılık ve gıda endüstrisi için önemli bileşenler olup, kozmetikte emülsifiyer olarak, eczacılıkta ise hormon üretiminin öncü maddesi olarak kullanılırlar (39). Bitkisel yağların bileşimindeki fitosteroller, yağların karakteristik bir özelliği olmasından dolayı, yağların tanımlanması ve tağşışının saptanmasında da kullanılmaktadır (40).

Yapılan çalışmalar, bir çok bitki sterolünün kızartma yağlarında, polimerizasyona karşı etkili inhibitörler olarak oksidatif bozulmayı önlediğini göstermektedir. Özellikle düşük sıcaklıklarda etkisiz gibi görünen steroller yüksek sıcaklıklarda daha aktiftir (24). Fitosterollerin bir kısmı ve esterleri, kalp sağlığı açısından kolesterol düşürücü etkisi nedeniyle diyetle önerilmektedir (40).

Zeytin ve zeytinyağında bulunan toplam sterol içeriği 100-365 mg/100g arasındadır. Toplam sterol'ün yaklaşık 75-90'ını β-sitosterol, %5-20'sini Δ-5 avenasterol, %3-5'ini ise kampesterol oluşturmaktadır (41).

Steroller, yağlarda serbest halde, ya da glikozid, ferulik asit ve yağ asitleri ile esterleşmiş olarak bulunmaktadır. Ferulik asitle esterleşmiş olan sterolün, antioksidatif ve hiperlipidemik etkilerinin yanında, büyümeyi ve hipotalamus aktivitesini artırıcı etkileri olduğu da belirtilmiştir (30).

Bitkisel sterollerin ağız ya da enjeksiyon yoluyla vücuda alınması, bağırsaktaki kolesterol emilimini engelleyerek, plazma ve LDL kolesterol konsantrasyonlarının azalmasına sebep olmaktadır (38). Yüksek kolesterolü diyetlerde, günlük 740 mg fitosterol alımı ile dikkate değer lipid düşürücü sonuçlar görülmüştür. Dolayısıyla doğal zeytinyağı bakımından zengin olan diyetlerle fitosterol alımının, özellikle kolesterolce zengin gıdalar tüketen hiperlipidemik hastalarda, serum kolesterol konsantrasyonlarına etkisi önemlidir (37, 38).

Von Holtz ve ark.(42), zeytinyağındaki β -sitosterol'ün, prostat kanseri hücrelerinin gelişimini %24 oranında yavaşlattığını belirtmişlerdir. Ayrıca β -Sitosterol'ün iyi huylu prostatik tümör hiperplas uygulamasında etkili olduğu bildirilmiştir. β -Sitosterol'ün yapay ortamda kolon, göğüs ve mide kanseri hücreleri üzerine etkisi de araştırılmış ve β -sitosterol'ün farelerin kolonlarındaki kanserojen etkiyi azalttığı bildirilmiştir (38).

SONUÇ

Sağlık için gıda tüketiminin hızla arttığı şu günlerde, beslenme ile insan sağlığı arasında çok güçlü bir ilişkinin olduğu gerçektir. Bu gerçeği benimseyen tüketiciler ise, sağlıklı beslenme modellerinden olan Akdeniz beslenme modelini diyetlerinde bilinçli olarak uygulamaya başlamışlardır. Bu beslenme modelinin temel bileşenlerinden olan zeytin ve zeytinyağı, insan sağlığı ve fizyolojisini olumlu yönde etkileyen önemli biyoaktif bileşikler içermektedir. Yapılan kapsamlı araştırmalardan elde edilen sonuçlar, zeytin ve zeytinyağında bulunan; polifenoller, tokoferoller, fosfolipidler, karotenoidler, klorofiller, steroller ve skualen gibi biyoaktif bileşiklerin, özellikle son yıllarda çok sık görülen kalp-damar rahatsızlıkları ve çeşitli kanser tiplerine yakalanma riskini azalttığı yönündedir. Bu bağlamda, zeytin ve zeytinyağının, tüketiciler tarafından bilinçli bir şekilde tüketiminin artırılması, biyoaktif bileşiklerin yapılarını ve insan sağlığı üzerine etkilerini aydınlatarak kapsamlı araştırmaların yapılması, sağlıklı beslenme adına atılacak önemli adımlar olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Babich H, Visioli F. 2003. In vitro cytotoxicity to human cells in culture of some phenolics from olive oil. *I Farmaco*, 58 : 403- 407.
2. Bianco A, Uccella N. 2000. Biophenolic components of olives. *Food Research International*, 33 : 475-485.
3. Wahrburg U, Kratz M, Cullen P. 2002. Mediterranean diet, olive oil and health. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104 : 698-705.
4. Visioli F, Poli A, Galli C. 2002. Antioxidant and other biological activities of phenols from olives and olive oil, *Medicinal Research Reviews*, 22 : 65-75.
5. Ryan D, Antolovich M, Prenzler P, Robards K, Shimon L. 2002. Biotransformations of phenolic compounds in *olea europaea* l. *Scientia Horticulturae*, 92 : 147-176.
6. Owen RW, Mier W, Giacosa A, Hull WE, Spiegelhalter B, Bartsch H. 2000. Phenolic compounds and squalene in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and squalene, *Food and Chemical Toxicology*, 38 : 647-659.
7. Servili M, Montedoro GF. 2002. Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104 : 602-613.
8. Rotondi A, Magli M. 2004. Ripening of olives var. correggiolo: modification of oxidative stability of oils during fruit ripening and oil storage. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2 : 193-199.
9. Torres MM, Maestri DM. 2006. The effects of genotype and extraction methods on chemical composition of virgin olive oils from traslasierra valley (Cordoba, Argentina). *Food Chemistry* 96 : 507-511.
10. Canbaş A, Fenercioğlu H. 1987. Adana'da yetiştirilen bazı zeytin çeşitlerinin yeşil ve siyah salamuraya işlenmeleri üzerinde araştırmalar. TÜBİTAK TOAG, ABBAÜ-32, Ankara.
11. Cemerioğlu B, Yemenicioğlu A, Özkan M. 2001. *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*, Başkent Klşe Matbaacılık 328s, Ankara
12. Del Rio JA, Baidez AG., Botia JM., Ortuno A. 2003. Enhancement of phenolic compounds in olive plants (*olea europaea* l.) and their influence on resistance against *phytophthora* sp. *Food Chemistry*: 83, 75-78.
13. Artajo LS, Romero MP, Morello JR, Motilva MJ. 2006. Enrichment of refined olive oil with phenolic compounds: evaluation of their antioxidant activity and their effect on the bitter index. *J. Agric. Food Chem.*, 54 : 6079-6088.
14. Tzarbopoulos A, Gikas E, Papadopoulos N, Aligiannis N, Kafatos A. 2003. Simultaneous determination of oleuropein and its metabolites in plasma by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B*, 785 : 157-164.
15. Visioli F, Galli C. 1998. Olive oil phenols and their potential effects on human health. *J. Agric. Food Chem.*, 46 : 4292-4296.

16. Owen RW, Haubner R, Mierb W, Giacosa A, Huld WE, Spiegelhalder B, Bartscha H. 2003. Isolation, structure elucidation and antioxidant potential of the major phenolic and flavonoid compounds in brined olive drupes. *Food and Chemical Toxicology*, 41 : 703–717.
17. Aruoma OI, Deiana M, Jenner A, Halliwell B, Harpalkash K, Banni S. 1998. Effect of hydroxytyrosol found in extra virgin olive oil on oxidative dna damage and on low-density lipoprotein oxidation. *J. Agric. Food Chem*, 46:5181-5187.
18. Nergiz C, Ünal K. 1989. Naturel zeytinyağında bulunan fenolik bileşikler ve stabiliteye olan etkileri, E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Cilt : 7, Sayı : 2.
19. Baldioli M, Servili M, Perretti G, Montedoro GF. 1996. Antioxidant activity of tocopherols and phenolic compounds of virgin olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73 : 1589-1593.
20. Tuck KL, Hayball PJ. 2002. Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects, *Journal of Nutritional Biochemistry*, 13 : 636-644.
21. Visioli F, Galli C. 2002. Biological properties of olive oil phytochemical. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42, 3 : 209-220.
22. Kayahan M. 2003. *Yağ Kimyası*. ODTÜ Yayıncılık, 220 s, Ankara.
23. Altan A. 1989. *Yemeklik Yağ Teknolojisi* Ders Notları. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (Yayınlanmamış), Adana.
24. Bailey A.E. 1951. *Industrial oil and fat products*. Second Completely Revised and Augmented Edition, 967 s. New York, USA.
25. Velasco J, Dobarganes C. 2002. Oxidative stability of virgin olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104 : 661-676.
26. Mistry BS, Min DB. 1992. Oxidized flavor compounds in edible oils, *Off Flavors in Foods and Beverages*, Charalombos, (Ed.) 732s.
27. Lopez Ortiz CM, Prats Moya, MS, Berenguer V. 2006. A Rapid chromatographic method for simultaneous determination of β -sitosterol and tocopherol homologues in vegetable oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 : 141-149.
28. Stampfer M, Rimm E. 1995. Epidemiologic evidence for vitamin e in prevention of cardiovascular disease: *Am. J. Clin.Nutr.*, 62 : 1365-1369.
29. Heineon O, Albanes D, Virtamo J. 1998. Prostate cancer and supplementation with alpha-tocopherol and beta-carotene: incidence and mortality in a controlled trial. *J. Natl. Cancer Inst.*, 90 : 440-446.
30. Bayaz M, Mehenktaş C. 2004. Lipid bazlı biyoaktif bileşikler. Türkiye 8. Gıda Kongresi, 26-28 Mayıs 2004, Bursa.
31. Minguez-Mosquera MI, Hornero-Méndez D, Pérez-Gálvez A. 2002. Carotenoids and provitamin A in functional foods. *Methods of Analysis for Functional Foods and Nutraceuticals*. Minguez-Mosquera MI. (eds). Crc Press Llc, 57 s.
32. Roca M, Gandul-Rojas B, Gallardo-Guerrero L, Minguez-Mosquera MI. 2003. Pigment parameters determining Spanish virgin olive oil authenticity: stability during storage. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 80 : 12 : 1237-1240.
33. Psomiadou E, Tsimidou M. 2002. Stability of virgin olive oil. 1. Autoxidation studies. *J. Agric. Food Chem*. 50 : 716-721.
34. Minguez-Mosquera MI, Rejano-Navarro L, Gandul-Rojas B, Sanchez-Gomez AH, Garrido-Fernandez J. 1991. Color-pigment correlation in virgin olive oil. *JAOC*, 68 : 332-336.
35. Aparicio R, Roda L, Albi MA, Gutierrez F. 1999. Effects of various compounds on virgin olive oil stability measured by rancimat. *J. Agric. Food Chem*. 47 : 4150-4155.
36. Lu HT, Jiang Y, Chen F. 2004. Determination of squalen using high-performance liquid chromatography with diode array detection, *Chromatographia*, 59 : 367-371.
37. Trichopoulou A, Katsouyanni K, Stuver S. 1995. Consumption of olive oil and specific food groups in relation to breast cancer risk in Greece. *J. Natl. Cancer Inst.*, 87 : 110-116.
38. Asman G, Wahrburg U. 2007. Zeytinyağının azınlık bileşenlerinin sağlık üzerine etkileri. www.foodinfo.net.
39. Abidi SL. 2001. Chromatographic analysis of plant sterols in foods and vegetable oils. *Journal of Chromatography A*, 935 : 173-201.
40. Toivo J, Piironen V, Kalo P, Varo P, 1998. Gas chromatographic determination of major sterols in edible oils and fats using solid-phase extraction in sample preparation. *Chromatographia*, 48 : 745-750.
41. Boskou D. 1996. *Olive oil chemistry and technology*. 170 s. Department of Chemistry Aristotle University of Thessaloniki. Thessaloniki, Greece.
42. Von Holtz RI, Fink CS, Awad AB. 1998. Beta-sitosterol activates the sphingomyelin cycle and induces apoptosis in Incap human prostate cancer cells. *Nutr. Cancer*, 32 : 8-12.