

BİTKİSEL YAĞLARDA OLEİK ASİT MİKTARININ ARTTIRILMASI VE YAĞ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Sinan Duru*, Dilşat Bozdoğan Konuşkan

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

Geliş tarihi / *Received*: 15.04.2014

Düzeltilerek Geliş tarihi / *Received in revised form*: 26.06.2014

Kabul tarihi / *Accepted*: 29.06.2014

Özet

Son yıllarda yağ kalitesi ve sağlık üzerine olumlu etkilerinin belirlenmesiyle bitkisel yağlarda yağ asidi kompozisyonu önemli hale gelmiştir. Yağlı tohumların yağ asitleri kompozisyonu sürekli sabit olmayıp türlere özgü karakteristik farklılıklar gösterdiği gibi, genetik, ekolojik, morfolojik, fizyolojik ve kültürel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, bitkisel yağlarda yağ asitleri kompozisyonunda hangi koşullarda nasıl bir değişim meydana geleceğinin bilinmesi, yağ kalitesi açısından önemlidir. Yağ asitleri kompozisyonunu değiştirmek amacıyla bir çok çalışma yapılmaktadır. Özellikle oleik asit miktarı artışının yağın raf ömrü, oksidasyon stabilitesi ve sağlık (kalp, damar hastalıkları, kanser) üzerine olumlu etkileri yapılan çalışmalarla belirlenmiştir. Bu derlemede bitkisel yağlarda oleik asit miktarının artırılmasına yönelik çalışmalar, yağ kalitesi üzerine etkileri ve gıda sanayinde kullanım alanı üzerinde durulmuştur.

Anahtar kelimeler: Bitkisel yağlar, yağ asitleri, oleik asit, kalite.

INCREASING LEVEL OF OLEIC ACID IN VEGETABLE OIL AND IT'S EFFECTS ON OIL QUALITY

Abstract

In recent years fatty acid composition of vegetable oil has become important due to determination of its positive effects on oil quality and health. Fatty acid composition of oil seed is not always constant and characteristic differences among species exist. In addition to that fatty acid composition varies depending on genetic, ecological, morphological, physiological and cultural factors. Thus, it is important to determine how fatty acid composition changes at which conditions because it effects oil quality. Many scientific studies have been done to alter fatty acid composition. It was determined that particularly increase of oleic acid content has positive effects on shelf and life oxidation stability of oil, and health (heart, vascular diseases and cancer). In this review it had been focused on the studies to increase oleic acid level in vegetable oil, its effects on quality of vegetable oil and its usage areas in food industry.

Keywords: Vegetable oils, fatty acids, oleic acid, quality.

*Yazışmalardan sorumlu yazar / *Corresponding author*;

✉ s.duru85@hotmail.com,

☎ (+90) 531 396 8659,

☎ (+90) 412 223 1866

GİRİŞ

Temel gıda bileşenlerinden biri olan yağlar, sadece yüksek enerji kaynağı olmayıp, yağda çözünen vitaminleri içermeleri (A, D, E, K), proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturmaları ve sağlık üzerindeki etkileri nedeniyle oldukça önemlidir (1, 2). Yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerini, yağın büyük bir kısmını oluşturan yağ asitlerinin oranları ve kompozisyonu belirlemektedir (3). Gıdalarda yaygın olarak bulunan doymuş yağ asitleri palmitik (C 16:0) ve stearik (C 18:0), doymamış yağ asitleri oleik (C 18:1), linoleik (C 18:2) ve linolenik (C 18:3) asit olmakla beraber, tekli doymamış yağ asitlerinde yaygın olan yağ asidi oleik asit ve çoklu doymamış yağ asitlerinde yaygın olan ise linoleik asittir (4). Çoklu doymamış yağ asitlerinin kan düzeyindeki durumu biyolojik işaret olarak dikkate alınır (5). Doymamış yağ asitlerinin her biri ayrı biyokimyasal rollere sahiptir ve birinin yaptığı görevi diğeri yapamaz (6). Genel olarak bitkisel yağların yağ asitleri profili besin değeri ve kalite özellikleri üzerine etki eder (7). Özellikle oleik asit, insan vücudunda en çok bulunan yağ asidi olup; yağ asitlerinin yarısını oluşturur (8). Bileşiminde yüksek oleik asit içeriği olan yağların insan sağlığı açısından birçok faydası vardır. Bu yağlar arteriosklerozise (damar sertliğine) yol açmadıkları gibi kanda HDL (iyi huylu kolesterol) yapısına girerek mevcut arteriosklerozisi geriletmektedir (9). Yapılan in vitro ve in vivo çalışmalarda oleik asidin kanser üzerine etkisi incelenmiş ve göğüs, kolorektal ve prostat kanseri oluşum riskini azalttığı gözlenmiştir (10). Oleik ve linoleik asit miktarı yağın önemli kalite özelliklerinden olan oksidatif stabiliteyi de etkilemektedir.

Sağlık, beslenme ve yağ kalitesi açısından yararlarının anlaşılmasından dolayı son yıllarda yüksek oleik asit içerikli bitkisel yağların üretimi ve tüketimi tercih haline gelmiştir (7). Bu derlemede son yıllarda özellikle ayçiçek, kanola, soya, yerfıstığı ve pamuk gibi bitkisel yağlarda oleik asit içeriğinin artırılmasına yönelik çalışmalar hakkında bilgi verilerek, oleik asit içeriğinin yağ kalitesi üzerine etkilerinden bahsedilmiştir.

OLEİK ASİT MİKTARININ ARTIRILMASINA YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Bitkisel yemeklik yağların kalitesi oleik (omega

9), linoleik (omega 6) ve linolenik (omega 3) yağ asitlerinin kompozisyonuyla ilişkilidir (11). Oleik ve linoleik asit bitkisel yağlarda önemli yağ asitleri olmakla birlikte oksidatif stabilite gibi özelliği etkilemektedir (12). Oleik/linoleik asit oranı yüksek olan bitkisel yağlar oksidasyona daha dirençli, raf ömrü daha uzun ve tat gelişimi daha olumlu olduğu için oleik/linoleik asit oranı yüksek olan bitkisel yağlar kızartmalarda tercih edilmektedir (13, 14). Bunun nedeni oleik asidin (C18:1), linoleik aside göre 10 kat (C 18:2), linolenik aside (C 18:3) göre ise 15 kat daha fazla oksidasyona dirençli olmasıdır (15). Bundan dolayı son yıllarda yağların oksidasyon ve termal kararlılıklarını artırmak için linoleik asit miktarı azaltılmış, oleik asit miktarı artırılmış bitkisel yağların piyasaya sürülmesi gibi bir eğilim olmuştur (16).

Yağlı tohumların yağ asitleri kompozisyonu sürekli sabit olmayıp; türlere özgü karakteristik farklılıklar gösterdiği gibi, genetik, ekolojik, morfolojik, fizyolojik ve kültürel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle, bitkisel yağlarda yağ asitleri kompozisyonunda hangi koşullarda nasıl bir değişim meydana geleceğinin bilinmesi, yağ kalitesi açısından önem arz etmektedir (3, 17).

Bitkisel doğal yağlar, çoğunlukla oleik ve linoleik asitler içeren trigliserit karışımlardan oluşmaktadır (18). En önemli bitkisel yağlardan olan ayçiçek yağı tabii olarak linoleik asit oranı zengin, oleik asit oranı düşük bir yağdır. Yapılan çalışmalar ayçiçek yağının yağ asitleri kompozisyonunun genetik ve çevre koşullarına bağlı olduğunu göstermiştir (7). Soldatov ve ark. (19), *vnimk 8931* ayçiçeği tohumunun oleik asit oranını kimyasal mutajenes yoluyla %65'in üzerine yükseltmişlerdir. Yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağı 1980'li yılların sonlarına doğru ortaya çıkmasına rağmen 1998 yılında NuSun (%60 oleik asit içeren ayçiçek yağı) adıyla ticari olarak ilk kez Amerika Birleşik Devletlerinde üretilmiş ve satışa sunulmuştur (20). Daha sonrasında CAC (Codex Alimentarius Committee) tarafından 2005 yılında ayçiçek yağı; ticari (%14-39 oleik asit içeren), orta (%42-72 oleik asit içeren) ve yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağı (%75-91 oleik asit içeren) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır (7). Ülkemizde ise son yıllarda oleik asit içeriğince zengin ayçiçeği tohumlarının yetiştirilmeye başlanması ile 2011 yılında ayçiçek yağı standardına, yüksek oleik asit (%75 ve üzeri)

içerikli ayçiçek yağı sınıfı ilave edilerek revize edilmiştir (21).

Oleik asit oranı yüksek olan ayçiçek yağı tek başına kullanıldığı gibi, soya ve kanola yağları ile karıştırılarak linolenik asit oranını %2-3'e düşürmek için de kullanılabilir (22). Bunun yanında ayçiçek yağı, raf ömrünü uzatmak amacıyla tekli doymamış yağ asitleri bakımından zengin olan kanola ve palm yağları ile de karıştırılmaktadır (23). Bitkisel yağlarda yağ asitleri kompozisyonu üzerinde genetik, çevresel ve teknolojik faktörler etkili olabilmektedir.

Genetik Faktörler

Bitkisel yağlarda yağ asit içeriğinin genetik faktörlerle arasındaki ilişki konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Fernandez Martinez (24), ayçiçek yağında yüksek oleik asit içeriğini etkileyen Ol 1, Ol 2 ve Ol 3 adlı 3 gen ile ilişkili olduğunu belirtmiştir. Barkley ve arkadaşları (13) ise yağ sentezi sırasındaki desaturaz 2 (FAD2) enzimi sayesinde ol1ol1ol2ol2 genlerinin çaprazlanması sonucu %80 oleik asit içeren yerfıstığı yağı elde etmişlerdir. FAD2 geni soya fasulyesinde FAD2-1 ve FAD2-2, yerfıstığı yağında ise FAD2A ve FAD2B şeklindedir (25, 26). Oleik asit, FAD2 geni tarafından kodlanan $\Delta 12$ -desaturaz tarafından desaturasyon ile tek bir adımla linoleik asit'e metabolize edilir (27). Ancak bu olayı katalize eden enzimler genetik ve çevresel faktörler (sıcaklık) sayesinde oleik asit sentezi üzerine olumlu etki yapmaktadır (3). Kinney ve ark. (27), soya yağında oleik asit oranını %85'e kadar yükseltirken, doymamış yağ asidi oranı ise %6'nın altına indirmiştir. Oleik asit oranı yüksek olan bitkisel yağ elde etmek için FAD2'nin mutasyona uğramış allel seçimli yağlı tohum yetiştirilmesi basit bir stratejidir (26). Pamuk yağında ise yağ asitlerine etki eden ghFAD-2 genine $\Delta 12$ -HP (harpin) enziminin etkisi sayesinde oleik asit oranı %13'den %78'e yükseltilmiş, linoleik asit miktarı ise %59'dan %4'e indirilmiştir (28). FAD-2 geninin alellenmesi sonucunda ayçiçeği tohumunun oleik asit oranı %29'dan %84'e, kanolada %57'den %89'a, soyada %24'den %84'e ve yerfıstığı tohumunda ise %55'den %76'ya kadar yükseltilmiştir (29).

Çevresel Faktörler

Sıcaklık

Yağlı tohumların yetiştirilmesi sırasında çevre faktörlerinden biri olan sıcaklık faktörünün yağ

asitleri (özellikle oleik ve linoleik asit) oranını etkilediğine dair bir takım araştırmalar yapılmıştır. Kinman ve ark. (30), ayçiçeği bitkisinin yetiştirilmesi sırasında çevre etkisinin ayçiçek yağı kompozisyonu üzerine etkisini inceledikleri çalışmada, soğuk iklimde yetiştirilen ayçiçeğindeki linoleik asit oranının %70'lere çıktığını, ılıman ve sıcak iklimlerde yetiştirilen ayçiçeğinde ise bu oranın %30'lara kadar indiğini saptamışlardır. Demurin ve ark. (31), ayçiçeği tohumunun yetiştirilmesi sırasında sıcaklığın 1°C artışı ile oleik asit miktarının %2 oranında arttığını belirlemişlerdir. Ayçiçeği ve soya tohumlarının yetiştirilmesi sırasında, sıcaklık ve CO₂ etkisinin araştırıldığı iki ayrı çalışmada sıcaklık artışının oleik asit miktarlarını arttırdığı, linoleik asit oranlarını ise azalttığı belirtilmiştir (32). Sıcaklıkla ilgili yapılan diğer bir çalışmada ise çimlenme sırasında 10°C'nin altındaki sıcaklıklarda yetiştirilen ayçiçeklerinde tohum yağındaki linoleik asit/oleik asit oranı ile çimlenme kapasitesi arasında ters ilişki bulunduğu saptanmıştır (33).

Yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağının yüksek sıcaklıklarda stabilitesini artıran en önemli etken içerdiği tokoferollerdir (34). Tokoferollerin içeriğini genotip ve çevre şartları etkilemektedir. Dorrell ve ark. (7), alfa tokoferollerin toplam tokoferollerin %95'ini oluşturduğunu belirtmiştir. Ancak γ (Gama) tokoferol içeren yüksek oleik asitli ayçiçek yağı α (alfa) tokoferol içeren yüksek oleik asitli ayçiçek yağından 180°C'de daha fazla aktivite göstermiştir (35). Yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağının tokoferol oranının yüksek olmasından dolayı kalp hastalığını önlemede önemli bir diyet yağ kaynağı olacağı kabul edilmiştir (36). Lampi ve ark. (37), yüksek oranda γ tokoferol ve oleik asit içeren kanola ve soya yağlarının kızartma işleminde polimerizasyon oluşumuna karşı direnç gösterdiğini belirtmiştir. Warner ve ark. (38), orta ve yüksek oleik asit içerikli ayçiçek yağının γ ve δ tokoferollerile zenginleştirilerek oksidasyon kararlılığının artırılması üzerine çalışmıştır.

Kültürel Faktörler

Sıcaklık dışında tohumların olgunlaşma ve ekim zamanı ile oleik asit oranının değişimi üzerine araştırmalar yapılmıştır. Baydar ve ark. (15), kanola bitkisinde çiçeklenmeden olgunlaşmaya doğru oleik asit oranının arttığı, palmitik, stearik ve linoleik asit oranının azaldığını belirtmişlerdir.

Çoşge ve ark. (33) ise ayçiçeği bitkisinde ortam sıcaklığı ve toprak nemi tohumdaki yağ oranını olumlu etkilerken geç ekim oleik asit miktarının azaldığını belirtmişlerdir.

Bitkisel yağlarda oleik asit içeriğini olumlu etkileyen faktörlerin yanında olumsuz etkileyen faktörler de saptanmıştır. Khaliq ve ark. (39), nitrojen oranının artırılmasıyla ayçiçek yağında linoleik ve palmitik asit oranının arttığını, oleik asit oranının ise azaldığını belirtmişlerdir. Sulama yapılarak ya da yapılmadan yetiştirilen ayçiçeğinden elde edilen ayçiçek yağında ise yağ asidi içeriği hakkında karşılaştırmalı bir çalışma da Türkiye'de yapılmış olup, sulamanın oleik asit üzerine negatif etkisi olduğu anlaşılmıştır. Sulama yapılmadan yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde %29.06 oranında oleik asit bulunurken, sulanarak yetiştirilen ayçiçeği bitkisinde ise %24.89 oranında oleik asit saptanmıştır (40).

OLEİK ASİT MİKTARININ YAĞ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Yüksek oleik asit içeren bitkisel yağların birçok kullanım avantajı vardır. Gıda sanayinde uzun ömürlü stabilite gerektiren ticari gıda faaliyetlerinde kullanılabilmeleri nedeniyle kızartma işlemine uygun olması ve kozmetik sektörü dahil kimya sektöründe kullanımının uygun olmasıdır (41, 42). Yüksek oleik asitli ayçiçek yağının yanı sıra yüksek oleik asitli kolza ve kanola yağının yağlayıcı malzemeler için baz yağı olarak kullanımı da giderek artmaktadır (43). Razali ve ark. (44), yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağı ile kızartılmış patates cipslerinin 16 hafta depolama sonucu özelliklerinin değişmediğini belirtmişlerdir. Yapılan bir çalışmada yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağı ve natürel zeytinyağının trans yağ oluşumu açısından benzer özellikler gösterdiği ve 160 °C'deki kızartmalar için daha uygun oldukları saptanmıştır (45). Warner ve ark. (46), %78 oleik asit içeren kanola yağı ile yapılan kızartılmış patates cipsinin, %64 oleik asit içeren kanola yağına göre polar bileşiklerinin daha stabil olduğunu belirtmiştir. Ancak gıda uygulamalarında oleik asit miktarı %65'in üzerinde ise kızartmaya özgü bazı lezzet kaybı meydana geldiği saptanmıştır (47). Ayrıca yüksek doymamış yağ asidi içeren yağlar, özellikle oleik asit içeriği yüksek olan yağlar, düşük viskoziteli ve düşük erime noktasına sahip olduğundan soğuk iklim koşullarında, mikrobiyal yağlar ile yüksek kalitede biyodizel üretimi için

iyi bir hammadde (48, 49). Ancak gıda dışı uygulamalarda oleik asit içeriğinin %90 üzerinde olması gerekmektedir (50).

Orta ve yüksek oranda oleik asit içeren bitkisel yağlar trans yağ içermediğinden dolayı sağlıklı yağlar olarak kabul edilmektedir (51). Yüksek oleik asit içeren bitkisel yağlar, margarin üretiminde daha az işlem gerektireceğinden hidrojenasyon işleminden geçirilerek daha düşük trans yağ içeren margarin elde edilmektedir (52, 53). Ancak margarin üretimi dışında kullanılan yüksek oleik asit içeren ayçiçek yağı deodorizasyon işlemine maruz kalmış ve natürel zeytinyağına ilavesi durumunda ise trans yağ asiti düzeyinde görülen dikkate değer bir artış yüzünden Uluslararası Zeytinyağı Konseyi tarafından (IOOC-UZK) zeytinyağlarında trans yağ asiti izomerleri analizlerinin ve sınır değerlerinin standartlarda yer almasını sağlamıştır (54).

SONUÇ

Yağ ve yağ asitlerinin insan sağlığı ve yağ kalitesi üzerindeki etkileri giderek önemli hale gelmiş ve son yıllarda yağ asitleri üzerindeki çalışmalar hız kazanmıştır. Bitkisel yağlarda oleik asit oranının artmasıyla birçok kalp damar hastalıklarının önlenmesi, oksidasyona karşı direncin arttığı ve buna bağlı olarak kalitenin yükseldiği tespit edilmiştir. Bitkisel yağlarda oleik asit miktarı artışı, yağ kalitesini yükseltmek için önemli bir hedef haline gelmiştir.

KAYNAKLAR

1. Çabukel B, Gönül K, Yalçınkaya T, Misir E. 2009. Türkiye'de Bitkisel Yağ Sektörü ve Alternatif Bir Çözüm, Kanola Yağı, Yıldız Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, 68 s.
2. Alçiçek Z. 2010. Farklı Oranlarda Tuzlanarak Sıcak Tütsüleme ve Sıvı Tütsüleme Teknikleri Uygulanmış Alabalık (*Oncorhynchus mykiss*) Filetolarının Vakum Paketli ve Buzdolabı Koşullarında Depolanmalarının Karşılaştırılması Olarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Bilimleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara, Türkiye, 105 s.

3. Karaca E, Aytaç S. 2007. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *Ondokuz Mayıs Üni. Zir. Fak. Der.*, 22(1): 123-131.
4. Li R, Yu K, Hildebrand D F. 2010. DGAT1, DGAT2 and PDAT Expression in Seeds and other Tissues of Epoxy and Hydroxy Fatty Acid Accumulating Plants, *Lipids*, 45 (2010): 145-157 [in USA].
5. Brenna JT, Salem NJ, Sinclair AJ, Cunnane S C. 2009. α -Linoleic acid supplementation and conversion to n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in humans. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 80 (2-3): 85-91 [in Canada].
6. Wu Q, Liu T, Liu H, Zheng G. 2009. Unsaturated fatty acid: Metabolism, synthesis and gene regulation. *Afr J Biotechnol*, 8 (9): 1782-1785 [in Kenya].
7. Zheljaskov VD, Vick BA, Baldwin BS, Buehring N, Coker C, Astatkie T, Johnson B. 2011. Oil productivity and composition of sunflower as a function of hybrid and planting date. *Ind Crops Prod*, 33(2011) 537-543 [in Netherlands].
8. Blake S. 2010. Understanding Dietary Fats and Oils: *A Scientific Guide to their Health Effects*. 1. Edition, Life Long Press, California, USA, 80 p.
9. Morlok KM. 2010. Food Scientist's Guide to Fats and Oils for Margarine and Spreads Development. Kansas State University Food Science, Manhattan, Kansas, USA, 82 p.
10. Lopez-Miranda J, Perez-Jimenez F, Ros E, De Caterina R, Badimon L, Covas MI, Escrich E, Ordovas JM, Soriguer F, Abia R, Alarcon de la Lastra C, Battino M, Corella D, Chamorro-Quiros J, Delgado-Lista J, Giugliano D, Esposito K, Estruch R, Fernandez-Real JM, Gaforio JJ, La Vecchia C, Lairon D, Lopez-Segura F, Mata P, Menendez JA, Muriana JM, Osada J, Panagiotakos DB, Paniagua JA, Perez-Martinez P, Perona J, Peinado MA, Pineda-Priego M, Poulsen HE, Quiles JL, Ramirez-Tortosa MC, Ruano J, Serra-Majem L, Sola R, Solanas M, Solfrizzi V, Torre-Fornell R, Trichopoulos A, Uceda M, Villalba-Montoro JM, Villar-Ortiz JR, Visioli F, Yiannakouris N. 2008. Olive oil and health: Summary of the II international conference on olive oil and health consensus report, Jaen and Cordoba [in Spain].
11. Mohsennia O, Jalilan J. 2012. Response of Safflower Seed quality characteristics to different soil fertility systems and irrigation disruption. *Int Res J Appl Basic Sci*, 3 (5): 968-976 [in Iran].
12. Suresha GS, Rai RD, Santha I M. 2012. Molecular cloning, expression analysis and growth temperature dependent regulation of a novel oleate desaturase gene (*fad2*) homologue from *Brassica juncea*. *Aust J Crop Sci*, 6 (2): 296-308 [in Australian].
13. Barkley NA, Li Wang M, Pittman RN. 2011. A real-time PCR genotyping assay to detect FAD2A SNPs in peanuts (*Arachis hypogea L.*). *Electron J Biotechnol*, 14 (1): 9-10 [in Chile].
14. Petros Y, Carlsson AS, Stymne S, Zeleke H, Falt AS, Meker A. 2009. Developing high oleic acid in *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass. *Plant Breed*, 128 (6): 691-695 [in USA].
15. Gupta MK, 2005, Bailey's Industrial Oil and Fat Products. In: *Frying Oils*, Shahidi F (chief ed), Volume 2, Academic Press, USA, 15 p.
16. Salem EM, Hamed NA, Awlly OFA. 2012. Implementation of the sunflower seeds in enhancing the nutritional values of cake. *J Appl Sci Res*, 8 (5): 2626-2631 [in Jordan].
17. Dernekbaşı S, Karayücel İ. 2010. Balık Yemlerinde Kanola Yağının Kullanımı. *J FisheriesScience.com*, 4 (4):469-479.
18. İriş E. 2008. Çeşitli Çözücülerle Ayçiçeği Yağı içeren Bineri karışımların Yoğunlukları, Aşırı Molar Hacimleri ve Sıcaklık Bağımlılıkları. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizikokimya Anabilim Dalı Kimya Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Edirne, Türkiye, 58 s.
19. Lacombe S, Souyris I, Berville A. 2009. An insertion of oleate desaturase homologous sequence silences via siRNA the functional gene leading to high oleic acid content in sunflower seed oil. *Mol Genet Genomics*, 281 (1): 43-54 [in Sweden].
20. Foster R, Williamson CS, Lunn J. 2009. Culinary oils and their health effects. *Br Nutr Found Nutr Bull*, (34): 4-47 [in Britain].
21. Anon 2011. Türk Standardları Enstitüsü. TS 886 Yemeklik Ayçiçek Yağı Standardı. 16 Ocak 2011 tarih ve 27817 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
22. Ulusoy BÖ. 2008. Oleik Asidin Terpenol Esterlerinin Üretilmesi ve kızartma Yağlarında Antioksidan Olarak Kullanılması. Hacettepe Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara, Türkiye, 98 s.

23. Farag RS, Abdel-Latif MS, Basuny AM, El Hakem BS. 2010. Effect of non-fried and fried oils of varied fatty acid composition on rat organs. *Agric Biol J N Am*, 1 (4): 501-509 [in USA].
24. Haddadi P, Yazdi-Samadi B, Langlade NB, Naghavi MR, Berger M, Kalantari A, Calmon A, Maury P, Vincourt P, Sarrafi A. 2010. Genetic Control of protein, oil and fatty acids content under partial drought stress and late sowing conditions in sunflower (*Helianthus annuus*), *Afr J Biotechnol*, 9 (40): 6768-6782 [in Kenya].
25. Mroccka A, Roberts PD, Fillatti JJ, Wiggins BE, Ulmasov t, Voelker T. 2010. An Intron Sense Suppression Construct Targeting Soybean FAD2-1 Requires a Double-Stranded RNA-Producing Inverted Repeat T-DNA Insert, *Plant Physiol*, 153 (2): 882-891 [in Britain].
26. Shirasawa K, Koilkonda P, Aoki K, Hirakawa H, Tabata S, Watanabe M, Hasegawa M, Kiyoshima H, Suzuki S, Kuwata C, Naito Y, Kuboyama T, Nakaya A, Sasamoto S, Watanabe A, Kato M, Kawashima K, Kishida Y, Kohara M, Kurabayashi A, Takahashi C, Tsuroka H, Wada T, Isobe S. 2012. In silico polymorphism analysis for the development of simple sequence repeat and transposon markers and construction of linkage map in cultivated peanut. *BMC Plant Biol*, 12 (80): 1-13 [in Britain].
27. Cahoon EB, Clemente TE, Damude HG, Kinney AJ. 2010. *Modifying Vegetable Oils for Food and Non-food Purposes*. Frank DG (chief ed), Volume 4, Academic Press, UK, 32 p.
28. Liu Q, Singh SP, Gren AL. 2002. High-Stearic and High-Oleic Cottonseed Oils Produced by Hairpin RNA-Mediated Post-Transcriptional Gene Silencing. *Am Soc Plant Physiol*, 129 (4):1732-1743 [in USA].
29. Wilson R. 2012. The Role of Genomics and Biotechnology in Achieving Global Food Security for High-Oleic Vegetable Oil. *J Oleo Sci*, 61 (7): 357-367 [in Japan].
30. Turhan H, Cıtaç N, Pehlivanoglu H, Mengul Z. 2010. Effects on Ecological and Topographic Conditions on Oil Content and Fatty Acid Composition in Sunflower. *Bulgarian J Agric Sci*, 16 (5): 553-558 [in Bulgaria].
31. Kalem S, Hassan FU, Bukhsh MA, Mahmood I, Ulah R, Ahmad M, Wasaya A. 2011. Oil and Oil Quality in Different Circles of Mature Sunflower Head as Influenced by Varying Environments. *Pak J Nutr*, 10 (4): 373-377 [in Pakistan].
32. DaMatta FM, Grandis A, Arenque BC, Buckeridge MS. 2010. Impacts of climate changes on crop physiology and food quality. *Food Res Int*, 43 (2010): 1814-1823 [in USA].
33. Coşge B, Ulukan H. 2005. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Yetiştiriciliğimizde Çeşit ve Ekim Zamanı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9-3 (2005).
34. Tarrago-Trani, MT, Phillips KM, Lemar, LE, Holden JM. 2006. New and Existing Oils and Fats Used in Products with Reduced Trans-Fatty Acid Content. *J Am Diet Assoc*, 106 (6): 867-880 [in USA].
35. Warner K, Moser J. 2009. Frying Stability of Purified Mid-Oleic Sunflower Oil Triacylglycerols with Added Pure Tocopherols and Tocopherol Mixtures. *J Am Oil Chem Soc*, 2009 (86):1199-1207 [in USA].
36. Chen M, Kang Y, Wan S, Liu SP. 2009. Drip Irrigation with saline water for oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agric Water Manag*, 96 (2009): 1766-1772 [in Netherlands].
37. Beardsell D, Francis J, Ridley D. 2002. Health Promoting Constituents in Plant Derived Edible Oils. *J Food Lipids*, 9 (1): 1-34 [in USA].
38. Warner K, Miller J, Demurin Y. 2008. Oxidative Stability of Crude Mid-Oleic Sunflower Oils from Seeds with High γ - and δ - Tocopherol Levels. *J Am Oil Chem Soc*, 85 (6):529-533 [in USA].
39. Ishfaq M. 2010. Productivity of Sunflower Hybrids as Influenced by Sulphur-Nitrogen Nutrition and Varying Plant Population, Agriculture University Agriculture Faculty, Faisalabad, Pakistan, 11 p.
40. Erdemoğlu N, Küsmenoğlu Ş, Yenice N. 1997. "Effects of Irrigation on the Oil Content and Fatty Acid Composition of Some Sunflower (*Helianthus annuus* L) Seeds" V. International Symposium on Pharmaceutical Sciences (ISOPS-5), 24-27 Haziran, Ankara, Turkey, 60 p.
41. Tosun A, Özkal N. 2000. *Helianthus Türleri-nin Kimyasal İçeriği Ve Biyolojik Etkileri*. Ankara Ecz Fak Der, 29 (2): 49-74.

42. Scarth R, Tang J. 2006. Modification of Brassica Oil Using Conventional and Transgenic Approaches. *Crop Sci Soc Am*, 46 (3): 1225-1236 [in USA].
43. Tirtash F H, Keshavarzi M, Fazeli F. 2011. Antioxidant Components of *Fumaria* Species (Papaveraceae). *World Acad Sci Eng and Techol*, 50 (2011): 233-236 [in USA].
44. Gunstone FD (ed). 2002. Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses. St Andrews University, Scottish Crop Research Institute, Dundee, Scotland, 83 p.
45. Pineda M., Ferrer-Mairal A, Vercet A, Yagüe C. 2011. Physicochemical Characterization of Changes in Different Vegetable Oil (olive and sunflower) Under several Frying Conditions. *CyTA-J Food*, 9 (4): 301-306 [in Britain].
46. Warner K, Gupta M. 2005. Potato Chip Quality and Frying Oil Stability of High Oleic Acid Soybean Oil. *J Food Sci*, 70 (6): 395-400 [in USA].
47. Ah J, Suneeta P, Komal P, Apurva C. 2011. Choosing the Vegetable Oil For Frying of Food-A Review. *J Adv Dev Res*, 2(2): 213-220 [in Egypt].
48. Wu H, Li Y, Chen L, Zong M. 2011. Production of microbial oil with high oleic acid content by *Trichosporon capitatum*. *Appl Energy*, 88 (1): 138-142 [in Netherlands].
49. Arpivi NL, Yan G, Barbour E L, Plummer J A. 2013. Genetic diversity, seed traits and salinity tolerance of *Millettia pinatta* (L.) Panigrahi, a biodiesel tree. *Genet Resour Crop Evol*, 60 (2): 677-692 [in Netherlands].
50. Ferfua C, Turi M, Vanzozi GP. 2012. Maternal effect on response of oleic acid content to temperature in high oleic sunflower. *Helia*, 35 (57): 19-28 [in Serbia].
51. Van Der Merwe R. 2010. Genotype By Environment Interaction For Oil Quality in High Oleic Acid Sunflower Lines. Free State University, Natural and Agric Sciences Faculty, Plant Sciences Department, Bloemfontein, South Africa, 260 p.
52. Aguirrezabal L, Martre P, Pereyera-Irujo G, Izquierdo N, Allard V. 2009. Crop Physiology. In: *Manag and Breed Strategies for the Improv of Grain and Oil Qual*, Sadras VO, Calderini DF (chief ed), Chapter 16, Academic Press, USA, 388 p.
53. Clemente T, Cahoon E. 2009. Soybean Oil: Genetic Approaches for Modification of Functionality and Total Content. *Plant Physiol*, 151 (3): 1030-1040 [in USA].
54. Dıraman H, Hışıl Y, Gündüz H. 2008. Çeşitli Bitkisel Tohum Yağlarında, Margarinlerde ve Zeytinyağlarında Trans Yağ Asitleri. *Gıda Teknolojileri Elektrik Dergisi (GTED)*, 2008 (3): 1-7.