



Ham ve Rafine Fındık Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi

Songül KESEN⁽¹⁾ Ahmet Salih SONMEZDAG⁽²⁾ Hasim KELEBEK⁽³⁾ Serkan SELLİ^{(4)*}

Özet

Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi fındıklarından elde edilen ham ve rafine yağların genel kimyasal bileşimleri (asitlik, peroksit değeri, renk özellikleri) ve yağ asitleri kompozisyonu incelenmiştir. Ham ve rafine fındık yağlarının yağ asitleri kompozisyonu metil esterleri oluşturularak, FID dedektörlü gaz kromatografisinde (GC) analiz edilmiştir. Ham ve rafine fındık yağlarında her ikisinde de toplam 13 adet yağ asiti belirlenmiştir. Bunlar; miristik, palmitik, palmitoleik, margarik, margoleik, stearik, oleik, linoleik, araşidik, linolenik, gadoleik, behenik ve lignoserik yağ asitleridir. Her iki yağda da oleik asit en baskın yağ asiti olup, bunu palmitik ve linoleik yağ asitleri izlemiştir. Öte yandan, ham ve rafine yağların bazı genel kimyasal bileşenleri de kıyaslanmıştır.

Anahtar kelimeler: Fındık yağı, yağ asitleri, asitlik, peroksit, renk, GC

Fatty Acids Composition of Crude and Refined Hazelnut Oils

Abstract

In this study, general chemical composition (acidity, peroxide values and colour properties) and fatty acid composition of crude and refined oil derived from nuts grown in the Black Sea Region were analyzed. Fatty acids composition of crude and refined hazelnut oils were analysed by forming methyl esters in GC with equipped FID detector. In both of crude and refined hazelnut oils a total of 13 fatty acids were determined. These are myristic, palmitic, palmitoleic, margaric, margoleic, stearic, oleic, linoleic, arachidic, linolenic, gadoleic, behenic and lignoceric fatty acids. In both oil oleic acid was the most dominant followed by palmitic and linoleic fatty acids. Meanwhile, general chemical properties of (acidity, peroxide, color) oils were also compared.

Keywords: Hazelnut oil, fatty acids, acidity, peroxide, colour, GC

Giriş

Fındık (*Corylus avellana* L.), dünya çapında popüler bir kabuklu kuruyemiştir ve ağırlıklı olarak Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi kıyılarında, Güney Avrupa'da (İtalya, İspanya, Portekiz ve Fransa) ve Amerika'nın bazı bölgelerinde (Oregon ve Washington) yetiştirilmektedir. Türkiye dünyanın en büyük fındık üreticisi ve ihracatçısı olup, dünya fındık üretiminde yaklaşık %75'lik paya sahiptir. 2013 verilerine göre kabuklu fındık üretiminde ilk sırada Türkiye (549000 ton), ikinci sırada İtalya

(112643 ton), üçüncü sırada Amerika Birleşik Devletleri (40500 ton) ve dördüncü sırada Gürcistan (39700 ton) yer almaktadır (FAO, 2013).

Fındık, insan yaşamında ve insan sağlığında oldukça önemli yer tutan besin maddelerinden bir tanesidir. Fındık çikolata sanayinde %80 oranında dilinmiş, kıyılmış, öğütülmüş biçimde kullanılmaktadır. Aynı zamanda % 10-12 pastacılık, bisküvi ve unlu mamuller sektörlerinde, %3-4 çerez olarak ve daha az miktarlarda ise dondurma ve yağ sektörlerinde kullanılmaktadır (Tunç ve ark., 2014).

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 28.06.2016

⁽¹⁾Gaziantep Üniversitesi Naci Topçuoğlu Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü, GAZİANTEP

⁽²⁾Gaziantep Üniv. Güzel Sanatlar Fakültesi Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, GAZİANTEP

⁽³⁾Adana Bilim ve Teknoloji Üniv.Müh.ve Doğa Bilimleri Fakültesi- Gıda Müh. Bölümü, ADANA

⁽⁴⁾Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Balcalı, ADANA

Fındık ham yağı, fındık meyvesinden fiziksel işlemler ve ekstraksiyonla elde edilen, kimyasal işlem görmemiş bir yağdır. Yüksek oranda oleik asit içermesinden dolayı vücutta parçalanması ve sindirimi kolay ve düşük erime noktasına sahiptir. Buna göre, bütün sıvı yağlara göre oksitlenme ve acılaşıma süreleri de daha uzundur. Rafine fındık yağı ise ham yağdaki istenmeyen bütün maddelerin yağdan uzaklaştırılması sonucu elde edilen yağdır. Özellikle rafinasyonun deodorizasyon aşamasında yüksek sıcaklık uygulaması nedeniyle uçucu olan aldehitler, ketonlar, yağ alkoller ve sülfür bileşikleri uzaklaşmaktadır. Fındıktaki yağ miktarı bölge, toprak ve çeşide bağlı olarak %50-73 arasında değişmektedir. Fındık yağının bileşimi zeytinyağına benzemektedir ve önceki çalışmalarda en fazla oleik yağ asidi içerdiği (%80), bunu sırasıyla linoleik, palmitik, stearik ve linolenik yağ asitlerinin izlediği tespit edilmiştir (Amaral ve ark., 2006; Alaşalvar ve ark., 2010). Oleik asitin yüksek oranda bulunması yağa dayanıklılık kazandırır ve zenginleştirilmiş diyetlerde kolesterol seviyesini azaltıcı etkisi vardır. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda; oleik asidin kanda kolesterolün yükselmesini önlediği, kan şekerini düzenlediği ve kalp-damar hastalıklarına karşı koruyucu etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Bail ve ark., 2009; FAO, 2013).

Bu çalışmanın amacı, Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilen fındıktan elde edilen ham ve rafine yağların yağ asitleri kompozisyonu ile genel bazı kimyasal bileşimlerinin (asitlik, peroksit değeri ve renk özellikleri) karşılaştırmalı olarak incelenmesidir. Ham ve rafine fındık yağlarının yağ asitleri bileşimi alev iyonlaşma dedektörlü (FID) gaz kromatografi cihazı ile belirlenmiş ve iki yağ arasındaki farklılıklar saptanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada ham ve rafine fındık yağları Ordu İli'nde bulunan Çotanak firmasından 2015 yılında temin edilmiştir. Analizlerde kullanılan kimyasallar Sigma (St Louis, MO, ABD) ve Merck (Darmstadt, Almanya) şirketlerinden temin edilmiştir.

Yöntem

Genel Kimyasal Analizler

Örneklerde serbest yağ asitliği, peroksit sayısı ve renk analizleri yapılmıştır. Asitlik AOCS (2009), peroksit AOCS (2003) ve renk ölçümleri kolorimetre (Model 45/0 HunterLab. ColorFlex, Reston, Virginia, USA) kullanılarak yapılmış, değerler L*, a* ve b* CIE renk sistem profili kullanılarak kaydedilmiştir. 'L*' değeri parlaklığı (beyazlık veya açıklık koyuluk); '+a*' değeri kırmızı; '-a*' değeri yeşil; '+b*' değeri sarı ve '-b*' değeri mavi renkleri temsil etmektedir. Ölçümler oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir (Kesen ve ark., 2013; 2014).

Yağ Asitleri Analizleri

Yağ asitleri analizleri için öncelikle yağlardan yağ asitleri metil esterleri oluşturulmuş ve daha sonra gaz kromatografisinde (GC) analiz edilmiştir. Yağ asitlerinin tanımlanmasında standart bileşikler kullanılmıştır.

Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması

Yağ asitleri metil esterlerinin hazırlanması için, 5 ml'lik cam tüp içerisine yaklaşık 0.1 g yağ örneği tartılmış, üzerine 2 ml n-hekzan eklenerek karıştırılmıştır. Daha sonra tüplere 0.2 ml 2N metanolik KOH eklenip ağzı sıkıca kapatılmış ve hızlı bir şekilde 30 saniye karıştırılmıştır. Fazların net olarak ayrılması için tüpler santrifüj edilmiş ve bir süre bekletilmiştir. Metil esterlerini içeren üst faz bir pastör pipeti yardımıyla 1 µl alınarak gaz kromatografisine enjekte edilmiştir (AOCS, 1989). Her bir analiz 3'er tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Gaz Kromatografisi Koşulları

Yağ asidi metil esterlerinin analizi alev iyonlaşma dedektörlü (FID) "Shimadzu 14B" marka gaz kromatografisinde, DB-23 (Agilent) kapiler kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kolonun uzunluğu 60 m ve iç çapı 0.25 mm'dir. Enjeksiyon portu sıcaklığı 270 °C, dedektör sıcaklığı 280 °C ve split oranı 1:50 dir. Kolon sıcaklığı, 130 °C'de 1 dakika beklemeden sonra dakikada 6.5 °C artarak 170 °C'ye ve daha sonra dakikada 2.75 °C artarak 215 °C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 12 dakika kalıp dakikada 40 °C artarak 230 °C'ye çıkarılmıştır. Bu sıcaklıkta da 3 dakika kalacak şekilde programlanmıştır (Kıralan ve ark., 2009; Hashempour ve ark., 2010). Taşıyıcı gaz olarak

Ham ve Rafine Fındık Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi

helyum kullanılmıştır. Cihaza enjekte edilen örnek miktarı 1 µl'dir. Piklerin tanısı, standart bileşikler yardımıyla yapılmıştır. Yağ asitlerinin miktarı ise % olarak hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Ham ve rafine fındık yağlarının genel kimyasal özellikleri

Denemelerde kullanılan ham ve rafine fındık yağlarının genel kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Yağ örneklerinde serbest yağ asitliği oranı ham fındık yağında %1.37, rafine fındık yağında ise %0.05 olarak belirlenmiştir. Peroksit sayısı ise ham fındık yağında 7 meq/kg olarak belirlenirken, rafine fındık yağında 0.9 meq/kg olarak bulunmuştur. Örneklerin renk karakteristikleri Hunter Lab Color Flex renk ölçer cihazı ile belirlenmiş olup bu değerler L*, a*, b* değerleri olarak ifade edilmiştir. L*, 0 ile 100 arasında değerler alıp açıklık-koyuluğu ve parlaklık-matlığı ifade etmektedir. Rafine fındık yağının L* değeri ham fındık yağından daha yüksek ve 56.19 olarak belirlenmiştir. a* değeri pozitif bir değerse kırmızılığı, negatif ise yeşilliği; b* değeri de pozitif bir değerse sarılığı ve negatif ise maviliği göstermektedir (McGuire, 1992). Kırmızılık ve sarılık değerleri ham fındık yağında daha yüksek belirlenmiştir. Ham fındık yağında a* değeri 2.39 iken, rafine fındık yağında -1.66 olarak belirlenmiştir. b* değeri ise ham fındık yağında 33.95, rafine fındık yağında ise 1.08 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre rafinasyon işleminin serbest yağ asitliği oranı, peroksit sayısı ve renk değerleri üzerinde değişikliğe neden olduğu belirlenmiştir. Rafinasyon işleminin nötralizasyon aşamasında, serbest yağ asitleri sodyum sabunları şeklinde yağdan uzaklaşırlar. Peroksitler ise uçucu oldukları için deodorizasyon aşamasında uygulanan yüksek sıcaklıktan dolayı yağdan uzaklaşırlar. Bu nedenle rafine fındık yağında serbest yağ asitliği oranı ve peroksit sayısı daha düşük olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Ham ve Rafine Fındık Yağlarının Genel Kimyasal Özellikleri

Analizler	Ham fındık yağı	Rafine fındık yağı
Serbest yağ asitliği (%)	1.37±0.02	0.05±0.03
Peroksit sayısı (meq/kg)	7.00±0.20	0.90±0.10
L*	29.13±0.02	56.19±0.01
a*	2.39±0.01	-1.66±0.01
b*	33.95±0.01	1.08±0.01

±: Standart sapma; Analiz sonuçları üç tekrerrün ortalamasıdır.

Ham ve rafine fındık yağlarının yağ asitleri bileşimi

Ham ve rafine fındık yağlarının yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü gibi fındık yağlarında toplam 13 adet yağ asidi belirlenmiştir. Bunlar; miristik, palmitik, palmitoleik, margarik, margoleik, stearik, oleik, linoleik, araşidik, linolenik, gadoleik, behenik ve erusik yağ asitleridir. Her iki yağ örneğinde de oleik asit en baskın yağ asiti olup, bunu linoleik ve palmitik yağ asitleri izlemiştir. Fındık yağlarında miristik, margarik, margoleik, behenik ve erusik asit en az oranda bulunan yağ asitleridir (Çizelge 2). Benzer sonuçlar daha önceki çalışmalarda da elde edilmiştir (Amaral ve ark., 2006; Bail ve ark., 2009; Alaşalvar ve ark., 2010). Önceki çalışmalarda rafinasyon işlemi sırasında yüksek sıcaklık uygulamalarının yağ asidi bileşimlerini etkilediği ve doymamış yağ asitlerinde geometrik izomerizasyon oluşmasına neden olduğu belirtilmiştir (Ferrari ve ark.,1996; Henon ve ark., 1999; Taşan ve Demirci 2003). Elde edilen sonuçlara göre rafine edilmiş fındık yağında oleik asit miktarının düştüğü, linoleik asit miktarının arttığı gözlenmiştir. Oleik asit miktarı ham fındık yağında %77.07 iken, rafine fındık yağında %70.76 olarak belirlenmiştir. Linoleik asit miktarı ise ham fındık yağında %13.99 olarak belirlenirken, rafine fındık yağında %20.29 olarak tespit edilmiştir.

Ham ve Rafine Fındık Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi

Fındık yağları, bileşiminde bulunan %77 oranındaki tekli doymamış yağ asidi (Oleik asit, C18:1) sayesinde vücutta parçalanması ve sindirimi kolaydır. Bu sebeple fındıktan elde edilen yemeklik yağlar kolesterol seviyesini düşürücü ve beslenme için elverişlidir. Ayrıca, kalp damar sağlığı için de yararlı olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır (TMO, 2013). Amaral ve ark. (2006) 19 fındık çeşidinden elde edilen yağlarda Alev iyonlaşma Dedektörlü Gaz-Sıvı Kromatografisi (GLC/FID) kullanarak yağ asitleri kompozisyonunu belirlemiştir. Araştırmacılar, çalışma sonucunda en baskın yağ asidinin oleik asit olduğunu ve miktarının %78.7-84.6 arasında değiştiğini gözlemlemiştir. Bail ve ark. (2009) 6 farklı kabuklu kuruyemiş yağlarında yağ asidi kompozisyonunu incelemiştir. Fındık yağında en baskın yağ asidi olarak oleik asit (C18:1) belirlenmiş bunu linoleik asit (C18:2) izlemiştir. Miktarlar, oleik asit ve linoleik asit için sırasıyla % 73.48-83 ve 7.55-15.6 olarak belirlenmiştir. Alasalvar ve ark. (2010) Giresun'dan hasat edilen 18 fındık çeşidiyle yaptıkları çalışmada oleik asit miktarını % 77.77-86.91, linoleik asit miktarını % 3.86-13.77 ve palmitik asit miktarını % 5.00-6.62 aralığında belirlemiştir. Yapılan çalışmalarla kıyaslandığında yağ asitleri kompozisyonunun çoğunluğunu oluşturan oleik, linoleik ve palmitik asit oranları, çalışmamızda elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir. Yağ asitleri kompozisyonu üzerine rafinasyon işleminin etkisine bakıldığında ise, oleik ve palmitik asit oranlarının düştüğü, linoleik asit oranının ise arttığı görülmüştür. Rafinasyon işlemi sırasında, yağ asitleri yapısında istenmeyen izomer dönüşümleri oluşabilmektedir. Önceki çalışmalarda, rafinasyon ve özellikle deodorizasyon sırasında uygulanan sıcaklık ve süreye bağlı olarak belirli oranlarda trans izomeri oluşabileceği belirtilmiştir (Wolff 1993, Kemeny ve ark., 2001). Farklı oranlarda tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri içeren yağlarda rafinasyon işlemleri sonucunda farklı çeşit ve miktarda trans yağ asitleri oluşmaktadır. Bu nedenle rafinasyon işlemi sonrasında yağların yağ asitleri kompozisyonunda değişiklikler gözlenebilmektedir (Bruggen ve ark., 1998; Çalışkan, 2008). Öte yandan, Karabulut ve ark. (2005) fındık yağının yağ asitleri kompozisyonu üzerine rafinasyon işleminin etkilerini incelemiştir. Elde edilen verilere göre rafinasyon işleminin yağ asitleri

kompozisyonu üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirtilmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi oleik asit/linoleik asit oranı ile MUFA/PUFA oranı ham fındık yağında daha yüksek belirlenmiştir. Bu durum rafinasyon işleminin ağartma aşamasında dien ve trien konjugasyonu oluşumuna neden olmasına bağlı olarak açıklanabilir (Çalışkan, 2008).

Çizelge 2. Ham ve Rafine Fındık Yağlarının Yağ Asitleri Kompozisyonu (%)

Yağ asidi	Ham fındık yağı	Rafine fındık yağı
1 Miristik asit (C _{14:0})	0.04±0.01	0.04±0.00
2 Palmitik asit (C _{16:0})	5.57±0.02	5.50±0.05
3 Palmitoleik asit (C _{16:1})	0.22±0.00	0.19±0.01
4 Margarik asit (C _{17:0})	0.04±0.00	0.04±0.00
5 Margoleik asit (C _{17:1})	0.08±0.00	0.07±0.00
6 Stearik asit (C _{18:0})	2.53±0.01	2.54±0.01
7 Oleik asit (C _{18:1})	77.07±0.12	70.76±0.05
8 Linoleik asit (C _{18:2})	13.99±0.04	20.29±0.02
9 Araşidik asit (C _{20:0})	0.13±0.01	0.14±0.01
10 Linolenik asit (C _{18:3})	0.12±0.01	0.13±0.00
11 Gadoleik asit (C _{20:1})	0.15±0.00	0.17±0.00
12 Behenik asit (C _{22:0})	0.05±0.00	0.12±0.01
13 Erusik asit (C _{22:1})	0.01±0.00	0.01±0.00
Doymuş yağ asitleri	8.36	8.38
MUFA	77.53	71.2
PUFA	14.11	20.42
Oleik asit /linoleik asit	5.51	3.49
MUFA/PUFA	5.49	3.49

±: Standart sapma; Analiz sonuçları üç tekrerrün ortalamasıdır.

Sonuç

Bu araştırma, ham ve rafine fındık yağlarının genel özellikleri ile yağ asitleri kompozisyonunu belirlemek ve rafinasyon işleminin bu kalite özellikleri üzerine etkisini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri analizlerinde soğuk metilasyon yöntemi kullanılmış ve toplam 13 adet yağ asiti bileşiği belirlenmiştir. Bu bileşikler içerisinde en baskın bileşiği oleik asit oluşturmuştur.

Rafinasyon işlemi sonrasında oleik asit miktarında düşüş, linoleik asit miktarında ise artış olmuştur. Yağlarda bir kalite göstergesi olarak kabul edilen oleik asit/linoleik asit oranı ile MUFA/PUFA oranı ham fındık yağında daha yüksek belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje no: FBA-2014-2710.

Kaynaklar

- Alasalvar, C., Pelvan, E., Topal, B., (2010). Effects of roasting on oil and fatty acid composition of Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *Int J Food Sci Nutr* 61: 630-642.
- Amaral, J.S., Casal, S., Citova, I., Santos, A., Seabra, R.M., Oliveira, B.P.P., (2006). Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. *Eur Food Res Technol* 222: 274-280.
- AOCS, Official Method Ce 1-62., (1989). Fatty acid composition in official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, Method
- AOCS, Official Method Cd 8-53., (2003). Peroxide value, acetic acid-chloroform method in official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, Method
- AOCS, Official Method Ca 5a-40., (2009). Free fatty acids in crude and refined fats and oils in official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, Method
- Bail, S., Stuebiger, G., Unterweger, H., Buchbauer, G., Krist, S., (2009). Characterization of volatile compounds and triacylglycerol profiles of nut oils using SPME-GC-MS and MALDI-TOF-MS. *Eur J Lipid Sci Tech* 111: 170-182.
- Bruggen, P.C., Duchateaub, G.S. M.J.E., Moorena, M.M.W., Oostena, H.J., (1998). Precision of low trans fatty acid level determination in refined oils. Results of a collaborative capillary gas-liquid chromatography study. *J Amer Oil Chem Soc* 75: 483-488.
- Çalışkan, T. (2008). Rafinasyon işlemlerinin bitkisel yağlarda izomeri oluşumu ve oksidatif stabilite üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Ferrari, R., Schulte, E., Esteves, W., Bruhl, L. Mukherjee, K.D., (1996). Minor constituents of vegetable oils during industrial processing. *J Amer Oil Chem Soc* 73: 587-592
- FAO, 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations. "Agricultural Statistical Database". <http://www.faostat.fao.org>.
- Hashempour, A., Ghazvini, R.F., Bakhshi, D., Sanam, S.A., (2010). Fatty acids composition and pigments changing of virgin olive oil (*Olea europea* L.) in five cultivars grown in Iran. *Aust J Crop Sci* 4:258-263
- Henon, G., Kemeny, Z., Recseg, K., Zwobada, F., Kovari, K., (1999). Deodorization of vegetable oils. Part I: Modeling the geometrical isomerization of polyunsaturated fatty acids. *J Amer Oil Chem Soc* 76: 73-81
- Karabulut, I., Topcu, A., Yorulmaz, A., Tekin, A., Ozay, D.S., (2005). Effects of the industrial refining process on some properties of hazelnut oil. *Eur J Lipid Sci Tech* 476-480.
- Kemeny, Z., Recseg, K., Henon, G., Kövari, K., Zwobada, F., (2001). Deodorization of vegetable oils: Prediction of trans vegetable oils: Prediction of trans polyunsaturated fatty acid content. *J Amer Oil Chem Soc* 78: 973-979.
- Kesen, S., Kelebek, H., Sen, K., Ulas, M., Selli, S. (2013). GC-MS-Olfactometric characterization of the key aroma compounds in Turkish olive oils by application of the aroma extract dilution analysis. *Food Res Intern*, 54: 1987-1994.
- Kesen, S., Kelebek, H., Selli, S. 2014. Characterization of the Key Aroma Compounds in Turkish Olive Oils from Different Geographic Origin by Application of the Aroma Extract Dilution Analysis. *J Agric Food Chem* 62: 391-401.
- Kıralan, M., Bayrak, A., Özkaya, M.T., (2009). Oxidation stability of virgin olive oils from some important cultivars in East Mediterranean Area in Turkey. *J Amer Oil Chem Soc* 86:247-252

Ham ve Rafine Fındık Yağlarının Yağ Asitleri Bileşimi

- McGuire, R.G., (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience* 27: 1254-1255
- Tasan, M., Demirci, M., (2003). Trans fatty acids in sunflower oil at different steps of refining. *J Amer Oil Chem Soc* 80: 825-828.
- TMO, Toprak Mahsulleri Ofisi. (2013). <http://www.tmo.gov.tr>.
- Tunç, İ., Çalışkan, F., Özkan, G., Karacabey, E., (2014). Mikrodalga Destekli Soxhlet Cihazı ile Fındık Yağı Ekstraksiyonunun Yanıt Yüzey Yöntemi ile Optimizasyonu. *Akademik Gıda* 12: 20-28.
- Wolff, R.L., (1993). Occurrence of artificial trans-polyunsaturated fatty acids in refined (deodorized) walnut oils. *Sci Aliments* 13: 155-163.