ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İÇ ZARI AYRILMIŞ VE AYRILMAMIŞ FINDIKLARDAN ELDE EDİLEN YAĞLARIN OKSİDASYON STABİLİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Tuba YETİM

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2011

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İÇ ZARI AYRILMIŞ VE AYRILMAMIŞ FINDIKLARDAN ELDE EDİLEN YAĞLARIN OKSİDASYON STABİLİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Tuba YETİM

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali BAYRAK

Bu çalışmada, 2008 ve 2009 yılarına ait iki hasat dönemindeki bazı fındık çeşitleri (Mincane, Palaz, Giresun, Giresun Yabanisi ve Foşa) kullanılmıştır. Bu örneklerden her biri hem kabuklu (kavrulmamış) hem de kabuksuz (kavrulmuş) olarak gruplandırılmıştır. Bu fındık örneklerinin yağları soğuk ekstraksiyonla elde edilmiştir.

Çalışmada, fındıkların rutubet oranı, yağ oranı ve beyazlama oranı ve bu yağların serbest yağ asitliği, peroksit değeri, özgül soğurma değerleri (K_{232} ve K_{270}), yağ asitleri dağılımı, oksidasyon stabilitesi ve serbest radikal yakalama güçleri analiz edilmiştir.

Kabuklu fındıklarda rutubet oranı % 2.89-5.05, yağ oranı % 34.36-46.41; kabuksuz fındıklarda rutubet oranı % 1.65-3.38, yağ oranı % 43.46-63.67 ve fındıklarda beyazlama oranı her iki tip için % 67-95 arasında bulunmuştur.

Kabuklu fındıkların yağlarında serbest yağ asitliği % 0.23-1.17, peroksit değeri 0.34-5.60 meq O_2/kg, özgül soğurma değerleri (K_{232} ve K_{270}) sırasıyla 1.06-2.30 ve 0.21-0.90, yağ asitleri bileşiminde en fazla oleik asit, linoleik asit, palmitik asit ve stearik asit bulunmakta ve sırasıyla oranları % 76.99-81.63, % 10.27-14.87, % 4.26-5.67 ve % 1.76-2.64'olarak bulunmuştur.

Kabuksuz fındıkların yağlarında serbest yağ asitliği % 0.20-0.53, peroksit değeri 0.20-2.09 meq O_2/kg, özgül soğurma değerleri (K_{232} ve K_{270}) sırasıyla 1.08-1.92 ve 0.23-0.87, yağ asitleri bileşiminde en fazla oleik asit, linoleik asit, palmitik asit, ve stearik asit bulunmakta ve sırasıyla oranları % 77.01-82.18, % 9.66-14.99, % 4.26-5.69 ve % 1.71-2.49'dur.

Kavurma işlemi ile fındıkların yağlarında oksidasyon stabilitesi ve serbest radikal yakalama potansiyelinde artış belirlenmiştir. Kavrulmamış örneklerin yağlarında oksidasyon stabilitesi 4.75-15.28 saat ve serbest radikal yakalama güçleri % 47.94-88.24 aralığında, kavrulmuş olanlarda oksidasyon stabilitesi 6.99-15.99 saat ve serbest radikal yakalama güçü % 38.63-73.44 aralığında bulunmuştur.

Şubat 2011, 52 sayfa

Anahtar Kelimeler: Fındık, kavurma, kabuk, stabilite, serbest radikal yakalama gücü

ABSTRACT

Master Thesis

RESEARCH ON OXIDATION STABILITY OF HAZELNUT OILS FROM HAZELNUT KERNEL WITH SKIN AND WITHOUT SKIN

Tuba YETİM

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof.Dr. Ali BAYRAK

The present study was conducted on some hazelnut species collected in two harvests of both 2008 and 2009 seasons (*Mincane, Palaz, Giresun, Giresun Yabanisi and Foşa species*). Each of these samples was classified as "with skin(unroasted)" and "without skin(roasted)" hazelnuts. Cold extraction method was used to extract oil from these hazelnut samples. Present study analyzed the humidity rate, oil rate and blanching rate of the hazelnuts; and free fatty acidity, peroxide value, specific absorption values (K_{232} and K_{270}), fatty acid distribution, oxidation stability and free radical scavenging powers of these hazelnut oils.

Humidity rate and oil rate of the unroasted hazelnuts was found to be 2.89-5.05% and 34.36-46.41%, respectively, while the humidity rate and oil rate of the roasted hazelnuts was found to be 1.65-3.38% and 43.46-63.67%, respectively. In addition, the blanching rate of the hazelnuts was found to be 67-95%.

Free fatty acidity was found to be 0.23-1.17%, peroxide value to be 0.34-5.60 meq O_2/kg, specific absorption values (K_{232} and K_{270}) to be 1.06-2.30 and 0.21-0.90, respectively, for the oil extracted from the unroasted hazelnuts. Fatty acid concentration of this oil was recorded to be (from highest to the lowest acid amount) as follows: oleic acid, linoleic acid and stearic acid, at the rates of 76.99-81.63%, 10.27-14.87%, 4.26-5.67% and 1.76-2.64%, respectively.

Free fatty acidity was found to be 0.20-0.53%, peroxide value to be 0.20-2.09 meq O_2/kg and specific absorption values to be (K_{232} and K_{270}) 1.08-1.92 and 0.23-0.87, respectively, for the oil extracted from the roasted hazelnuts. Fatty acid concentration of this oil was recorded to be (from highest to the lowest acid amount) as follows: oleic acid, linoleic acid, palmitic acid and stearic acid, at the rates of 77.01-82.18%, 9.66-14.99%, 4.26-5.69% and 1.71-2.49%, respectively.

An increase was detected in the oxidation stability and free radical scavenging potential of the hazelnut oil after the roasting process. The oxidation stability of the oils extracted from the unroasted samples was found to be in 4.75-15.28 hours range and the free radical scavenging power to be in 47.94-88.24% range, while the oxidation stability of the oils extracted from the roasted samples was recorded to be in 6.99-15.99 hours range and free radical scavenging power to be in 38.63-73.44% range.

February 2011, 52 pages

Key Words : Hazelnut, roasting, skin, stability, free radical scavenging power

TEŞEKKÜR

Bu tez konusunun belirlenmesinde ve her aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali BAYRAK' (Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) a, her türlü yardımlarından dolayı Dr. Mustafa KIRALAN'a, Öğrt. Grv. Hasan Hüseyin KARA' ya, bana laboratuvarda her türlü çalışma olanağı sağlayan Gıda Mühendisliği Bölümü yetkililerine, hocalarıma ve beni her konuda destekleyen, yardımcı olan eşime ve aileme özellikle anneme teşekkürlerimi sunarım.

Tuba YETİM
Ankara, Şubat 2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....i
ABSTRACT.....ii
TEŞEKKÜR..... iii
SİMGELER DİZİNİ.....vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....vii
ÇİZELGELER DİZİNİ..... viii
1. GİRİŞ.....1
2. KURAMSAL TEMELLER.....3
3. MATERYAL VE YÖNTEM……..….10
3.1 Materyal ……..….....10
3.2 Yöntem…….....10
3.2.1 Fındık örnekleri üzerinde yapılan analizler……..….....10
3.2.1.1 Rutubet tayini…….10
3.2.1.2 Yağın elde edilmesi (soğuk ekstraksiyon)…….....10
3.2.1.3 Hızlı yağ tayini ……...11
3.2.1.4 Kavurma işlemi……..11
3.2.1.5 Fındığın beyazlama oranı……...…..11
3.2.2 Yağ örnekleri üzerinde yapılan analizler……...…12
3.2.2.1 Serbest yağ asitliği…….....12
3.2.2.2 Peroksit sayısı……...……..12
3.2.2.3 Özgül soğurma değerleri……...…....13
3.2.2.4 Yağ asitleri bileşimi ……..……...13
3.2.2.5 Aktif oksijen yöntemi (oksidasyon stabilite indeksi) ……...…..14
3.2.2.6 Serbest radikal yakalama (DPPH) yöntemi……...….14
4. BULGULAR VE TARTIŞMA…….....15
4.1 Fındık Meyveleri Üzerinde Yapılan Analizler……..……....15
4.1.1 Rutubet oranı tayini…….……...15
4.1.2 Yağ oranı…….……..18
4.1.3 Beyazlama oranı ……..……20
4.1.4 Serbest yağ asitliği (SYA)……...…….20

4.1.5 Peroksit sayısı tayini……...…...22
4.1.6 Yağ asitleri bileşimi……..….24
4.1.7 Aktif oksijen yöntemi (oksidasyon stabilite indeksi) ……...…..31
4.1.8 Özgül soğurma değerleri (dien-trien)……...…...33
4.1.9 Serbest radikal yakalama (DPPH) yöntemi……...…..…35
5. SONUÇ…….…….…...39
KAYNAKLAR……41
EK 1 Çalışmada kullanılan fındık çeşitleri……...50
ÖZGEÇMİŞ…….…….....52

SİMGELER DİZİNİ

LDL	Low-density lipoprotein
CE	Kateşin eşdeğer
TAG	Triaçilgliserol
FDA	Gıda ve İlaç Kurumu
meq	milieşdeğer
µ	mikro
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 Birinci yıl örneklerinden elde edilen yağların 120^{o}C sıcaklıktaki indüksiyon periyotları (saat) ……...33

Şekil 4.2 İkinci yıl örneklerinden elde edilen yağların 120^{o}C sıcaklıktaki indüksiyon periyotları (saat) …….…….33

Şekil 4.3 Birinci yıl örneklerinden elde edilen yağların serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH - % antioksidan aktivite…….….38

Şekil 4.4 İkinci yıl örneklerinden elde edilen yağların serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH - % antioksidan aktivite)…….……..….38

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Farklı ülkelerde yetiştirilen fındıklardan elde edilen yağların yağ asidi dağılımı (%)……...…….6

Çizelge 2.2 Farklı ülkelerde yetiştirilen fındıklardan elde edilen yağların triaçilgliserol bileşimi (%)……...…7

Çizelge 4.1 Fındık çeşitlerinin rutubet değerleri (%)……..……16

Çizelge 4.2 Fındık çeşitlerinin yağ oranları (%)……..…...…18

Çizelge 4.3 Fındık çeşitlerinin beyazlama oranı (%)……..……20

Çizelge 4.4 Fındıklardan elde edilen yağların oleik asit cinsinden serbest asitlik değerleri (%)…….…….21

Çizelge 4.5 Fındıklardan elde edilen yağların peroksit sayısı değerleri (milieşdeğer O_2/kg)……22

Çizelge 4.6 Fındık yağı örneklerinin yağ asidi bileşimi (%)……...……25

Çizelge 4.7 Fındık yağı örneklerinin 120^{o}C sıcaklıktaki indüksiyon periyotları (saat)..31

Çizelge4.8 Fındık yağlarında konjuge dien (K_{232}) ve trien (K_{270}) değerleri…….....34

Çizelge 4.9 Fındık yağlarında serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH - % antioksidan aktivite)……..……36

1. GİRİŞ

Fındık Türkiye'nin önemli ihraç kalemlerinden biridir ve yılda ortalama 500 bin ton civarında üretim yapılmaktadır. Bu ekonomik değerinin yanı sıra protein, yağ, vitamin ve mineral açısından insan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir role sahiptir. Yüksek yağ oranı (yaklaşık % 65-70) yanında önemini artıran diğer özellik tekli doymamış yağ asidine (oleik asit) sahip oluşudur. Oleik asitçe zengin olması nedeniyle sağlık açısından birçok olumlu işlevler yapar. Duyusal özelliklerinden dolayı çikolata ve pasta endüstrisi için önemli bir materyaldir. Aynı zamanda bir çok ürünün formülasyonuna girerek aroma ve tekstüre katkıda bulunur. Bu ürünlerde kullanılan fındıkların çoğu kavrulmuştur. Kavurma, fındık işlemede temel bir aşamadır ve bu işlem ile aroma, renk, tekstür ve görünüşte önemli ölçüde iyileşme sağlanır. Kavrulmuş fındıklardaki en temel problem ısı nedeniyle maruz kaldıkları oksidasyondur. Oksidasyon, sadece tat ve koku bozulmaları yönünden değil, aynı zamanda insan sağlığı açısından da tehlikeli, hatta karsinojenik tepkime ürünlerinin oluşması nedeniyle oldukça önemlidir. İşte bu nedenle iyi kalite ambalaj materyali veya yapay antioksidan maddeler kullanılır.

Fındık, *Corylus avellana* L.'nin meyvesi olup, Türk ekonomisine büyük katkı sağlayan önemli ve geleneksel bir ihraç ürünüdür. Fındık Türkiye, İtalya, İspanya ve Amerika'da yetiştirilir. Dünya üretiminin yaklaşık 2/3'ünü, tüketiminin de büyük bir kısmını Türkiye karşılamaktadır.

Fındık üretimi yapılan iller, daha çok Karadeniz Bölgesinde olup, Ordu ili en önemli üretim merkezlerinden biridir ve ülke genelinde toplam kabuklu fındık üretimi ile % 38'lik bir paya sahiptir.

Türkiye dünyanın en büyük fındık üreticisi olup, toplam üretimin %74'ünü sağlar, ülkemizi İtalya %16, ABD %4, İspanya %3 ve diğer ülkeler %3'lük dilimle izler. Fındığın dünyada yetişen birçok türü vardır (Botta vd. 2000, Amaral vd. 2006). Türkiye'de ise 17 fındık türü yetişmekte olup, bunların hepsi kendine özgü besleme değerine, tat ve kokuya sahiptir (Shahidi vd. 2003, Alasalvar vd. 2006).

Fındığın antioksidan kapasitesi yüksektir. Fındık, antioksidan özellik gösteren fenolik maddeler açısından zengindir (Arcan ve Yemenicioğlu 2008, Shadidi vd. 2007, Alsalvar vd. 2009, Krings ve Berger 2001). Fenolik maddeler açısından antioksidan aktivite kapasitesi yüksek olan bileşenler flavonoit grubunda yer almaktadır ve fındık flavonoitler için önemli bir kaynaktır. Bunun yanında, fındık proantosiyanidinler ve izoflavonlar açısından da zengin olup bu bileşen grupları da güçlü antioksidan aktivite göstermektedir (Alasalvar vd. 2008).

Fındıkta antioksidan aktivite meyvenin değişik kısımlarında farklılık göstermekte olup, yapılan çalışmalarda fındık zarının fındığın diğer kısımlarına göre daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Shahidi vd. 2007). Zarda fenolik maddelerin fazla miktarda olması, zarı diğer kısımlara göre antioksidan aktivite açısından önemli kılmaktadır.

Fındık yağında ise antioksidan özellikteki tokoferoller önemli yere sahiptir. Tokoferoller, polifenollerle birleşerek fındık yağının oksidasyon stabilitesine önemli derecede katkıda bulunur. Fındık yağı özellikle α-tokoferol içeren önemli bitkisel yağ kaynaklarından biridir. α-tokoferol ve β-sitositerolün varlığı fındık yağının doğal antioksidan kaynağı olduğunu göstermektedir. Bu durum fındık yağının depolama ömrünün uzun olmasında en önemli faktörlerdendir (Alasalvar vd. 2003). Fındık yağının bir diğer önemli özelliği ise oleik asitçe zengin olmasıdır ki bilindiği üzere oleik asitçe zengin yağlar diğer bitkisel sıvı yağlara göre oldukça kararlı (stabil), oksidasyona karşı daha dayanıklı yapılarıyla, daha uzun raf ömürlü ve daha değişik kullanım olanaklarına sahiptirler.

Bu çalışma Mincane, Palaz, Giresun, Giresun Yabanisi ve Foşa olmak üzere 5 çeşit fındık üzerinde yapılmıştır. Fındıklar iki yılda (2008 ve 2009) toplanmış olup, paralelli çalışılmıştır. Çalışmada zarlı fındıktan elde edilen yağlar ile zarsız fındıklardan elde edilen yağların analiz sonuçları karşılaştırılıp oksidasyon stabiliteleri belirlenmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

Türkiye dünyanın en büyük fındık üreticisidir, toplam üretimin %74'ünü sağlar, Türkiye'yi İtalya %16, ABD %4, İspanya %3 ve diğer ülkeler %3'lük dilimi ile izler. Son yılların üretim değerlerine bakıldığında, ülkemizde 2007 yılında 530.000, 2008 yılında 80.0791, 2009 yılında 500.000 ton üretim yapıldığı, dolaysıyla üretimin yanında ihracatta da birinci sırada yer aldığı görülür (Anonim 2009)

Fındık yağ, karbonhidrat ve protein olmak üzere tüm besin maddelerini içerir. Bilindiği gibi fındıkta en çok bulunan besin maddesi yağdır, yağı takiben karbonhidrat, protein, nem ve kül gelir (Savage ve McNail 1998, Ruggeri vd. 1998, Shahidi vd. 2003, Amaral vd. 2006.). Fındık yüksek yağ içeriği ile tanındığı için iyi bir enerji kaynağı olarak düşünülür.

Fındık çeşitlerinde 24 farklı mineral bulunmuş olup, minerallerden en çok olanı potasyumdur. En çok bulunan diğer mineraller ise fosfor, kalsiyum, magnezyum, bakır, manganez, selenyum, krom, demir ve çinkodur. Birçok çalışma göstermektedir ki fındığın mineral dağılımı; fındığın çeşidine, coğrafi konumuna, hasat yılına, iklimine, toprağın durumuna, sulamaya, gübre kullanımına ve işleme yöntemlerine göre değişmektedir (Parcerisa vd. 1995, Bonvehi vd. 1997, Açkurt vd. 1999, Özdemir vd. 2001a). Fındık beslenme ve sağlık açısından istenilen tam bir besinsel değere sahiptir. Çünkü Ca, Mg, K gibi mineraller içermektedir. Bu durum kemikte mineral kaybına, atriyal hipertansiyona, insülin direncine ve tüm kardiyovasküler riske karşı koruma oluşturur (Segura vd. 2006).

Minerallerin ayrı ayrı sağlığa yararlarının yanı sıra akıl ve fiziksel durum için de çok önemlidir (Maff 1995, Berdanier 1998). Eser miktarda bulunan esansiyel mineral selenyum, insan sağlığı için temel öneme sahiptir. Selenyum serbest radikallerin elemine edici etkisini nötralize edip hücre çeperlerini koruyarak temel antioksidan rolü oynamaktadır. Selenyumun vucuda alımının artmasıyla kronik hastalıkların oluşma riski azalır; koroner kalp hastalıklarında, kanserin bazı çeşitlerinde olduğu gibi, kan

hücrelerinin doku elastikiyetinin korunmasını da sağlar (Jansson 1984, Brenneisen vd. 2005).

Fındık aynı zamanda iyi bir vitamin kaynağıdır. Yağda çözünen A, E ve K vitaminlerini ve suda çözünen tiamin, riboflavin, niasin, pantotenik asit, pridoksin, biotin, kolin ve C vitaminlerini içerir (Holland vd. 1995, Shahidi vd. 2003, Alasalvar vd. 2006). Fındık iyi bir E vitamini kaynağıdır, bu vitamin yağda çözünebilen fenolik bir antioksidandır. Günlük önerilen miktar yetişkinlerde 15mg vitamin E'nin %42.6 - %72.2'si 42.5g fındık ile karşılanır

E vitamini vücut hücrelerini serbest radikallerin zararından korumasıyla yağ peroksidasyonuna karşı birincil koruma görevi yapar (Azzi vd. 2000, Eitenmiller vd. 2004). Bunun yanında E vitamini isoformlarının sağlığa olumlu etkileri çalışmalar sonuçu anlaşılmıştır (Khor ve Clueng 1996, Papas 2002, Eitenmiller ve Lee 2004). Fındık aynı zamanda çok iyi bir biyotin kaynağıdır (76-80 µg/100g). Günde 37-40 g fındık tüketimi yetişkinlerde biyotinin yeterli alımını %100 karşılar. Bundan başka fındık tiamin, pridoksin, pantotenik asit ve folat için iyi bir kaynaktır. 11 çeşit sert kabuklu meyve arasında fındık, E vitamini, folat ve biotini en çok içerendir meyvedir (Holland vd. 1995).

Fındık tüm amino asitler için de iyi bir kaynaktır (Savage ve McNail 1998, Shahidi vd. 2003, Köksal vd. 2006). Fındıkta 9 esansiyel amino asit bulunur. Bir proteinin kalitesi temel olarak içerdiği esansiyel amino asit bileşimine ve emilimine bağlıdır. Bu nedenle fındık proteini, bitkisel proteinler içinde özel bir konuma sahiptir (Shahidi vd. 2003). Fındıkta yüksek miktarda arjinin bulunur (Durak vd. 1999). Arjininin yüksek kolesterole faydasından dolayı gıda tüketiminde diyete fındık ilave edilir. Fındıkta bulunan esansiyel olmayan 3 amino asit mevcut olup, tüm amino asitlerin % 44.9 - 48.3'ünü kapsar.

Fındık zengin lif içeriğine sahiptir. Diyet lifi besleyici özelliği olmamasına rağmen, metabolik açıdan insan sağlığına yararlıdır. Diyet lifi, suda çözünen ve çözünmeyen olmak üzere kategorize edilebilir. Suda çözülebilen diyet lifi toplam ve LDL kolesterolü

düşürür (Brown vd. 1999). Bitkisel gıdalarda tahıllardan sonra en zengin lif içeriği sert kabuklu meyvelerde bulunur ki bu durum fındığın yağ profili ve kardiyovasküler sorunlara karşı faydaları, onun önemini tümüyle açıklamaktadır (Salas-Salvadó vd. 2006). Diyet lifi tüketiminin günlük 25-35 g arasında olması önerilmektedir (Nacne 1983, Dreher 1987). Belirtilen günlük 42.5g fındık tüketimi yetişkinlerin günlük ihtiyaç duyduğu lifin %21.9-15.6 kadarını temin eder (Shahidi vd. 2003).

Fındığın ve yan ürünlerinin antioksidan kapasitesi yüksektir. Fındık, antioksidan özellik gösteren fenolik maddeler açısından zengindir. Zarlı fındığın fenol içeriği 13.7 (mg CE/g etanol ekstarktı) iken fındık zarının fenol içeriğinin 577.7 (mg CE/g etanol ekstarktı) olması zarın önemini göstermektedir. Bununla beraber zarlı fındığın ve fındık zarının toplam antioksidan aktivitesi sırasıyla 29 (mg CE/g ekstarktı) ve 132 (mg CE/g ekstarktı) dır (Arcan ve Yemeniioğlu 2008). Fenolik maddeler açısından antioksidan aktivite kapasitesi yüksek olan bileşenler flavonoit grubunda yer almaktadır ve fındık flavonoitler için önemli bir kaynaktır. Bunun yanında, fındık proantosiyanidinler ve isoflavonlar açısından da zengin olup bu bileşen grupları da güçlü antioksidan aktivite göstermektedirler (Alasalvar vd. 2009).

Antioksidan aktivite fındığın değişik kısımlarında farklılık göstermekte olup, yapılan çalışmalarda fındık zarının fındığın diğer kısımlarına göre daha fazla antioksidan aktivite gösterdiği bildirilmiştir. Zarda fenolik maddelerin fazla miktarda olması, zarı diğer kısımlara göre antioksidan aktivite açısından önemli kılmaktadır.

Fındık yağı 16 farklı yağ asidi içermekte olup (Çizelge 2.1), bu yağ asitleri farklı yetişme koşullarında ve hasat zamanında toplanan, farklı fındık çeşitlerinden elde edilen yağlardan elde edilmiştir (Parcerisa vd. 1995, Shahidi vd. 2003).

Çizelge 2.1 Farklı ülkelerde yetiştirilen fındıklardan elde edilen yağların yağ asidi dağılımı (%)

Yağ asidi	Türkiye	ABD	İspanya
14:0	0.03	0.03	-
15:0	0.02	-	-
16:0	4.85	5.78	5.79
16:1	0.16	0.15	0.28
17:0	0.04	0.05	-
17:1	0.07	-	-
18:0	2.73	3.12	1.97
18:1 ω9	82.72	82.95	79.10
18:2 ω6	8.89	7.55	12.58
18:3 ω3	0.10	0.24	0.12
20:0	0.14	0.14	-
20:1 ω9	0.16	-	0.18
22:0	0.03	-	-
22:1 ω9	0.03	-	-
24:0	0.01	-	-
24:1 ω9	0.02	-	-
Toplam DYA	7.85	9.11	7.76
Toplam TDYA	83.16	83.10	79.56
Toplam ÇDYA	8.99	7.79	12.70

DYA : Doymuş yağ asidi
TDYA : Tekli doymuş yağ asidi
ÇDYA : Çoklu doymamış yağ asiti

Fındık yağı sınıflandırıldığında, polar olmayan yağ olarak % 98.4 oranında triaçilgliserol (TAG), polar yağ olarak ise % 1.4 oranında glikolipitleri ve % 0.2 oranında fosfolipitleri içerdiği görülür (Parcerisa, J. vd. 1997). Gıda endüstrisinde, bitkisel yağların kalite ve orijinini tespit etmede önemli role sahip olan TAG, gittikçe artan bir şekilde kullanılmaktadır (Ulberth vd. 2000).

Araştırıcılar yağ asidi bileşimi ile TAG bileşimi arasında bir ilişki bulmuştur (Parcerisa vd. 1995, Alasalvar 2006, Amaral vd. 2006). Çizelgede görüldüğü gibi oleik asit (18:1 ω9) ve OOO fındık yağında en yüksek oranda bulunan yağ asididir.

Çizelge 2.2 Farklı ülkelerde yetiştirilen fındıklardan elde edilen yağların triaçilgliserol bileşimi (%)

TAG	Türkiye	Portekiz	İspanya
LLL	0.24	0.22	1.39
OLL	1.85	1.76	5.20
PLL	0.05	0.08	1.00
OOL	12.26	14.51	18.10
POL	0.79	1.46	4.31
PPL	0.01	0.03	0.45
OOO	71.31	66.61	48.32
sPOO	9.45	11.34	13.73
PPO	0.08	0.10	1.20
PPP	-	-	0.56
SOO	3.79	3.74	4.69
PSO	0.10	0.12	0.96

TAG:Triaçil gliserol

Fitosterol ve fitostanoller kolesterol düşürücü etkiye sahip önemli fonksiyonel gıda bileşeni olarak görev yaparlar. FDA, sterol ve stanol içeren gıdalar için 'sağlığa yararlıdır' onayı vermiştir (Hicks ve Moreau 2001). Bu nedenle, fındıktaki fitosterol ve fitostanol varlığı çok önemlidir.

Bu bileşenler fındık yağında 105.7-195.2 mg/100g aralığında bulunmaktadır. Fitosterol ve fitostanol konsantrasyonunun, farklı bölge fındıklarında farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Fındık yağındaki en yaygın ve baskın fitositerol olan β-sitosterol toplam olarak %78.1-83.6 oranında bulunmaktadır. Fındık yağı aynı zamanda kampasterol, sitostanol ve delta-avenasterol için iyi bir kaynaktır (Crews vd. 2005).

Türk Tombul fındığının 100g'dan elde edilen yağında toplam 8 fitosterol ve eser miktarda kolesterol teşhis edilmiş olup, bu bileşiklerin toplam ağırlığı 164.9mg olarak hesaplanmıştır. Bunun % 81.28'ini sitosterol oluşturur (Alasalvar vd. 2006). Amaral 2005'in bildirdiğine göre fındığın fitosterol ve fitostanol bileşimi; genetik faktörlere, coğrafi bölgeye ve iklime göre değişmektedir.

Sağlığa etkileri açısından, fitosterol, fitostanol ve esterlerinin, bazı kanser (Awad vd. 2000, Bradford ve Awad 2007) çeşitlerinin ve kardiyovasküler hastalıkların riskini azalttığı (Hooper vd. 2001) ve immün fonksiyonu artırdığı görülmüştür (Bouic 2001).

Fitosteroller, fitostanoller ve esterleri kolesterol düşürücü etkisinden ötürü doymuş yağ içeren birçok gıdaya ilave edilmektedir (Hicks ve Moreau 2001, Weber ve Mukherjee 2006, Law 2000). Günde 1.5-3.0 g fitosterol, fitostanol ve esterleri LDL kolesterolünü düşürmek için yeterlidir.

Gıdaları fındık yağı ile zenginleştirmek veya yağ olarak tüketmek, yağın içerdiği fitosterol ve fitostanol nedeniyle sağlığa önemli faydaları vardır.

Yağda çözünen bileşenlerden E vitamini, 4 tokoferol ve 4 tokotrienol içermektedir. Son zamanlarda yapılan araştırmalar, beslenme ve sağlık açısından az rastlanan antioksidan ve biyolojik etkiye sahip olmalarından dolayı tokoferol ve tokotrienollere olan ilgiyi artırmıştır (Khor ve Cheng 1996, Nesaretnam vd. 2004). Ham, rafine, karışık ve preslenmiş fındık yağlarında yapılan birçok araştırmada konsantrasyonları değişiklik gösterse de en çok bulunan tokoferol, α-tokoferoldür (Ebrahem vd. 1994, Dionisi vd. 1995, Savage vd. 1997, Parcerisa vd. 2000, Bada vd. 2004, Karabulut vd. 2005, Kornsteiner vd. 2006).

Steroitlerin öncüsü olan skualen, 30 karbonlu, düz zincirli bir terpenoit hidrokarbondur. Bitki ve hayvan hücrelerinde bulunur. Bitki hücrelerinde skualen sterole dönüşür. Skualen yüksek kolesterol varlığında; toplam kolesterolü, LDL kolesterolü ve TAG seviyesini önemli derecede düşürür (Miettinen ve Vanhanen 1994, Chan vd. 1996).

Skualen birçok bitkisel yağda özellikle zeytinyağında çok miktarda bulunur (Ko vd. 2002). Sert kabuklu meyvelerin skualen kapasitesiyle ilgili bilgiler çok sınırlıdır. Ancak bunun alımı için günde ortalama 160g fındık yağı tüketmek yeterlidir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırma materyali, 2008 ve 2009 yıllarına ait fındıklardan elde edilen fındık yağlarıdır. Fındıklar, Trabzon iline bağlı merkez Kutlugün Köyünden üç çeşit (Mincane, Palaz, Giresun), Arsin ilçesi Çubuklu Köyünden iki çeşit (Giresun Yabanisi, Foşa) olmak üzere temin edilmiştir. Her çeşitten iki ayrı örnek hazırlanmıştır. Bunlardan biri kabukları kırılmış iç zarlı, diğeri ise kabukları kırılmış, kavrulmuş yani iç zarı olmayan fındıklardır. Böylece 2008 yılında 2x5=10 ve 2009 yılında 2x5=10 olmak üzere 20 örnek toplanmıştır. Analizler bu fındıklardan elde edilen yağ örnekleri üzerinde yapılmıştır. Soğuk preste elde edilen yağlar azot gazı altında kahve renkli şişelere doldurulmuş ve analize kadar -24 ^{o}C'da muhafaza edilmişlerdir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Fındık örnekleri üzerinde yapılan analizler

3.2.1.1 Nem tayini

Bu deney, hızlı rutubet tayin cihazı kullanılarak yapılmıştır. 3 g öğütülmüş örnek tartılarak 105 ^{o}C'da sabit ağırlığa getirilmiş ve kütle kaybı farkından % olarak hesaplanmıştır.

3.2.1.2 Yağın elde edilmesi (soğuk ekstraksiyon)

Analizlerde kullanılacak yağlar oksidasyon testlerinde kullanılacağı için soğuk ekstraksiyon yöntemi ile elde edilmiştir. Soğuk ekstraksiyonda; 30g öğütülüş fındık tartılıp üzerine 300mL hekzan ilave edilerek çalkalayıcıda 2 saat süre ile 300rpm'de karıştırılmıştır. Daha sonra kaba filtre kağıdından süzülmüş ve döner buharlaştırıcıda (rotary evaporatör) 50 ^{o}C'u geçmeyen sıcaklıkta çözücü uzaklaştırılarak yağlar elde

edilmiştir. Kahverengi şişelere azot gazı altında doldurulan yağlar analiz edilinceye kadar -24 ^{o}C'da depolanmıştır.

3.2.1.3 Hızlı yağ tayini

Kurutulan örneklerde yağ oranı kuru madde üzerinden % olarak hızlı yağ tayin cihazı (FOSS Soxtec 2055) ile belirlenmiştir. Ekstraksiyonda 4 farklı aşama mevcuttur. Bunlar sırası ile kaynama (boiling time), yıkama (rinsing time), geri kazanım (recovery time) ve kurutma (drying) aşamalarıdır.

Ekstraksiyon aşamaları: Kaynama zamanı: 15 dakika
Yıkama zamanı: 30 dakika
Geri kazanım zamwanı: 10 dakika
Kurutma zamanı: 5 dakika

3.2.1.4 Kavurma işlemi

Kavurma işlemi, döner tamburlu kavurma makinasında (80x110x50 cm) yapıldı. Tambur boyutları 20x25 cm olup 2 kg'a kadar fındık kavurma kapasitesindedir. Makina sıcaklığa duyarlı olup kavurma sıcaklığı 100-300 ^{o}C aralığındadır. Yapılan bu çalışmada, 120 ^{o}C'da 30 dakika kavurma işlemi yapılmıştır.

3.2.1.5 Fındığın beyazlama oranı

Mehlenbacher ve Smith (1988)'in belirlediği sıcaklık ve süre modifiye edilerek uygulanmıştır (120 ^{o}C'da 30 dakika). Ayrıca araştırmada uygulanan kavurma sıcaklığı ve süreleri esas alınarak her çeşit için sağlam 100'er adet fındık örneği zarının (testa) uzaklaşma durumu yüzde olarak belirlendi (Köksal ve Okay 1977).

3.2.2 Yağ örnekleri üzerinde yapılan analizler

3.2.2.1 Serbest yağ asitliği

Yağların sınıflandırılmasında ve kalite açısından değerlendirilmesinde kullanılan bir değerdir. Elde edilen yağların serbest yağ asitliği AOCS Official Method Ca 5a-40'a göre yapılmış ve % oleik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonymous 2006).

3.2.2.2 Peroksit sayısı

Örneklerin peroksit sayıları, AOCS Official Method Cd 8-53'e göre yapılmıştır (Anonymous 2006a). Peroksit sayısı yağlarda bulunan aktif oksijen miktarının ölçüsüdür. Lipit oksidasyonunun birincil ürünleri hidroperoksitlerdir. Peroksit sayısı değeri, lipit oksidasyonunun başlangıç aşamasında oluşan birincil ürünlerin miktarının ölçülmesidir. Sonuç, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeni, milieşdeğer oksijen cinsinden hesaplanarak verilmiştir. Beklenen peroksit sayısına göre yeterli düzeyde örnek tartılmış, üzerine 30 mL asetik asit-kloroform çözeltisinden (3:2 v/v) konularak, örnek çözülmüştür. 0.5 mL doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edilerek erlenin ağzı sıkıca kapatılıp, 1 dakika süreyle çözelti karıştırılmıştır. Karanlıkta 10 dakika bekledikten sonra 30 mL saf su ve 1 mL %1'lik nişasta çözeltisi katılarak, 0.1 N veya 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titrasyon gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar aşağıda verilen formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Peroksit sayısı} = (A \times N \times 1000)/E$$

Burada,

A: Kullanılan tiyosülfat çözeltisi, mL,

N: Kullanılan tiyosülfat çözeltisinin normalitesi,

E: Numune miktarı, g dır.

3.2.2.3 Özgül soğurma değerleri

Yağların önemli kalite parametrelerinden olan bu değerler, UV-VIS spektrofotometrede AOCS Official Method Ch 5-91'e göre yapılmıştır (Anonymous 2006). Çoklu doymamış yağ asitlerinden hareketle oluşan hidroperoksitler konjugasyonun oluşmasına yol açar. Bu oluşum UV spektrumunda kolaylıkla belirlenir. Oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri 232 nm ve 270 nm'de okunur. Konjuge dien oluşumu arttıkça 232 nm'deki özgül soğuma değeri artar. 270 nm'de özgül soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna (acılık, istenmeyen uçucu aroma bileşenleri) paralel olarak artış gösterir. Yağların önemli kalite parametrelerinden olan bu değerler, 60°C'da oksidasyona tabi tutulan yağlarda oluşabilecek konjugasyonlar UV-VIS spektrofotometrede AOCS 12 Official Method Ch 5-91'e göre yapılmıştır ve sonuçlar K (E) değerleri olarak verilmiştir (Anonymous 2006b).

3.2.2.4 Yağ asitleri bileşimi

Yağ asitleri bileşiminin saptanması için yağ örnekleri Anonymous (1990)'da verilen esaslara göre esterleştirilmiştir. Esterler, gaz kromatografisine enjekte edilerek yağ asitleri bileşimi % olarak belirlenmiştir. Kromatogramdaki piklerin geliş zamanları standart metil esterleri verilmek suretiyle bulunmuş, sonra örnek geliş zamanları ile kıyaslanarak teşhis edilmişlerdir.

Gaz kromatografisi cihazının çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Gaz kromatografi cihazı	:	Shimadzu GC-2010
Kolon	:	DB-23 Fused Silica Kapiler Kolon (30 m, 0.25-mm iç çap, 0.25 μm film kalınlığı)
Kolon sıcaklığı	:	190 °C
Dedektör	:	Alev İyonlaştırmalı Dedektör (FID)
Dedektör sıcaklığı	:	240 °C
Taşıyıcı gaz	:	Helyum, akış hızı: 1.00 mL/dakika
Enjeksiyon bloğu sıcaklığı:		230°C
Enjeksiyon hacmi	:	1 μL

Split oranı : 1:80

3.2.2.5 Aktif oksijen yöntemi (oksidasyon stabilite indeksi)

Metrohm 743 Rancimat cihazı kullanılarak AOCS Official Method Cd12-57'ye göre tespit edilmiştir (Anonymus, 1989). Bu yöntemde, örnekler 120 ^{o}C'da Ransimat cihazı ile oksidasyona uğratılmış ve böylece indüksiyon periyotları belirlenmiştir. Yağların oksidasyonu sırasında tepkimelerin otokatalitik karakter kazanmasına kadar geçen indüksiyon süresinin saptanmasında, yararlanılan ransimat testi, yağın oksidatif stabilitesini belirlemede kolay ve güvenilir bir yöntem olup, diğer yöntemlere alternatif olarak geliştirilmiştir.

İndüksiyon periyodu, yağın yağ asitleri bileşimi kadar, içerdiği doğal antioksidan potansiyeline de bağlı olarak oldukça geniş sınırlar arasında değişim gösterir. Ransimat yöntemi belirli sıcaklık ve hava akışında okside yağlardan oluşan uçucu ana ürünlerin artışına karşı, belirli bir kırılma noktasının diğer bir ifadeyle indüksiyon periyodunun belirlenmesi esasına dayanan bir yöntemdir.

İndüksiyon periyodu, parçalanma ürünlerinin damıtık suya transfer olması sonucu suyun iletkenliğinde oluşan değişimle ölçülür. İndüksiyon periyodu ne kadar uzun ise yağın oksidasyon stabilitesi o kadar yüksektir. Bu yöntem, örneklere 120 ^{o}C'da Ransimat 743 cihazı (Metrohm AG, Herisau, İsviçre) kullanılarak yapılmıştır ve indüksiyon periyotları saat olarak verilmiştir (Anonymous 2006b).

3.2.2.6 Serbest radikal yakalama (DPPH) yöntemi

Örneklerin serbest radikal yakalama kapasiteleri DPPH yöntemi ile belirlenmiştir. 10^{-4} M konsantrasyonda metanol ile hazırlanmış DPPH çözeltisinden 3 mL alınarak tüplere ilave edilmiş, üzerine metanol ekstraktından 0.5 mL ilave edilerek karıştırılmıştır. Oda koşullarında ve karanlık bir yerde 30 dakika bekletilmiş ve herhangi bir ilave yapılmamış DPPH çözeltisi kör (şahit) olarak kullanılarak 515 nm'de okuma yapılmıştır

(Kalantzakis vd. 2006). Antioksidan aktivite (AA), aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar %'de olarak verilmiştir.

$$AA\ (\%) = [(Abs_{Kontrol} - Abs_{Örnek}) / Abs_{Kontrol}] \times 100$$

Burada,

AA (%)= Antioksidan aktivite, %

$Abs_{kontrol}$= Kontrolün (kör) absorbansı

$Abs_{örnek}$= Örneğe ait absorbansdır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Fındık Meyveleri Üzerinde Yapılan Analizler

4.1.1 Rutubet oranı tayini

Çalışmada 5 farklı fındığın yıllar bazında kuru madde oranları çizelge 4.1'de verilmiştir. 1. yıl örneklerinde en yüksek rutubet % 4.20 ile kavrulmamış Foşa fındığında, en düşük rutubet ise % 1.76 ile kavrulmuş Mincane fındığında bulunmuştur. 2. yıl örneklerinde ise en yüksek rutubet % 5.05 ile kavrulmamış Foşa fındığında, en düşük rutubet % 1.65 ile kavrulmuş Palaz fındığında saptanmıştır.

Çizelge 4.1 Fındık çeşitlerinin rutubet değerleri (%)

		1. yıl	2. yıl
Mincane	kavrulmamış	2, 89	4, 51
	kavrulmuş	1, 76	2, 14
Palaz	kavrulmamış	3, 60	3,59
	kavrulmuş	2, 17	1, 65
Giresun	kavrulmamış	2, 98	3, 99
	kavrulmuş	2, 06	2, 22
Giresun Yabanisi	kavrulmamış	3, 82	4, 07
	kavrulmuş	2, 15	2, 31
Foşa	kavrulmamış	4, 20	5, 05
	kavrulmuş	2, 99	3, 38

Şimşek (2004), 2 yıl süresince Palaz, Foşa ve Tombul (Giresun) kavrulmamış fındık örneklerinde nem miktarlarının çeşitler arası ortalamalarını 1.yılda sırasıyla % 3.45, % 3.04, %3.29 ve 2. yılda sırasıyla % 3.26, % 3.26, % 2.96 olarak belirlemiştir.

Özdemir vd. (1998), Giresun ve Palaz fındık çeşitlerinde rutubet oranını sırasıyla % 3.41 ve % 3.38 olarak bildirmişlerdir.

Baş vd. (1986), nem oranlarını, Giresun (% 4.83), Palaz (% 4.68), Mincane (% 4.56) ve Foşa (% 4.90) çeşitlerinde daha yüksek olarak belirlemişlerdir.

Bir başka araştırmada kavurma işlemi yapılmamış Mincane, Palaz, Giresun ve Foşa fındık çeşitlerinin rutubet oranları sırasıyla %6.5, %8.1, %7.9, %7.7 olarak bildirilmiştir (Özdemir vd. 2001).

Yine aynı araştırıcı Şimşek (2004) kavurma işlemi ile Palaz, Foşa ve Giresun fındıklarının rutubet değerlerini ortalama olarak % 1.91-1.98, % 2.20-2.22, % 1.84-1.98'e düştüğünü bildirmektedir.

Kırbaşlar ve Erkmen (2003), Amaral vd. (2006), farklı sıcaklık (125-200^{o}C) ve sürelerde (5-30 dakika) yaptıkları kavurma işlemlerinde fındıkların rutubet içeriklerinde sıcaklık ve süreye bağlı olarak değişim gösterdiğini, genelde sıcaklık artışına bağlı olarak rutubet oranında bir azalmanın meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Özdemir vd. (2009), Giresun ve Akçakoca fındıklarının nem içeriklerinin kavurma ile değiştiğini tespit etmişlerdir. Kavrulmamış Giresun fındığının nem içeriği % 1.20 iken kavurma ile % 0.32'ye kadar düştüğü bildirilmiştir.

Kavrulmamış örneklerde; Palaz ve Foşa fındıklarının nem değerleri, Baş vd. (1986), Şimşek (2004) ve Özdemir vd. (2001)'un bildirdiği değerlerden daha düşük; Giresun fındığı için nem değeri, Şimşek (2004)'ün bildirdiği değerlerden yüksek, Baş vd. (1986)'nın bildirdiği değerlerden ise daha düşük bulunmuştur. Tombul ve Palaz çeşidi için Özdemir vd. (1998)'nın bildirdiği değerlere ise benzer bulunmuştur. Mincane fındık çeşidinin rutubet değeri, Baş vd. (1986) ve Özdemir vd. (2001)'nın bildirdiği değerlerden daha düşüktür.

Kavrulmuş örneklerde, Giresun çeşidi için bulunan değerler, Şimşek (2004) ve Özdemir vd. (2009)'un bildirdiği değerlerin altındadır. Foşa çeşiti için belirlenen değerler, Şimşek (2004)'in değerlerinden yüksek, Palaz çeşidi değerlerine ise benzer bulunmuştur. Diğer çeşitler için karşılaştırılacak bir değer bulunamamıştır.

Rutubet miktarındaki bu farklılık, fındığın boyut, şekil, yüzey alanı gibi özellikleri yanında, başlangıç rutubet miktarı ve kavurma sırasındaki koşullar ve sonrasında ortamın sıcaklığı, nemi gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Şimşek, 2004). Rutubet oranı, fındık çeşidi ve hasat yıllarına bağlı olarak değişiklik gösterdiği düşünülmektedir.

4.1.2 Yağ oranı

Kavrulmuş ve kavrulmamış fındıklardan elde edilen yağ oranları Çizelge 4.2'de verilmiştir. 1. yıl kavrulmamış örneklerde, en çok yağ % 44.2 ile Foşa, en az yağ % 36.90 Giresun yabanisi fındık çeşitlerinden elde edilmiştir. Kavrulmuş fındıklarda ise en çok yağ % 63.67 ile Giresun, en az yağ ise %51.12 Foşa fındık çeşitlerinden elde edilmiştir.

2. yıl kavrulmamış fındık örneklerinde, en çok yağ % 46.41 ile Mincane fındığından, en az yağ ise %34.36 Foşa çeşidi fındıklardan elde edilmiştir. Kavrulmuş fındık örneklerinde ise en çok yağ % 54.52 ile Giresun fındığından, en az % 43.46 yağ oranı ile Giresun yabanisi fındık çeşitlerinden elde edilmiştir.

Çizelge 4.2 Fındık çeşitlerinin yağ oranları (%)

		1. yıl	2. yıl
Mincane	kavrulmamış	38,03	46,41
	kavrulmuş	61,91	48,3
Palaz	kavrulmamış	39,45	35,48
	kavrulmuş	57,93	48,22
Giresun	kavrulmamış	42,61	46,08
	kavrulmuş	63,67	54,52
Giresun Yabanisi	kavrulmamış	36,90	44,02
	kavrulmuş	61.00	43,46
Foşa	kavrulmamış	44,2	34,36
	kavrulmuş	51,12	45,92

Yapılan çeşitli araştırmalarda kavrulmamış Palaz, Giresun, Foşa fındık çeşitlerine ait yağ oranları sırasıyla şöyle bulunmuştur % 66.94, % 63.80, % 67.32 (Şimşek 2004). Bir başka araştırmada Mincane, Palaz, Giresun ve Foşa fındıklarının yağ oranları sırasıyla % 70.8, % 69.4, % 68.6, % 69.4 tespit edilmiştir (Özdemir vd. 2001). Bulunan bu sonuçların kendi içinde çok farklılık göstermesi muhtemelen hızlı yağ tayin cihazından ileri geldiği düşünülmektedir.

Amaral vd. (2006) yaptığı bir çalışmada kavrulmuş ve kavrulmamış fındıkların yağ oranlarını karşılaştırmıştır. Burada kavrulmamış fındığın yağ oranının % 68.3 olduğu, sonra kavurma işleminin farklı sıcaklık (125-200^{o}C) ve sürelerde (5-30 dakika) yapılması sonucu yağ oranlarının sırasıyla % 68.4, % 70.2, % 70.0, % 68.5, % 70.7, % 70.8, % 69.4 arasında değiştiğini saptamışlardır. Buna benzer bir çalışma Kırbaşlar ve Erkmen (2003) tarafından yapılmış fakat çeşit belirtilmemiştir. Bu çalışmada kavrulmamış fındıkta yağ oranı % 62.94 iken, 135^{0}C'da 10, 15, 20, 25 ve 30 dakikalık kavurmalarda fındıkta yağ oranını sırasıyla % 62.94, % 62.94, % 62.93, % 62.93, %62.92 saptamışlardır.

Yapılan çalışmada bulunan sonuçlar literatür bilgileriyle karşılaştırıldığında, kavrulmamış örneklerin içerdiği yağ oranları literatür sonuçlarına göre daha az bulunmuştur. Tüm çeşitlerde kavrulmamış fındık örneklerindeki yağ oranlarının kavurma prosesi ile arttığı tespit edilmiştir (Kırbaşlar ve Erkmen 2003, Şimşek 2004, Amaral vd. 2006). Bu çalışma ile bulunan, fındık çeşitlerinin kavrulmasıyla meydana gelen yağ artış oranı Şimşek,(2004)'in verdiği kavrulmuş fındık çeşitlerine ait yağ artış sonuçlarından daha yüksek bulunmuştur.

Görüldüğü gibi yağ oranlarının çeşit, iklim ve toprak özelliklerine göre değiştiği fakat en büyük değişimim kavurma prosesinde oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu da yağa uygulanan sıcaklık işlemiyle viskozitenin düşerek dağınık haldeki yağ zerreciklerinin daha büyük kümeler oluşturması ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

4.1.3 Beyazlama oranı

Birinci yıl fındıklarında kavurma işlemiyle zarı en çok ayrılan fındığın Mincane olduğu en az ayrılanın ise Giresun Yabanisi olduğu saptanmıştır. 2.yıl fındıklarında ise zarı en çok ayrılanın yine Mincane fındık çesidi, en az ayrılanın ise Foşa fındık çeşidi olduğu tespit edilmiştir.

Şimşek, (2004) yaptığı çalışmada Palaz, Foşa ve Giresun fındık çeşidi örneklerinde beyazlama oranlarını sırasıyla 1.yıl % 97.33, % 82 ve % 97.33 bulmuştur. İkinci yıl örneklerinin beyazlama oranları ise % 91.33, % 77.33 ve % 94 olarak bulunmuştur.

Yapılan bu çalışma ile literatür verileri karşılaştırılınca, örneklerimizin sonuçları Foşa ve Giresun fındığında benzerlik göstermekte olup, Palaz fındığının beyazlama oranı ise daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Fındık çeşitlerinin beyazlama oranı (%)

	1. yıl	2.yıl
Mincane	95	94
Palaz	86	78
Giresun	94	93
Giresun Yabanisi	67	83
Foşa	87	75

4.1.4 Serbest yağ asitliği (SYA)

Fındık yağı örneklerinin serbest asitlikleri analiz edildikten sonra, sonuçlar % oleik asit cinsinden hesaplanarak verilmiştir. Fındık yağlarının serbest yağ asitliğine ait bulguları çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Fındıklardan elde edilen yağların serbest asitlik değerleri (oleik asit cinsinden) (%)

		1. yıl	2. yıl
Mincane	kavrulmamış	0,29	0,28
	kavrulmuş	0,33	0,21
Palaz	kavrulmamış	0,36	0,23
	kavrulmuş	0,42	0,21
Giresun	kavrulmamış	0,33	0,25
	kavrulmuş	0,31	0,20
Giresun Yabanisi	kavrulmamış	0,54	0,29
	kavrulmuş	0,38	0,21
Foşa	kavrulmamış	1,17	0,34
	kavrulmuş	0,53	0,31

Birinci yıl örneklerinde, en yüksek serbest yağ asitliği % 1,16 ile kavrulmamış Foşa çeşidinde en düşük serbest yağ asitliği ise % 0,29 ile kavrulmamış Mincane çeşidinde bulunmuştur.

İkinci yıl örneklerinde en yüksek serbest yağ asitliği % 0.34 ile kavrulmamış Foşa çeşidinde olup, en düşük serbest yağ asitliği ise % 0.20 ile kavrulmuş Giresun çeşidinde belirlenmiştir.

Literatür verilerine göre Palaz, Giresun ve Foşa kavrulmamış fındık çeşitlerinde serbest yağ asitliği ortalamalarının % 0.35 ile 0.37 arasında değiştiği bildirilmiştir (Şimşek, 2004).

Bu çalışmada bulunan sonuçlar (Şimşek, 2004)'in bildirdiği değerlerden daha yüksek çıkmıştır. Yine aynı araştırmada kavurma ile Foşa, Palaz ve Giresun fındık çeşitlerinin serbest yağ asitliği değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Örneklerimizde de bu düşüş tespit edilmiştir.

Taze fındıkta kurutma işlemi uygun şekilde yapılmazsa % 90 nispi nemde, küf gelişiminin de teşvik edilerek 2 hafta içinde serbest yağ asitliğinin % 1'in üzerine çıktığı bildirilmiştir (Kınderlerer ve Johnson, 1992, Sipahioğlu ve Heperkan, 2000). Ancak kavurma sonrasında, fındıktaki su miktarı azaldığı ve enzimler inaktif hale geldiği için uzun süreli depolamalar sonrasında bile serbest yağ asitliğinin çok fazla yükselmediği belirlenmiştir.

İşlenmiş iç fındık standardı (TS-1917)'na göre serbest yağ asitliği, yeni ürün 1. sınıf fındıklarda en fazla % 1 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada da fındık örneklerinin serbest yağ asitliği bu değer paralelindedir.

4.1.5 Peroksit sayısı tayini

Fındık çeşitlerinden elde edilen yağların peroksit sayısına ait değerler çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Fındıklardan elde edilen yağların peroksit sayısı değerleri (meq O_2/kg)

		1. yıl	2. yıl
Mincane	kavrulmamış	1,22	0,51
	kavrulmuş	1,54	2,09
Palaz	kavrulmamış	5,60	1,27
	kavrulmuş	1,22	0,66
Giresun	kavrulmamış	1,60	0,43
	kavrulmuş	1,25	0,42
Giresun Yabanisi	kavrulmamış	2,95	0,34
	kavrulmuş	0,96	0,30
Foşa	kavrulmamış	2,20	0,46
	kavrulmuş	0,95	0,20

Birinci yıl örneklerinde, en yüksek peroksit sayısı 5.60 meq O_2/kg ile kavrulmamış Palaz çeşidinin olup, en düşük peroksit değeri ise 0.95 meq O_2/kg ile kavrulmuş Foşa çeşidinde bulunmuştur.

İkinci yıl örneklerinde en yüksek peroksit sayısı 1.27 meq O_2/kg ile kavrulmamış Palaz çeşidinde olup, en düşük peroksit sayısı ise 0.20 meq O_2/kg ile kavrulmuş Foşa çeşidinde belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi "Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar" tebliğinde fındık yağı için rafine yağlarda peroksit sayısı en çok 10 miliekivalen aktif oksijen/kg yağ, soğuk preslenmis ve sızma yağlarda en çok 15 miliekivalent aktif oksijen/kg yağdır (Anonim, 2001). Sonuçlar, fındık yağı için bildirilen limit değerlerin altındadır.

Foşa, Palaz ve Giresun üzerine yapılan araştırmada kavrulmamış fındık çeşitlerinin 1. yıl peroksit değerleri sırasıyla 0.10, 0.14 ve 0.06 meq O_2/kg ve 2. yıl peroksit değerleri sırasıyla 0.07, 0.14 ve 0.03 meq O_2/kg olarak bulunmuştur. Kavurma işlemi ile Foşa, Palaz ve Giresun fındıklarının peroksit değerleri her iki yıl içinde ham fındık yağlarına kıyasla artış gösterdiği ancak bunun istatistiki açıdan önemli olmadığı bildirilmiştir (Şimşek 2004). Ham fındık yağlarında peroksit değeri, Şimşek (2004)'in bildirdiği değerlerin altında bulunmuştur. Foşa, Palaz ve Giresun örneklerinde bir değişim belirlenememiş ya da bir azalış belirlenmiştir. Sonuçlar, Şimşek (2004)'in bildirdiği sonuçlar ile uyum göstermemektedir. Mincane ve Giresun yabanisi için literatüre ulaşılamadığından bu sonuçların kıyaslaması yapılamamıştır.

Kavurma işlemi ile fındıkların yağ içeren ağsı gözenek yapısı bozulmakta ve dolayısıyla oksidatif bozulmaya karşı daha duyarlı bir hale gelmektedir (Perren vd. 1996). Ancak, kavrulmuş ürünlerde oluşan maillard reaksiyonu ürünlerinin güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bunların peroksit sayısının artmasını engellediği bildirilmiştir (Lee vd. 2003).

4.1.6 Yağ asitleri bileşimi

Yağ asitleri, enjekte edilen µL örnekte % derişim cinsinden hesaplanmıştır. Fındık yağı örneklerinin yağ asidi bileşimi çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Fındık yağı örneklerinin yağ asidi bileşimi (%)

Yağ Asitleri	Örnekler																			
	Mincane				Palaz				Giresun				Giresun Yabanisi				Foşa			
	kavrulmamş		kavrulmuş		kavrulmamş		kavrulmuş		kavrulmamş		kavrulmuş		kavrulmamş		kavrulmuş		kavrulmamş		kavrulmuş	
	1. YIL	2. YIL	1. YIL	2. YIL	1. YIL	2. YIL	1. YIL	2. YIL	1. YIL	2. YIL	1. YIL	2. YIL	1. YIL	2. YIL	1. YIL	2. YIL	1. YIL	2. YIL	1. YIL	2. YIL
Palmitik asit ($C_{16:0}$)	5,67	5,48	5,49	5,52	5,56	5,53	5,46	5,69	4,26	4,62	4,33	4,73	4,45	4,91	4,80	4,97	5,31	5,18	5,19	5,24
Palmitoleik asit ($C_{16:1}$)	0.22	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,22	0,16	0,18	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,21	0,20	0,20	0,19
Margarik asit ($C_{17:0}$)	0.05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
Margaroleik asit ($C_{17:1}$)	0.11	0,08	0,09	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
Stearik asit ($C_{18:0}$)	2,41	2,36	2,44	2,36	2,09	2,18	2,11	2,31	1,76	1,82	1,71	1,92	2,23	2,45	2,48	2,46	2,64	2,42	2,49	2,48
Oleik asit ($C_{18:1}$)	79.29	80,06	79,61	80,53	78,03	79,13	77,76	79,94	78,48	78,56	78,24	79,00	80,79	81,63	80,78	82,18	76,99	78,82	77,01	79,82
Linoleik asit ($C_{18:2}$)	11,23	11,09	11,35	10,64	13,59	12,42	13,92	11,32	14,87	14,28	14,99	13,64	11,82	10,27	11,15	9,66	14,26	12,87	14,56	11,74
Linolenik asit ($C_{18:3}$)	0.66	0,36	0,44	0,31	0,13	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11	0,11	0,14	0,13	0,14	0,12
Araşidik asit ($C_{20:0}$)	0.10	0,10	0,10	0,10	0,08	0,09	0,08	0,10	0,07	0,11	0,12	0,11	0,10	0,15	0,17	0,14	0,12	0,10	0,11	0,11
Gadoleik asit ($C_{20:1}$)	0.14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,17	0,15	0,16	0,15	0,19	0,17	0,17	0,16
Behenik asit ($C_{22:0}$)	0.09	0,05	0,07	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02

Kavrulmamış fındıklardan elde edilen yağların, birinci yıl örneklerinde en yüksek yağ asidi olan oleik asidin ($C_{18:1}$) oranı % 80.79 ile Giresun Yabanisi çeşidinde olup en düşük oleik asit içeriği ise % 76.99 ile Foşa fındık çeşidine aittir. İkinci yıl örneklerinde en yüksek oleik asit % 81.63 ile Giresun Yabanisi çeşidine ait olup, en düşük oleik asit içeriği ise % 78.56 ile Giresun çeşidinde bulunmuştur.

Kavrulmuş fındık çeşitlerinden elde edilen yağların birinci yıl örneklerinde en yüksek oleik asit ($C_{18:1}$) % 80.78 ile Giresun Yabanisine ait olup en düşük oleik asit içeriği ise % 77.01 ile Foşa fındık yağına aittir. İkinci yıl örneklerinde en yüksek oleik asit % 82.18 ile Giresun Yabanisi fındık çeşidinde olup en düşük oleik asit içeriği ise % 79.00 ile Giresun fındık çeşidine aittir.

Kavrulmamış fındık çeşitlerinden elde edilen yağlar arasında en yüksek palmitik asit ($C_{16:0}$) içeriği % 5.67 ile Mincane fındık çeşidinin 1. yıl örneğine ait olup, en düşük palmitik asit içeriği ise % 4.26 ile Giresun fındık çeşidinin 1.yıl örneğine aittir. Kavrulmuş fındık çeşitlerinden elde edilen yağlar arasında en yüksek palmitik asit içeriği % 5.69 ile Palaz fındık çeşidinin 2. yıl örneğine ait olup, en düşük palmitik asit içeriği ise % 4.26 ile Giresun fındık çeşidinin 1.yıl örneğine aittir.

Fındık çeşitlerinden elde edilen yağların stearik asit ($C_{18:0}$) içeriklerini incelersek; kavrulmamış fındık çeşitlerinden elde edilen yağlar arasında en yüksek stearik asit içeriği % 2.64 ile Foşa fındık çeşidinin 1. yıl örneğine ait olup, en düşük stearik asit içeriği ise % 1.76 ile Giresun fındık çeşidinin 1.yıl örneğine aittir. Kavrulmuş fındık çesitlerinden elde edilen yağlar arasında en yüksek stearik asit içeriği % 2.49 ile Foşa fındık çeşidinin 1. yıl örneğine ait olup, en düşük stearik asit içeriği ise % 1.71 ile Giresun fındık çeşidinin 1.yıl örneğine aittir.

Fındık çeşitlerinden elde edilen yağların linoleik asit ($C_{18:2}$) oranları kavrulmamış fındık çeşitlerinden elde edilen yağlar arasında en yüksek linoleik asit içeriği % 14.87 ile Giresun fındık çeşidinin 1. yıl örneğine ait olup, en düşük linoleik asit içeriği ise % 10.27 ile Giresun Yabanisi fındık çeşidinin 2.yıl örneğine aittir. Kavrulmuş fındık çesitlerinden elde edilen yağlar arasında en yüksek linoleik asit içeriği % 14.99 ile

Giresun fındık çeşidinin 1. yıl örneğine ait olup, en düşük linoleik asit içeriği ise % 9.66 ile Giresun Yabanisi fındık çeşidinin 2.yıl örneğine aittir.

Fındık çeşitlerinden elde edilen yağlarda linolenik asit ($C_{18:3}$), kavrulmamış fındık çesitlerinde en fazla % 0.66 ile Mincane fındık çeşidinin yağında (1.yıl), en düşük ise % 0.11 ile Giresun Yabanisi fındık çeşidinin (1. ve 2. yıl) yağında belirlenmiştir. Kavrulmuş fındık çesitlerinden elde edilen yağlar arasında ise en fazla oranda (% 0.44) Mincane fındık çeşidinin yağında (1. yıl), en düşük ise % 0.11 ile Giresun Yabanisi fındık çeşidinin yağında (1. ve 2. yıl) tespit edilmiştir.

Birinci ve 2. yıllarda kavrulmuş ve kavrulmamış fındık yağlarında miristik asit ($C_{14:0}$) % 0.02-0.03, palmitoleik asit ($C_{16:1}$) % 0.16-0.22, margarik asit ($C_{17:0}$) % 0.03-0.06, margaroleik asit ($C_{17:1}$) % 0.05-0.11, araşidik asit ($C_{20:0}$) % 0.07-0.17, gadoleik asit ($C_{20:1}$) % 0.14-0.19, behenik asit ($C_{22:0}$) % 0.01-0.09 arasında değişim göstermiştir.

Türk Gıda Kodeksi "Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar" tebliğinde fındık yağı için palmitik asit % 4.32-8.89, oleik asit % 71.0 - 91.0, linoleik asit % 5.7-22.2 aralığında, miristik asit, palmitoleik asit, stearik asit, linolenik asit, araşidik asit, eikosanoik asit ve behenik asit için üst limit değerleri sırasıyla % 0.1, % 1.15, % 2.67, % 0.2, % 0.1, % 0.2 ve % 0.1 olarak tebliğ edilmiştir (Anonim 2001).

Baş vd. (1986)'i 10 farklı fındık çeşidi yağı üzerine yaptıkları çalışmada yağ asitleri dağılımını araştırmışlardır. Giresun, Palaz, Mincane ve Foşa çeşitleri yağlarında en fazla oranda oleik asit, linoleik asit, palmitik asit ve stearik asit olarak belirlenmiştir. Giresun çeşidi için palmitik asit (% 4.50), stearik asit (% 1.02), oleik asit (% 82.61), linoleik asit (% 11.65); Palaz çeşidi için palmitik asit (% 6.71), stearik asit (% 1.67), oleik asit (% 79.84), linoleik asit (% 10.96); Mincane çesidi için palmitik asit (% 7.88), stearik asit (% 2.32), oleik asit (% 76.87), linoleik asit (% 12.49); Foşa çeşidi için palmitik asit (% 6.74), stearik asit (% 2.15), oleik asit (% 73.10), linoleik asit (% 17.30)' dir.

Özdemir (2001)' in yaptığı çalışmada Giresun, Palaz, Mincane ve Foşa kavrulmuş fındık yağlarında palmitik, stearik, oleik ve linoleik asit oranları sırasıyla Giresun fındık

çeşidinin yağında % 7.8, % 3.8, % 76.1 ve % 12.3, Palaz fındık çeşidinin yağında % 8.3, % 3.1, % 75.7 ve % 12.9, Mincane fındık çeşidinin yağında % 8.0, % 3.2, % 77.7 ve % 11.1, Foşa fındık çeşidinin yağında % 7.6, % 2.9, % 76.9 ve % 12.7 olarak bildirilmiştir.

Kırbaşlar ve Erkmen (2003), Foşa çeşidinden 10 farklı fındık yağı örneği üzerine yaptıkları çalışmada ham fındığın yağında palmitoleik asit, sitearik asit, oleik asit ve linoleik asit oranını 1. ve 2. yıl örneklerinde sırasıyla % 4.35, 4.55; % 1.10, 1.40; % 80.75, 81.45 ve % 13.80, 12.60 olarak tespit etmişler. 135 ^{o}C'da 30 dakikaya kadar yaptıkları kavurma işleminde yağ asidi bileşiminde önemli bir değişim belirleyememişlerdir.

Tombul ve Palaz çeşidi yağlarında palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit ve linolenik asit belirlenmiş olup oranları sırasıyla % 6.07, 6.45; % 0.08-0.05; % 2.24, 2.34; % 79.37, 79.80; % 11.86, 10.41 ve % 0.17, 0.37'dir (Koyuncu 2003).

Tombul (Giresun), Palaz ve Badem fındık çeşitlerinin yağ asidi dağılımlarını incelemişlerdir. Giresun fındığı yağında palmitik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit belirlenmiş ve bunların oranları sırasıyla % 5.91, % 2.53, % 80.64, % 10.29'dur. Palaz fındığında ise bu yağ asitlerinin oranı sırasıyla % 6.21, % 2.53, % 82.29, % 8.10 olarak belirlenmiştir (Seyhan vd. 2007).

Özdemir vd. (1998)'nin yaptığı çalışmada 7 farklı fındık çeşidi yağında yağ asidi dağılımı araştırılmıştır. Bunlardan Tombul (Giresun) fındık yağında yağ asidi dağılımında palmitik asit (% 4.22), stearik asit (% 2.18), oleik asit (% 74.58) ve linoleik asit (% 5.14); Palaz fındık çeşidi yağında yağ asidi dağılımında ise palmitik asit (% 4.45), stearik asit (% 2.16), oleik asit (% 73.06) ve linoleik asit (% 6.53) tespit edilmiştir.

Alasalvar vd. (2009), Tombul (Giresun) fındık çeşidinin yağ asidi dağılımını incelemişlerdir. Belirlenen 16 yağ asidinden en fazla oranda olanlar oleik asit (% 82.78), linoleik asit (% 8.85) palmitik asit (% 4.81) ve stearik asit (% 2.69)'dir.

Diğer bir çalışmada ise Giresun fındık çeşidinden elde edilen yağın bileşiminde palmitik asit (% 5.26), stearik asit (% 2.50), oleik asit (% 83.56) ve linoleik asit (% 8.68) tespit edilmiştir (Bayrak vd. 2007)

Amaral vd. (2006) yaptığı bir çalışmada kavrulmuş ve kavrulmamış fındıkların yağ asidi dağılımı karşılaştırmışlardır. Kavrulmamış fındık yağı örneklerinde oleik asit oranı % 79.57, linoleik asit oranı % 12.72, palmitik asit oranı % 5.02 ve stearik asit oranı % 1.89 olarak belirlenmiştir. Farklı sıcaklık (125-200^{o}C) ve sürelerde (5-30 dakika) yapılan kavurma işlemi ile yağ asitleri dağılımında az da olsa bir değişim belirlenmiştir. Kavurma ile genelde doymuş yağ asitleri ve oleik asitte bir artış, linoleik asitte ise bir azalış gözlenmiştir.

Yeni Zelanda'da yapılan bir çalışmada farklı fındık çeşitlerinin yağında palmitik asit % 4.08-5.94, palmitoleik asit % 0.12-0.24, margarik asit % 0.04'ün altında- 0.24, margaroleik asit % 0.07-0.10, stearik asit % 1.62-2.03, oleik asit % 73.8-80.1, linoleik asit 11.96-16.53, linolenik asit 0.12-0.16, araşidik asit 0.08-0.11 ve gadoleik asit % 0.12-0.15 aralığında bildirilmiştir (Savage vd. 1997).

Hırvatistan, Fransa, İtalya, İspanya ve Türkiye'den farklı yerlerden satın alınan kavrulmamış fındık örnekleri yağında başlıca oleik asit, linoleik asit, palmitik asit ve stearik asit olarak tespit edilmiştir. Oleik asit, Hırvatistan örneğinde % 82.6, Fransa örneklerinde % 75.6-81.9, İtalya örneklerinde % 80.3-83.4, İspanya örneklerinde % 75.3-81.8 ve Türkiye örneklerinde % 75.7-82.9; linoleik asit, Hırvatistan örneğinde % 8.7, Fransa örneklerinde % 9.4-17.1, İtalya örneklerinde % 6.2-10.6, İspanya örneklerinde % 10.1-15.9 ve Türkiye örneklerinde % 8.1-15.4; palmitik asit, Hırvatistan örneğinde % 5.1, Fransa örneklerinde % 5-6.3, İtalya örneklerinde % 5.8-6.6, İspanya örneklerinde % 5.3-6.1 ve Türkiye örneklerinde % 5.1-6.3, stearik asit, Hırvatistan örneğinde % 2.7, Fransa örneklerinde % 1.6-2.9, İtalya örneklerinde % 2.4-2.8, İspanya

örneklerinde % 1.9-2.5 ve Türkiye örneklerinde % 2.0-3.1 aralıklarında olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, kavrulmuş olan örneklerde oleik asit, Hırvatistan örneğinde % 81.1, İtalya örneklerinde % 83.3-83.8, İspanya örneklerinde % 78.5-82.3; linoleik asit, Hırvatistan örneğinde % 9.7, İtalya örneklerinde % 6.5-7.2, İspanya örneklerinde % 9.8-12.0; palmitik asit, Hırvatistan örneğinde % 5.2, İtalya örneklerinde % 6.2-6.6, İspanya örneklerinde % 5.2-6.2; stearik asit, Hırvatistan örneğinde % 2.7, İtalya örneklerinde % 2.4-2.6, İspanya örneklerinde % 2.1-2.5 aralığında belirlenmiştir (Crews vd. 2009).

Amaral vd. (2005), 19 farklı yabancı fındık çeşidinin yağında 15 adet yağ asidi tespit etmişlerdir. Bunlardan oranı en fazla olanlar; oleik asit (% 76.71-82.81), linoleik asit (% 7.20-11.37), palmitik asit (% 4.84-6.75) ve stearik asit (% 2.08-3.70)'dir.

Xu ve Hanna (2010), Nebraska'dan elde etikleri 10 farklı hibrit fındık çeşidi yağında palmitik asit (% 4.14-5.79), palmitoleik asit (% 0.19-0.73), stearik asit (% 0.98-1.99), oleik asit (% 57.2-72.1), linoleik asit (% 20.7-35.1) ve linolenik asit (% 0.12-0.36) belirlenmiştir.

Birinci yıl ve 2. yıl örneklerinde en fazla oranda belirlenen yağ asitleri oleik asit, linoleik asit, palmitik asit ve stearik asitlerdir. Araştırma sonuçları, Baş vd. (1986), Özdemir vd. (1998), Özdemir (2001), Kırbaşlar ve Erkmen (2003), Koyuncu (2003), Seyhan vd. (2007), Bayrak vd. (2007) ve Alasalvar vd. (2009)'nin yerli çeşitler üzerine yaptıkları araştırmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir. Yabancı çeşitler için bildirilen değerler (Savage vd. 1997, Amaral vd. 2005, 2006, Crews vd. 2009) ile de sonuçlar paralellik göstermektedir. Giresun yabanisi için literatür verisine rastlanmadığından bu çeşidin yağının yağ asitleri bileşimi ile bir kıyaslama yapılamamıştır. Bunun yanında tüm çeşitlerin yağlarının yağ asitleri bileşimi Türk Gıda Kodeksinde fındık yağı için belirtilen değerler arasındadır.

Kavurma ile yağ asitleri bileşiminde bir farklılık belirlenememiştir. Bu sonuçlar, Kırbaşlar ve Erkmen (2003), Amaral vd. (2006) ve Crews vd. (2009)'nin bildirdiği

değerler ile benzerlik göstermiştir. Bu araştırmacılar, düşük sıcaklıkta kavurma ile yağ asitlerinde önemli bir değişim olmadığını vurgulamışlardır.

4.1.7 Aktif oksijen yöntemi (oksidasyon stabilite indeksi)

Hızlandırılmış oksidasyon deneylerinden biri olan aktif oksijen yöntemi ile yağlara yüksek sıcaklık uygulanarak oksidasyona karşı olan dirençleri belirlenmektedir (Anonymous 2006b). Fındık yağı örneklerinin indüksiyon periyotları saat olarak çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Fındık yağı örneklerinin 120^{o}C sıcaklıktaki indüksiyon periyotları (saat)

		1. yıl	2. yıl
Mincane	kavrulmamış	9,06	12,79
	kavrulmuş	12,21	14,11
Palaz	kavrulmamış	8,28	15,28
	kavrulmuş	10,82	15,99
Giresun	kavrulmamış	7,72	12,08
	kavrulmuş	7,55	12,73
Giresun Yabanisi	kavrulmamış	7,67	14,05
	kavrulmuş	9,07	11,91
Foşa	kavrulmamış	4,75	13,26
	kavrulmuş	6,99	11,69

Birinci yıl örneklerinde indüksiyon periyodu en fazla oranda 12.21 saat ile kavrulmuş Mincane fındığı yağında, en düşük ise 4.75 saat ile kavrulmamış Foşa fındık çeşidi yağında tespit edilmiştir. 2. yıl en fazla indüksiyon periyoduna ait örnek 15.99 saat ile kavrulmuş Palaz fındık yağı, en düşük ise 11.69 saat ile kavrulmuş Foşa fındık çeşidi örneğidir.

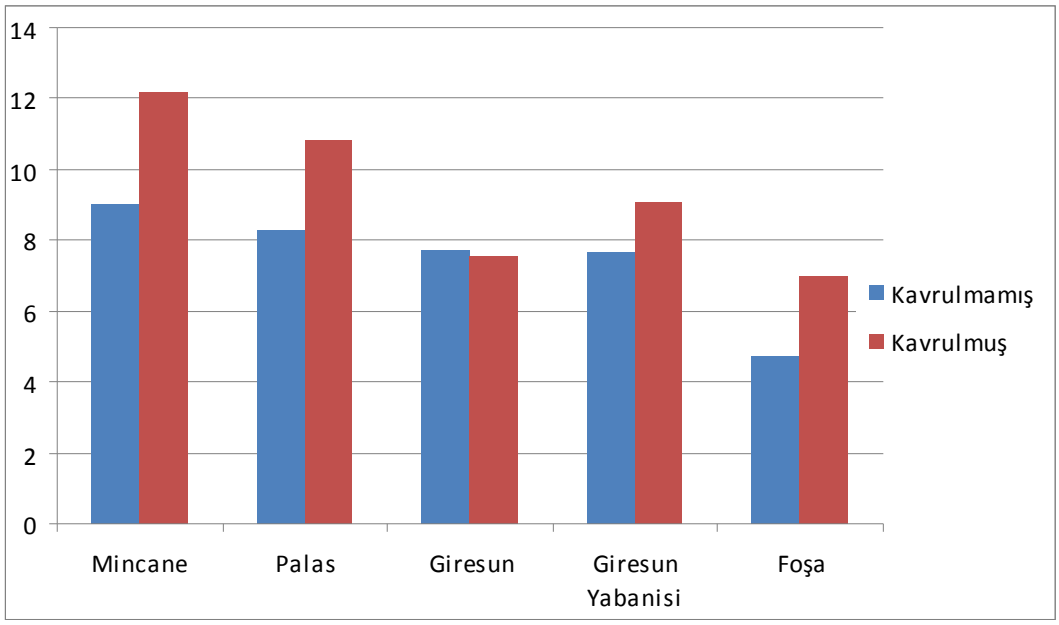
Demirci (2008), önemli işlenmiş fındık ürünlerinde (dilimlenmiş, kıyılmış, kavrulmuş fındık ve fındık unu) oksidasyon stabilitesini 130^{o}C'da araştırmıştır. 1. yıl örneklerinde

dilimlenmiş fındıkta 5.75 saat, fındık ununda 8.76, kıyılmış fındıkta 8.23 ve kavrulmuş fındıkta 7.20 saat indüksiyon periyodu, 2. yıl örneklerinde dilimlenmiş fındıkta 4.50 saat, fındık ununda 7.96, kıyılmış fındıkta 9.65 ve kavrulmuş fındıkta 6.53 saat indüksiyon periyodu göstermiştir.

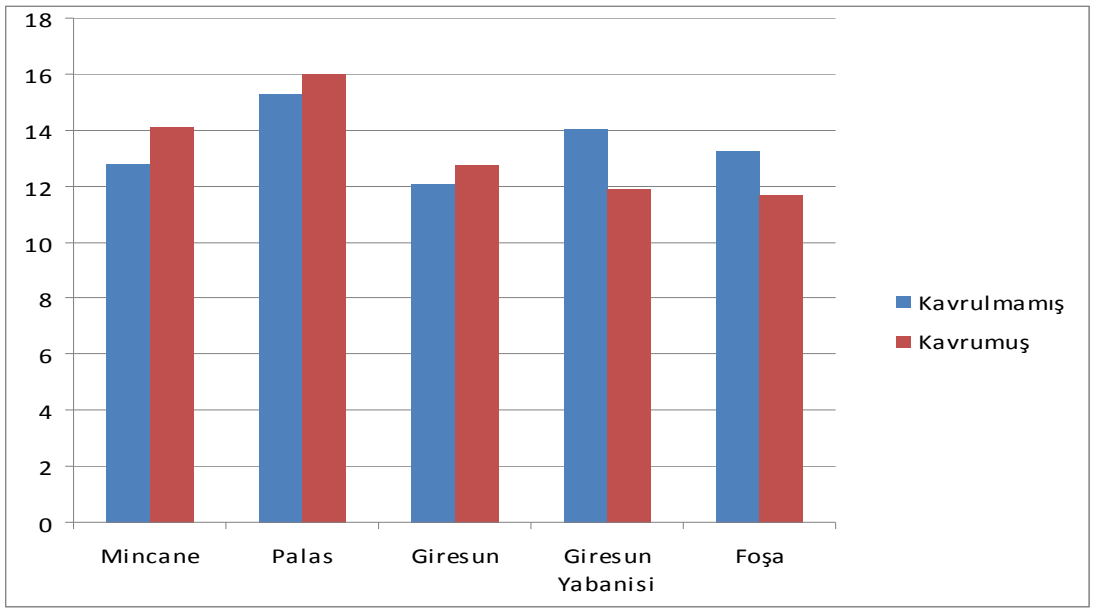
Savage vd. (1997), altı farklı fındık çeşidinden elde edilen yağlarda yaptıkları araştırmada; örnekleri 110^{o}C'da indüksiyon periyotlarının 15.6-25.3 saat aralığında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Amaral vd. (2005), 19 farklı fındık çeşidi yağı üzerinde yaptıkları çalışmada yağların 110^{o}C'da 8.9-16.3 saat arasında indüksiyon periyodu gösterdiklerini ifade etmişlerdir.

Yağların oksidasyon stabilitesi, yağın yağ asitleri bileşiminin doymamışlık düzeyinden ve yağın yapısında yer alan doğal antioksidanlara bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Çeşitler arasında oksidasyon stabilitesi açısından bu farklılık, bu çeşitlerin içermiş olduğu doğal antioksidan maddeler olan tokoferol ve fitosterollerin miktarından kaynaklanmaktadır (Amaral vd. 2006). Kavurma işlemi ile elde edilen yağların oksidasyon stabilitelerinde artış meydana gelmiştir. Kavurma işleminin fındıkta yer alan enzimleri azaltmak suretiyle stabiliteyi artırdığı düşünülmektedir.



Şekil 4.1 Birinci yıl örneklerinden elde edilen yağların 120°C sıcaklıktaki indüksiyon periyotları (saat)



Şekil 4.2 İkinci yıl örneklerinden elde edilen yağların 120°C sıcaklıktaki indüksiyon periyotları (saat)

4.1.8 Özgül soğurma değerleri (dien-trien)

Özgül soğurma, yağların tağşişinde ve oksidasyonunda kullanılan en yaygın yöntemdir (Kamal-Eldin ve Pokorny 2005). Oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünleri 232 nm

ve 270 nm'de saptanmıştır. Bu yöntemin çalışma prensibine göre, konjuge dien oluşumu arttıkça 232 nm' deki özgül soğuma değeri artış gösterir. 270 nm'de özgül soğurma değeri ise aldehit ve ketonların oluşumuna (acılık, istenmeyen lezzet bileşenleri) paralel olarak artış göstermektedir.

Yağların önemli kalite parametrelerinden olan dien trien değerleri çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Fındık yağlarında konjuge dien (K_{232}) ve trien (K_{270}) değerleri

		1.yıl		2.yıl	
		K_{232}	K_{270}	K_{232}	K_{270}
Mincane	kavrulmamış	1,93	0,67	1,06	0,22
	kavrulmuş	1,9	0,76	1,45	0,38
Palaz	kavrulmamış	1,76	0,73	1,25	0,32
	kavrulmuş	1,83	0,72	1,08	0,23
Giresun	kavrulmamış	1,93	0,90	1,09	0,21
	kavrulmuş	1,79	0,48	1,48	0,35
Giresun Yabanisi	kavrulmamış	2,30	0,89	1,13	0,27
	kavrulmuş	1,92	0,87	1,44	0,37
Foşa	kavrulmamış	1,7	0,48	1,11	0,22
	kavrulmuş	1,66	0,35	1,45	0,35

Çizelge 4.8'de de görüldüğü gibi spektrofotometre ile belirlenen dien değerleri her iki yılın örneklerinde 1.06-2.30 arasında değişmektedir. Birinci yıl örneklerinde en yüksek dien değeri 2.30 ile kavrulmamış Giresun Yabanisi çeşidi yağına ait olup, en düşük dien değeri kavrulmuş Foşa yağında saptanmıştır. İkinci yıl örneklerinde en yüksek dien değeri 1.48 ile kavrulmuş Giresun çeşidi yağına ait olup, kavrulmamış Mincane çeşidi 1.06 ile en düşük değere sahiptir.

Spektrofotometre ile belirlenen trien değerleri 0.21-0.90 arasında değişmektedir. Birinci yıl örneklerinde en yüksek trien değeri 0.90 ile kavrulmamış Giresun çeşidi yağına ait

olup, kavrulmuş Foşa çeşidi 0.35 ile en düşük değere sahiptir. İkinci yıl örneklerinde en yüksek trien değeri 0.38 ile kavrulmuş Mincane çeşidi yağına ait olup, kavrulmamış Giresun çeşidi 0.21 ile en düşük değere sahiptir

Bayrak vd. (2007), yaptıkları bir çalışmada kaplamasız fındık ile farklı kaplama materyalleri ile kaplanmış fındıkların, 24^{o}C sıcaklıkta depolama boyunca (0 - 28 hafta), konjuge dien ve trien değerlerini bulmuşlardır. Buna göre depolanmamış fındığın yağında konjuge dien değeri 1.13 iken, depolama sonunda bu değer 1.46'ya kadar yükselmiştir. Konjuge trien değerleri ise depolanmamış fındığın yağında 0.05 iken, depolama sonunda bu değer 0.17'ye kadar çıktığı bildirilmiştir.

K_{232} ve K_{270} değerleri, çeşitler ve kavurma işlemine bağlı olarak değişim göstermektedir. K_{232} değerlerinin yüksek olması yağın oksidasyona yatkınlığı olarak nitelendirilebilir. Bu değer ne kadar yüksek ise yağın bozulması hızlı olmaktadır. Kavurma ile bu değerler arasındaki değişim çok azdır.

4.1.9 Serbest radikal yakalama (DPPH) yöntemi

Serbest radikal yakalama kapasiteleri DPPH yöntemi ile yapılmış, sonuçlar % antioksidan aktivitesi olarak çizelge 4.9'de verilmiştir.

Çizelge 4.9 Fındık yağlarında serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH - % antioksidan aktivite)

		1.yıl	2.yıl
Mincane	kavrulmamış	47,94	70,46
	kavrulmuş	42,72	64,4
Palaz	kavrulmamış	52,38	67,44
	kavrulmuş	38,63	63,79
Giresun	kavrulmamış	48,51	74,63
	kavrulmuş	47,70	67,18
Giresun Yabanisi	kavrulmamış	56,39	88,24
	kavrulmuş	50,41	73,44
Foşa	kavrulmamış	51,17	83,71
	kavrulmuş	66,68	67,47

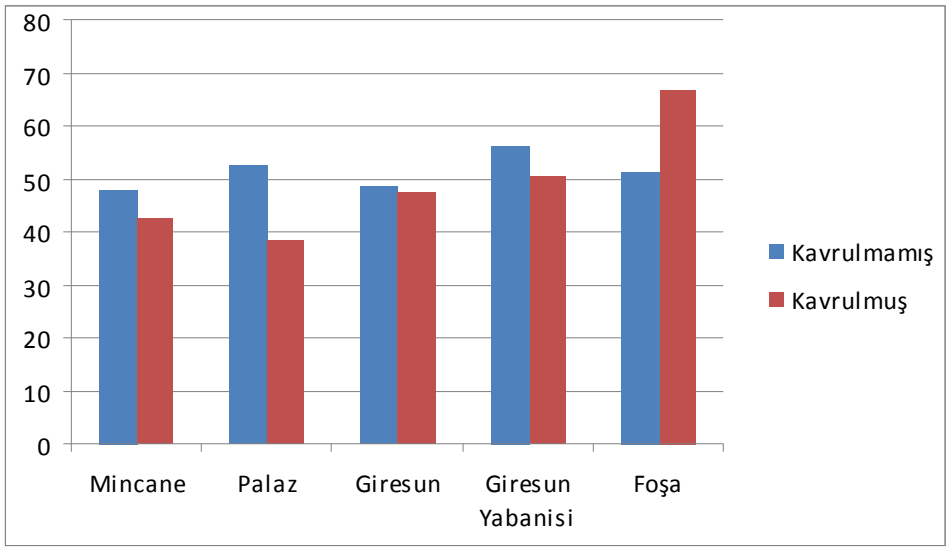
Analizlerde serbest radikal yakalama kapasitesi % 38.63–88.24 arasında değişmektedir. Birinci yıl örneklerinde en yüksek serbest radikal yakalama kapasitesi % 66.28 ile kavrulmuş Foşa fındık çeşidi yağına ait olup, en düşük serbest radikal yakalama kapasitesi ise % 38.63 ile kavrulmuş Palaz fındık çeşidi yağına aittir. İkinci yıl örneklerinde en yüksek serbest radikal yakalama kapasitesi % 88.24 ile kavrulmamış Giresun Yabanisi çeşidi yağına ait olup, en düşük serbest radikal yakalama kapasitesi ise % 63.79 ile kavrulmuş Palaz fındık çeşidi yağına aittir.

Buna göre en iyi antioksidan aktivite gösteren örnek 1. yıl çeşitleri içinde kavrulmuş Foşa fındık çeşidi yağı olup, 2. yıl örneklerinde kavrulmamış Giresun Yabanisi çeşidi yağıdır. Bu örneklerin antioksidan aktiviteleri oldukça yüksek çıkmıştır. Bu da örneklerin serbest radikal yakalama kapasitelerinin yüksek olduğunu ve dolayısıyla da oksidatif stabilitelerinin oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.

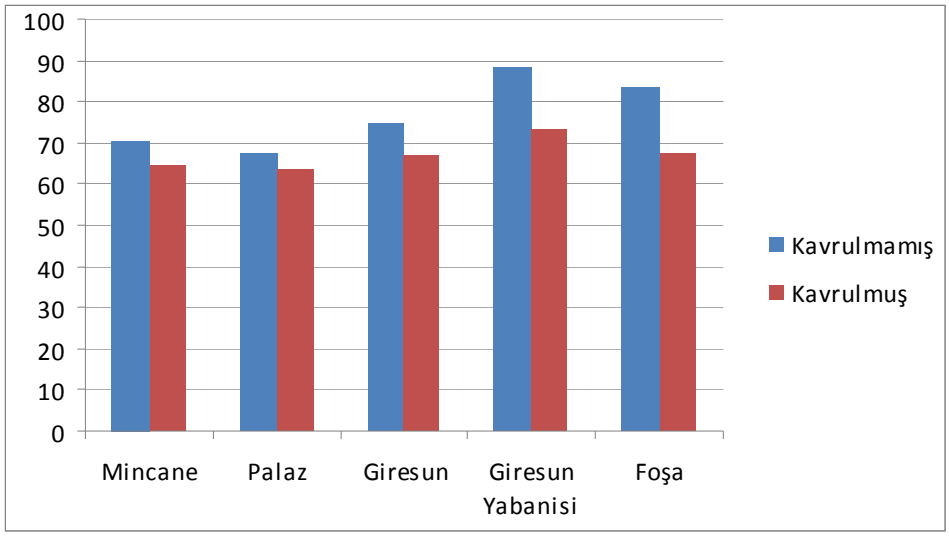
Kavrulmuş Palaz fındık çeşidi yağı ise 1. ve 2. yıllarda en düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğu bulunmuştur. Dolaysıyla serbest radikal yakalama kapasiteleri düşüktür ve oksidasyon stabilitesi de zayıftır.

Örneklerin serbest radikal yakalama kapasiteleri peroksit değerleri ile paralellik göstermektedir. Yani peroksit değeri yüksek olan örneğin oksidatif stabilitesi düşük olduğu için serbest radikal yakalama kapasitesi de düşük olmaktadır. Dolayısıyla antioksidan aktivitesi düşük seyretmektedir. Burada, peroksit sayısı değeri ve antioksidan aktivitesi olan serbest radikal yakalama kapasitesi arasında bir ilişki mevcuttur.

Bu sonuçlara göre tüm fındık yağı çeşitleri içinde oksidasyon stabiliteleri en yüksek olanlar 2.yıl kavrulmamış Giresun Yabanisi, Foşa, Giresun fındık çeşitleri yağları olup en düşük oksidasyon stabiliteleri 1. yıl kavrulmuş Palaz, Mincane, Giresun fındık çeşitlerinin yağlarıdır.



Şekil 4.3 Birinci yıl örneklerinden elde edilen yağların serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH - % antioksidan aktivite)



Şekil 4.4 İkinci yıl örneklerinden elde edilen yağların serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH - % antioksidan aktivite)

5. SONUÇ

Bu çalışmada farklı çeşitlerden elde edilen iç kabuklu ve iç kabuksuz fındık yağlarının oksidatif stabiliteleri araştırılmıştır. Bu amaçla fındık yağlarının serbest asitlikleri, peroksit sayıları, antioksidan aktiviteleri, dien-trien analizleri, serbest radikal yakalama kapasiteleri ve ransimat analizleri yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlardan, fındık yağlarının yağ asidi bileşimi (oleik asit sınıfında yer alması bakımından) zeytin yağlarına benzer bulunmuştur. Fındık yağlarında en fazla oleik asit, palmitik asit, linoleik asit ve stearik asit yer almıştır.

Serbest yağ asitliği, peroksit değeri ve özgül soğurma değerleri (K_{232} ve K_{270}) çeşitlere göre farklılık göstermiş olup, kavrulmamış örneklerde serbest yağ asitliği 1. yıl ve 2. yıl için en yüksek Foşa çeşidinde, peroksit değeri 1. ve 2. yılda en yüksek Palaz çeşidinde, özgül soğurma değerlerinde, K_{232} değeri en yüksek 1. yıl Giresun yabanisi çeşidinde, 2. yıl ise Palaz çeşidinde, K_{270} değeri en yüksek 1. yıl Giresun çeşidinde, 2. yıl Palaz çeşidinde tespit edilmiştir. Kavurma işlemi ile bu parametrelerde önemli bir değişim gözlenmemiştir.

Kavrulmamış fındıklarda indüksiyon periyodu 1. yıl örneklerinde en yüksek Mincane çeşidinin yağında, 2. yıl örneklerinde ise Palaz çeşidinin yağında belirlenirken, 2. yıl örnekleri 1. yıl örneklerine göre daha uzun indüksiyon periyodu göstermiştir. Kavurma işlemi ile yağların stabilitelerinde artış gözlenmiştir. Bu artışın kavurma ile birlikte bazı enzimlerinin aktivitesinin azalması veya yok olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yağların serbest radikal yakalama kapasitesi 1. ve 2. yıl örneklerinde Giresun yabanisi çeşidinde en güçlü oranda belirlenmiştir. 2. yıl örneklerinin serbest radikal yakalama kapasitesi 1. yıl örneklerine göre daha fazla olarak bulunmuştur. Bunun yanında, kavurma işlemi ile birlikte yağın serbest radikal yakalama kapasitesinde bir artış belirlenmiştir.

Fındık yağının oksidasyon stabilitesinin yüksek olduğu, serbest radikal yakalama kapasitesinin de iyi olduğu yapılan çalışma ile anlaşılmıştır. Oksidasyon stabilitesinin yüksek olması, tekli doymamış yağ asitlerinden olan oleik asidi fazla oranda içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kavurma işlemi ile yağın raf ömrününün uzadığı, indüksiyon sürelerinin uzun olmasından ve serbest radikal yakalama kapasitelerinin yüksek olmasından anlaşılmaktadır. Kabuğun fındık açısından önemli bir antioksidan kaynağı olduğu ve oksijene karşı iyi bir bariyer oluşturduğu anlaşılmıştır. Gelecekte kavurma işleminden sonra ortaya çıkan yan ürünlerin değerlendirilmesi ve sanayide kullanma imkanlarının araştırılması yönünde yeni çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Açkurt, F., Özdemir, M., Biringen, G. and Loker, M. 1999. Effects of geographical origin and variety on vitamin and mineral composition of hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties cultivated in Turkey. Food Chem., 65; 309–313.

Alasalvar, C. and Shadidi, F., Ohshima, T., Wanasundara, U., Yurttaş, H.C., Liyanapathirana, C.M. and Rodrigues, F.B. 2003. Turkish tombul hazelnut (*Corylus avellana L.*) 2. lipid characteristics and oxidative stability. J. Agric. Food Chem., 51 (13); 3797-3805.

Alasalvar, C. Karama, M., Amarowicz, R. and Shadidi, F. 2006. Antioxidant and Antiradical Activities in Extracts of Hazelnut Kernel (*Corylus avellana L.*) and Hazelnut Green Leafy Cover. J. Agric. Food Chem., 54 (13); 4826-4832

Alasalvar, C., Hoffman, A. M. and Shadidi, F. 2008. Antioksidant activities and phytochemicals in hazelnut and hazelnut by-products.

Amaral, J. S. 2005. Contribuicao para a caracterizacao quimica das folhas e sementes de aveleira (*Corylus avellana L.*) e de nogueira (*Juglans regia L.*) (in Portuguese). PhD thesis, Universidade do Porto, Porto, Portugal.

Amaral, J. S., Casal, S., Citova, I., Santos, A., Seabra, R. M. and Oliveira, B. P. P. 2006.

Amaral, J. S., Cunha, S. C., Santos, A., Alves, M. R., Seabra, R. M., and Oliveira, B. P. P. 2006. Influence of cultivar and environmental conditions on the triacylglycerol profi le of hazelnut (*Corylus avellana L.*). J. Agric. Food Chem., 54; 449–456.

Amaral, J.S., Casal, S., Citova, I., Santos, A. Seabra, R.M… . 2006. Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana L.*) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. Eur Food Res Technol, 222: 274–280.

Amaral, J.S., Casal, S., Seabra, R.M., . Oliveira, B.P.P. 2006. Effects of Roasting on Hazelnut Lipids. J. Agric. Food Chem., 54 (4); 1315-1321.

Anonim. 2001. TS 3074 Kabuklu fındık standartı.

Anonim. 2008 Web sitesi: http://www.faostat. Fao.org. Erişim Tarih 07.01.2009

Anonymous. 1989. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Ca5a-40, Cd8-53, Cd12-57 and Ch5-91 .

Anonymous. 1990. Fatty acids in oils and fats In: Helrich K (ed) AOCS official methods of analysis, vol 2, 15th edn 963–964.

Anonymous. 1995. Manual of Nutrition, 10th ed., Reference Book 342, HMSO, London.

Anonymous. 2006a. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, Fourth Edition, Methods: Ca5a-40, Cd8-53, Cd12-57 and Ch5-91.

Anonymous. 2006b. Official methods and recommended practices of the American Oil.

Aparicio, R. and Aparicio-Ruiz, R. 2000. Authentication of vegetable oils by chromatographic techniques. J. Chromatogr. A, 881; 93–104.

Arcan, I., Yemenicioğlu, A. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of fresh and dry nuts with or without the seed coat. Journal of Food Composıtıon and Analysis.

Arcan, I. Yemenicioğlu, A. 2009. Antioxidant activity and phenolic content of fresh and dry nut with or withhout the seedcoat. Journal of Food Composition and Analysis, 22; 184-188.

Awad, A. B. and Fink, C. S. 2000. Phytosterols as anticancer dietary components: Evidence and mechanism of action. J. Nutr., 130; 2127–2130.

Awad, A. B., Williams, H., and Fink, C. S. 2001. Phytosterols reduce in vitro metastic ability of MDA-MB-231 human breast cancer cells. Nutr. Cancer, 40; 157–164.

Awad, A.B., Chan, K.C., Downie, A.C., Fink, C.S. 2000. Peanuts as a source of β-sitosterol, a sterol with anticancer properties. Nutr. Cancer, 36; 238-241.

Azzi, A. and Stocker, A. 2000. Vitamin E: Non-antioxidant roles. Prog. Lipid Res., 39; 231–255.

Bada, J. C., Leon-Camacho, M., Prieto, M., and Alonso, L. 2004. Characterization of oils of hazelnuts from Asturias, Spain. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 106; 294–300.

Bayrak, A., 2006. Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Yayın No:32 Sayfa 497. Ankara

Bayrak, A., Caner, C., Çalıkoğlu, E., Kıralan, M. 2007. Uçucu yağ ilaveli yenilebilir kaplamaların kavrulmuş fındığın raf ömrüne etkisi. 1060238

Benitez-Sánchez, P. L., León-Camacho, M., and Aparicio, R. 2003. A comprehensive study of hazelnut oil composition with comparisons to other vegetable oils, particularly olive oil. Eur. Food Res. Technol., 218; 13–19.

Berdanier, C. D. 1998. Advanced Nutrition: Micronutrients, CRC Press, Boca Raton, FL.

Bonvehi, J. S. and Coll, F. V. 1997. A chemical study of the mineral fraction of Tarragona hazelnuts (*Corylus avellana L.*). Acta Alimentaria, 26; 243–253.

Botta, R., Gianotti, C., Richardson, D., Suwanagul, A., and Sanz, C.L. 1994. Hazelnut variety organic acids, sugars, and total lipid fatty acids. Acta Hort., 351; 693–699.

Bouic, P. J. 2001. The role of phytosterols and phytosterolins in immune modulation: A review of the past 10 years, Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care., 4; 471–475.

Bradford, P.C. and Awad, A.B. 2007. Phytosterols as anticancer compounds, Mol. Nutr. Food Res., 51; 161–170.

Brenneisen, P., Steinbrenner, H., and Sies, H. 2005. Selenium, oxidative stress, and health aspects. Mol.Aspects Med., 26; 256–267.

Brown, L., Rosner, B., Willett, W. W., and Sacks, F. M. 1999. Cholesterol-lowering effects of dietary fi ber: A meta-analysis. Am. J. Clin. Nutr., 69; 30–42.

Chan, P., Tomlinson, B., Lee, C.B., and Lee, Y.S. 1996. Effectiveness and safety of low-dose pravastatin and squalene, alone and in combination, in elderly patients with hypercholesterolemia. J. Clin. Pharmacol., 36; 422–427.

Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana L.*) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. Eur. Food Res. Technol., 222; 274–280.

Chemists' society, Fourth Edition, Methods: Ca5a-40, Cd8-53, Ch5-91

Chisholm, A., Mann, J., Skeaff, M., Frampton, C., Sutherland, W., Duncan A., and Tiszavari S. 1998. A diet rich in walnuts favourably infl uences plasma fatty acid profile in moderately hyperlipidaemic subjects. Eur. J. Clin. Nutr., 52; 12–16.

Committee on Diet and Health, Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences, National Research Council, Diet and Health: Implications for Reducing Chronic Disease Risk, National Academy Press, Washington, DC, 1989.

Crews, C., Hough, P., Godward, J., Brereton, P., Lees, M., Guiet, S., and Winkelmann, W. 2005. Study of the main constituents of some authentic hazelnut oils. J. Agric. Food Chem., 53; 4843–4852.

Crews, C., Hough, P., Godward, J., Brereton, P., Lees, M., Guiet, S., Winkelmann, W. 2005. Study of the Main Constituents of Some Authentic Hazelnut Oils. J. Agric. Food Chem., 53 (12); 4843-4852.Danışman : yrd. Doç. Dr. İsa cavidoğlu

Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids, The National Academies Press, Washington, DC, 2000.

Dionisi, F., Prodolliet, J., and Tagliaferri, E. 1995. Assessment of olive oil adulteration by reversed-phase high-performance liquid chromatography/amperometric detection of tocopherols and tocotrienols. J. Am. Oil Chem. Soc., 72; 1505–1511.

Dreher, M.L. 1987. Handbook of Dietary Fiber, Marcel Dekker, New York,

Durak, I., Köksal, I., Kaçmaz, M., Büyükkocak, S., Çimen, B. M. Y., and Özturk, H. S. 1999. Hazelnut supplementation enhances plasma antioxidant potential and lowers plasma cholesterol levels. Clin. Chim. Acta., 284, 113–115.

Ebrahem, K. S., Richardson, D.G., Tetley, R. M., and Mehlenbacher, S. A. 1994. Oil content, fatty acid composition, and vitamin E concentration of 17 hazelnut varieties, compared to other types of nuts and oil seeds, Acta Hortic., 351; 685–692.

Edwards, K., Kwaw, I., Matud, J., and Kurtz, I. 1999. Effect of pistachio nuts on serum lipid levels in patients with moderate hypercholesterolemia. J. Am. Coll. Nutr., 18; 229–232.

Eitenmiller, R. and Lee, J. 2004. Vitamin E: Food Chemistry, Composition, and Analysis, Taylor & Francis, New York

Espn, J.C., Soler-Rivas, C., Wichers, H.J. 2000. Characterization of the Total Free Radical Scavenger Capacity of Vegetable Oils and Oil Fractions Using 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical. J. Agric. Food Chem., 48 (3), 648-656.

Esterbauer, H., Dieber-Rotheneder, M., Striegl, G., and Waeg, G. 1991. Role of vitamin E in preventing the oxidation of low-density lipoprotein. Am. J. Clin. Nutr., 53; 314S–321S.

Fang, F., Ho, C.-T., Sang, S., and Rosen, R.T. 2005. Determination of sphingolipids in nuts and seeds by a single quadrupole liquid chromatography–mass spectrometry method. J. Food Lipids, 12; 327–343.

FAO. Statistical Databases; http://faostat.fao.org/faostat (accessedDecember 2005).

Feldman, E.B. 2002. The scientifi c evidence for a benefi cial health relationship between walnuts and coronary heart disease. J. Nutr., 132; 1062S–1101S.

Food and Drug Administration (FDA). 2003. Qualifi ed Health Claims: Letter of Enforcement Discretion— Nuts and Coronary Heart Disease, Docket No 02P-0505, Food and Drug Administration, Washington, DC.

Fraser, G.E., Sabaté, J., Beeson, W.L., and Strahan, T.M. 1992. A possible protective effect of nut consumption on risk of coronary heart disease. The Adventist Health Study, Arch. Intern. Med., 152; 1416–1424.

Garg, M.L., Blake, R.J., and Wills, R.B.H. 2003. Macadamia nut consumption lowers plasma total and LDL cholesterol levels in hypercholesterolemic men. J. Nutr., 133; 1060–1063.

Hicks, K.B. and Moreau, R.A. 2001. Phytosterols and phytostanols: Functional food cholesterol busters, Food Technol., 55; 63–67.

Holland, B., Welch, A.A., Unwin, I.D., Buss, D.H., Paul, A.A., Southgate, D.A.T. 1995. McCance and Widdowson's The Composition of Foods, 5th ed., The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Cambridge, United Kingdom.

Hooper, L., Summerbell, C.D., Higgins, J.P.T., Thompson, R.L., Capps, N.E., Smith, G.D., Riemersma, R.A., and Ebrahim, S. 2001. Dietary fat intake and prevention of cardiovascular disease: Systematic review. Br. Med. J., 322; 757–763.

Jansson, B. 1984 Selenium and cancer. Cancer Bull., 36; 164–166.

Jones, P.J.H., MacDougall, D.E., Ntanios, F.Y., and Vanstone, C.A. 1997. Dietary phytosterols as cholesterollowering agents in humans. Can. J. Physiol. Pharm., 75; 217–227.

Kalantzakis, G., Blekas, G., Penklidas, K. and Boskou, D. 2006. Stability and Radical scavenging activity of heated olive oil and other vegetable oils. Eur J Lipid Sci Technol, 108; 329-335.

Karabulut. I., Topcu, A., Yorulmaz, A., Tekin, A., Ozay, S.D. 2005. Effects of the industrial refi ning process on some properties of hazelnut oil, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 107; 476–480.

Kaya, S. 2008. Fındık ve zeytin yağlarının oksidatif stabilitelerinin Belirlenmesi Yüksek lisans tezi. T.C. Yüzüncü yıl üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü Gıda mühendisliği anabilim dalı, Van

Khor, H.T. and Chieng, D.Y. 1996. Effect of dietary supplementation of tocotrienols and tocopherols on serum lipids in the hamster. Nutr. Res., 16; 1393–1401.

Kırbaşlar, F.G., Erkmen, G. 2003. Investigation of the Effect of Roasting Temperature on the Nutritive Value of Hazelnuts. Plant Foods for Human Nutrition, 58; 1–10.

Kinderlerer, J.L., Johnson, S. 1992. Rancidity in hazelnuts due to volatile aliphatic aldehydes. Journal of The Science of Food and Agriculture, 58; 89-93.

Ko, T.-F., Weng, Y.-M., and Chiou, R.Y.Y. 2002. Squalene content and antioxidant activity of Terminalia catappa leaves and seeds. J. Agric. Food Chem., 50; 5343–5348.

Kobayashi, T., Shimizugawa, T., Osakabe, T., Watanabe, S., and Okuyama, H. 1997. A long-term feeding of sphingolipids affected the levels of plasma cholesterol and hepatic triacylglycerol but not tissue phospholipids and sphingolipids. Nutr. Res., 17; 111–114.

Kornsteiner, M., Wagner, K-.H., Elmadfa, I. 2006. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. Food Chem., 98; 381–387.

Köksal, A.I., Artik, N., Şimşek, A., Güneş¸ N. 2006. Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties cultivated in Turkey. Food Chem., 99; 509–515.

Krings, U., Berger, R.G. 2001. Antioxidant activity of some roasted foods. Food Chemistry, 72; 223-229.

Law, M. 2000. Plant sterol and stanol margarines and health. Br. Med. J., 320; 861–864.

Maguire, L.S., O'Sullivan, S.M., Galvin, K., O'Connor, T.P., and O'Brien, N.M. 2004. Fatty acid profile, tocopherol, squalane and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. Int. J. Food Sci Nutr., 5; 171–178.

Miettinen, T.A. and Vanhanen, H. 1994. Serum concentration and metabolism of cholesterol during rapeseed oil and squalene feding. Am. J. Clin. Nutr., 59; 356–363.

Miyashita, K., Tsubakihara, Y., Alasalvar, C. 2005. Antioxidant and anti-obesity effects of hazelnut polyphenols, presented at 6th International Conference and Exhibition on Nutraceuticals and Functional Foods. Anaheim, CA, 28;16–19.

Morales, M.T., Rios, J.J. and Aparicio, R. 1997. Changes in the volatile composition of virgin olive oil during oxidation: Flavors and off-flavors, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45; 2666–2673.

Morales, R. Aparicio and J.J. Rios, 1994. Dynamic headspace gas chromatographic method for determining volatiles in virgin olive oil, Journal of Chromatography A 668; 455–462.

Nacne. 1983. Proposals for nutritional guidelines for health education in Britain. Lancet, 12; 835–837.

Nesaretnam, K., Ambra, R., Selvaduray, K.R., Radhakrishnan, A., Reimann, K., Razak, G., Virgili, F. 2004. Tocotrienol-rich fraction from palm oil affects gene expression in tumors resulting from MCF-7 cell inoculation in athymic mice. Lipids, 39; 459–467.

Nydahl, M. C.; Gustafason, I. B.; Vessby, B. 1994. Lipid-lowering diets enriched with monounsaturated or polyunsaturated fatty acids but low in saturated fatty acids have similar effects on serum lipid concentrations in hyperlipidemic patients. Am. J. Clin. Nutr, 59; 115-122.

Ordu Yağ Sanayi, A. Sü . Hazelnut Oil; http://www.orduyag-.com.tr (accessed December 2005).

Özdemir, M., Açkurt, F., Kaplan, M., Yıldız, M., Loker, M., Gurcan, T., Birigen, G., Okay, A., and Seyhan, F.G. 2001. Evaluation of new Turkish hybrid hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties: Fatty acid composition, α-tocopherol content, mineral composition and stability. Food Chem., 73; 411–415.

Özdemir, M., Açkurt, F., Kaplan, M., Yıldız, M., Loker, M., Gürcan, T., Biringen, G., Okay, A. and Seyhan, F:G: 2001b. Evaluation of new Turkısh hybrid hazelnut (*Corylus avellana L.*) varieties: fatty acid composition, α-tocopherol content, mineral composition and stability. Food Chemistry, 73; 411-415.

Özdemir, M., Açkurt, F., Yıldız, M., Biringen, G., Gürcan, T., Löker, M. 2001. Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (*Corylus Avellena L.*). Food Chemistry, 73; 185-190.

Papas, A.M. 2002. Beyond α-tocopherol: The role of the other tocopherols and tocotrienols, in Phytochemicals in Nutrition and Health, Meskin, M.S., Bidlack, W.R., Davies, A.J., and Omaye, S.T., Eds., CRC Press, Boca Raton, FL, 61–78.

Parcerisa, J., Boatella, J., Codony, R., Rafecas, M., Castellote, A.I., García, J., López, A., Romero, A. 1995. Comparison of fatty acid and triacylglycerol compositions of different hazelnut varieties (*Corylus avellana L.*) cultivated in Catalonia (Spain). J. Agric. Food Chem., 43; 13–16.

Parcerisa, J., Casals, I., Boatella, J., Codony, R., Rafecas, M. 2000. Analysis of olive and hazelnut oil mixtures by high-performance liquid chromatography-atmospheric pressure chemical ionisation mass spectrometry of triacylglycerols and gas-liquid chromatography of non-saponifi able compounds (tocopherols and sterols). J. Chromatogr. A, 881; 149–158.

Parcerisa, J., Rafecas, M., Castellote, A.I., Codony, R., Farran, A., Garcia, J., Gonzalez, C., Lopez, A., Romero, A., Boatella, J. 1995. Infl uence of variety and geographical origin on the lipid fraction of hazelnuts (*Corylus avellana L.*) from Spain: (III). Oil stability, tocopherol content and some mineral contents (Mn, Fe, Cu). Food Chem., 53; 71–74.

Parcerisa, J., Richardson, D.G., Rafecas, M., Codony, R., and Boatella, J. 1997. Fatty acid distribution in polar and nonpolar lipid classes of hazelnut oil (*Corylus avellana L.*). J. Agric. Food Chem., 45; 3887- 3890.

Plat, J. and Mensink, R.P. 2001. Effects of plant sterols and stanols on lipid metabolism and cardiovascular risk. Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis., 11; 31–40.

Rimm, E.B., Stampfer, M.J., Ascherio, A., Giovannucci, E., Colditz, G.A., Willett, W.C. 1993. Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men, N. Engl. J. Med., 328; 1450–1456.

Ruggeri, S., Cappelloni, L., Gambelli, S., and Carnovale, E. 1998. Chemical composition and nutritive value of nuts grown in Italy. Ital. J. Food Sci., 3; 243–252.

Ryan, E., Galvin, K., O'Connor, T.P., Maguire, A.R., O'Brien, N.M. 2006. Fatty acid profi le, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nuts. Int. J. Food Sci. Nutr., 57; 219–228.

Salas-Salvado, J., Bullo M., Perez-Heras, A., Ros, E. 2006. Dietary fi bre, nuts and cardiovascular diseases. Br. J. Nutr., 96;45–51.

Savage, G. P.; McNeil, D. L.; Dutta, P. C. 1997. Lipid composition and oxidative stability of oils in hazelnuts (*Corylus avellana L.*) grown in New Zealand. J. Am. Oil Chem. Soc. 74; 755-759.

Savage, G.P., McNeil, D.L. 1998. Chemical composition of hazelnuts (*Corylus avellana L.*) grown in New Zealand. Int. J. Food Sci. Nutr., 49; 199–203.

Savage, G.P., McNeil, D.L., and Dutta, P.C. 1997. Lipid composition and oxidative stability of oils in hazelnuts (*Corylus avellana L.*) grown in New Zealand. J. Am. Oil Chem. Soc., 74; 755–759.

Savage, G.P., McNeil, D.L., Dutta, P.C. 1997. Lipid Composition and Oxidative Stability of Oils in Hazelnuts (*Corylus avellana L.*)Grown in New Zealand. AOCS.

Segura, R., Javierre, C., Lizarraga, M.A., Ros, E. 2006. Other relevant components of nuts: Phytosterols, folate and minerals. Br. J. Nutr., 96; 36–44.

Seyhan, F., Ozay, G., Saklar, S., Ertaş, E., Satır, G. and Alaşalvar, C. 2007. Chemical changes of three native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana L.*) during fruit development. Food Chemistry, 105; 590-596.

Shahidi, F. Alasalvar, C., Liyanapathirana, C.M., Ohshima, T. 2003. Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana L.*). 1. Compositional characteristics. J. Agric. Food Chem., 51; 3790–3796.

Shahidi, F. and Alasalvar, C. 2004. Fındık ve fındık yan ürünlerinde fitokimyasal maddeler ve biyoaktif bileşikler. Fındık Tanıtım Grubu Yayınları. Proje Raporu.

Sipahioğlu, H.N., Heperkan D. 2000. Lipolytic activity of Trithothecium roseum on hazelnut. Food Microbiology, 17; 401-405.

Şimşek, A. 2004. Değişik kavurma proseslerinin bazı fındık çeşitlerinde oluşturduğu biyokimyasal değişiklikler. Doktora tezi. Ankara Ünv. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Anabilim Dalı.

Tombul Hazelnut (*Corylus avellana L.*). J. Agric. Food Chem., , 54 (26); 10177-10183.

Turkish Hazelnut Exporter's Union. 2007. The Miracle Nut: Hazelnut, Hazelnut Promotion Group, Giresun, Turkey.

U.S. Department of Agriculture (USDA). 2007. USDA National Nutrition Database for Standard Reference, Release 20, National Technical Information Service, USDA, Springfi eld, VA.

Ulberth, F. Buchgraber, M. 2000. Authenticity of fats and oils, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 102; 687–694.

Venkatachalam, M., Sahte, S.K. 2006. Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds. J. Agric. Food Chem., 54 (13); 4705-4714.

Volpe, R., Niittynen, L., Korpela, R., Sirtori, C., Bucci, A., Fraone, N., and Pazzucconi, F. 2001. Effect of yoghurt enriched with plant sterols on serum lipids in patients with moderate hypercholesterolaemia. Br. J. Nutr., 86; 233–239.

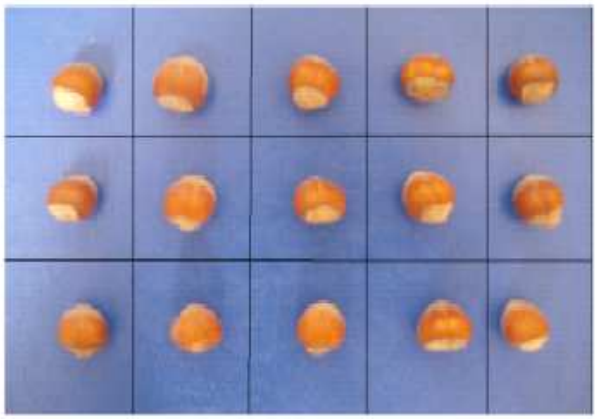
Weber, N., Mukherjee, K.D. 2006. Plant sterols and steryl esters in functional foods and nutracuticals, in Nutraceutical and Specialty Lipids and Their Co-Products, Shahidi, F., Ed., CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL;. 483–508.

Weststrate, J.A. and Meijer, G.W. 1998. Plant sterol-enriched margarines and reduction of plasma total- and LDL-cholesterol concentrations in normocholesterolaemic and mildly hypercholesterolaemic subjects. Eur. J. Clin. Nutr.; 52, 334–343.

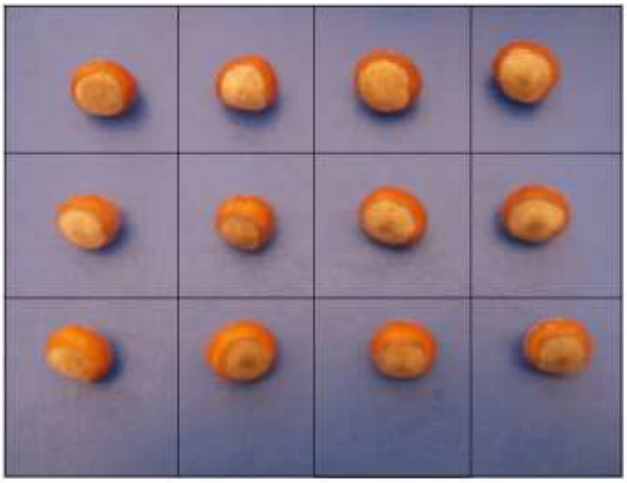
Xu, Y., Hanna, M.A. 2010. Composition and oxidative stabilities of oils extracted from hybrid hazelnuts grown in Nebraska, USA. International Journal of Food Science and Technology, 45; 2329–2336.

Zambón, D., Sabaté, J., Muñoz, S., Campero, B., Casals, E., Merlos, M., Laguna, J.C., Ros, E. 2000. Substituting walnuts for monounsaturated fat improves the serum lipid profi le of hypercholesterolemic men and women: A randomized crossover trial. Ann. Intern. Med., 132; 538–546.

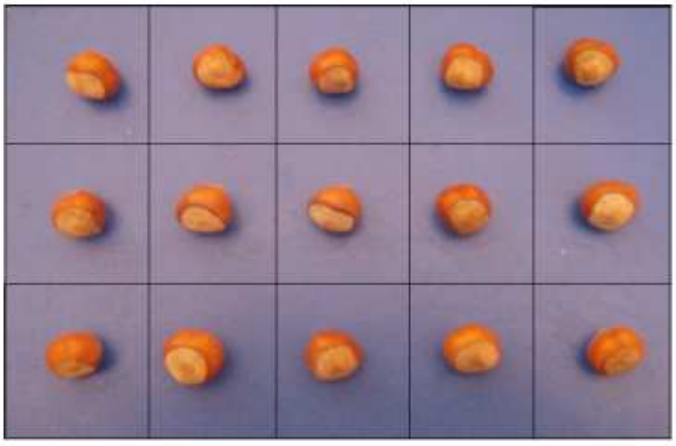
EK 1 Çalışmada kullanılan fındık çeşitleri



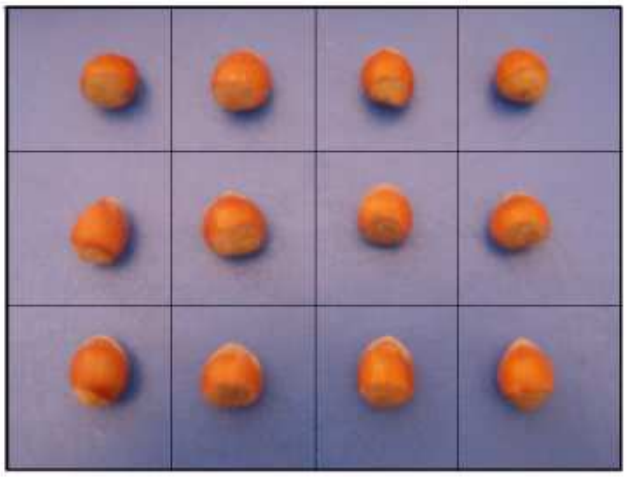
Mincane



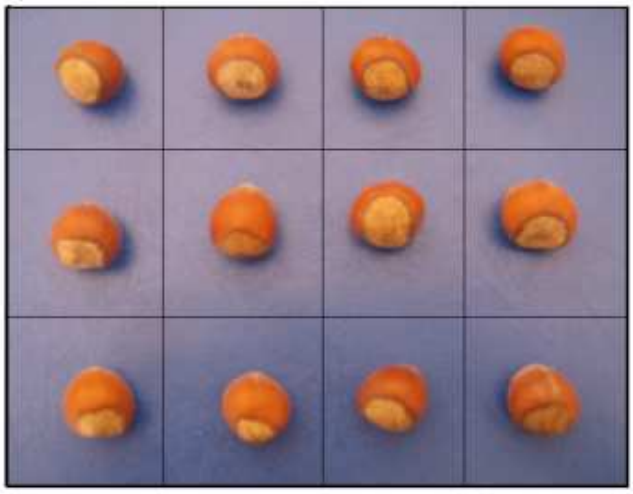
Palaz



Giresun



Giresun Yabanisi



Foşa

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Tuba YETİM

Doğum Yeri :Merkez / TRABZON

Doğum Tarihi : 07.08.1985

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Tevfik Serdar Anadolu Lisesi (2003)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2007)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Şubat 2008- Mart 2011)