ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PRESLEME VE ÇÖZGEN EKSTRAKSİYONU İLE ELDE EDİLEN FINDIK YAĞLARININ STEROL VE MUMSU MADDE BİLEŞİMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Cansu Ekin GÜMÜŞ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2012

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PRESLEME VE ÇÖZGEN EKSTRAKSİYONU İLE ELDE EDİLEN FINDIK YAĞLARININ STEROL VE MUMSU MADDE BİLEŞİMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Cansu Ekin GÜMÜŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aziz TEKİN

Tezin amacı 2009 ve 2010 yıllarında hasat edilen ve farklı yağ elde etme yöntemi uygulanan (presleme veya hekzan ekstraksiyonu) 25 çeşit Türk fındıklarının mumsu madde ve sterol içeriklerinin karşılaştırılmasıyla bu bileşenler açısından yağ elde etme yöntemi arasındaki farklılığın belirlenmesi ayrıca fındık yağının bu bileşenler açısından içeriğinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesidir. Çalışmalarda sterollerle birlikte eritrodiol ve uvaol, mumsu maddelerle birlikte ise skualen içerikleri de incelenmiştir. Elde edilen verilere göre hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen fındık yağları özellikle toplam sterol, skualen, C36 ve C38 mum esterleri ve toplam eritrodiol-uvaol miktarı açısından pres yağlarına göre çok daha zengindir. Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen fındık yağlarında toplam sterol 1446.91-3940.14 mg/kg, eritrodiol ve uvaol toplamı ise %0.37-3.53 aralığında iken, aynı bileşenler pres ile elde edilen fındık yağlarında sırasıyla 904.73-1786.09 mg/kg ve %0-3.24 aralıklarında değişim göstermiştir. Fındık yağları zeytinyağının aksine kısa zincirli mumsu maddelerce daha zengindir ve C36 ve C38 mumsu madde içerikleri çözgen ile elde edilen örneklerde 31.82-105.46 mg/kg, pres ile elde edilen örneklerde ise, 16.54-95.21 mg/kg arasında değişmiştir. C40+C42+C44+C46 mumsu madde içeriği pres yağlarında 3.55-46.69 mg/kg arasında, ekstraksiyon yağlarında ise 21.26-98.03 mg/kg arasındadır. Skualen içeriği pres yağlarında 185.43-806.39 mg/kg arasında, ekstraksiyon yağlarında ise 499.74-955.46 mg/kg aralığındadır. Hekzan ile elde edilen yağ örneklerinde eritrodiol içeriği %0.05-3.24 arasındayken, uvaol içeriği %0.1-1.33 arasında; presleme ile elde edilen yağlarda ise eritrodiol ve uvaol içeriği sırasıyla %0-2.63 ve %0-0.61 arasında tespit edilmiştir. Fındık yağları önemli düzeyde sterol içermesine rağmen, zeytinyağlarına göre çok daha düşük skualen ve toplam eritrodiol+uvaol içeriğine sahiptir.

Temmuz 2012, 46 sayfa

Anahtar Kelimeler: Fındık yağı, Presleme, Çözgen Ekstraksiyonu, Sterol, Mumsu madde

ABSTRACT

Master Thesis

COMPARISON OF STEROL AND WAS COMPOSITION OF HAZELNUT OILS OBTAINED BY PRESSING OR SOLVENT EXTRACTION

Cansu Ekin GÜMÜŞ

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

Supervisor: Prof. Dr. Aziz TEKİN

The aim of this thesis is to compare the sterol and wax ester contents of 25 Turkish hazelnut varieties, which were cultivated in 2009 and 2010, and to compare the oil production methods (cold-pressing or hexane extraction) in means of these components. Moreover, another aim is to evaluate the sterol and wax ester content of hazelnut oil comprehensively. In addition, squalene content was analysed together with wax esters whereas erythrodiol-uvaol contents were calculated with sterols. According to the obtained data, sterol, squalene, C36-C38 wax esters and total eritrodiol-uvaol contents are higher in oils produced by solvent extraction than the oils produced by cold-pressing. Total sterol and erythrodiol-uvaol contents of the oils produced by hexane extraction are between 1446.91-3940.14 mg/kg and 0.37-3.53%, respectively. On the other hand, the same components are found in pressed hazelnut oils between 904.73-1786.09 mg/kg and 0-3.24%. Hazelnut oils are richer in short chained wax esters than olive oils and C36-C38 wax esters are found in extraction oils between 31.82-105.46 mg/kg, and in pressed oils between 16.54-95.21 mg/kg. The other wax esters(C40+C42+C44+C46) changed between 3.55-46.69 mg/kg for pressed oils, and 21.26-98.03 mg/kg for extracted oils. Squalene composition were found between 185.43-806.39 mg/kg for pressed oils, and 499.74-955.46 mg/kg for extracted oils. In addition, erythrodiol and uvaol contents of hexane extraction oils are as follows: 0.05-3.24% and 0.1-1.33%. The same components varied in pressed oils between 0-2.63% and 0-0.61%. Even though hazelnut oil is rich in sterols, it has lower contents of squalene and total erythrodiol+uvaol than olive oil.

July 2012, 46 pages

Key Words: Hazelnut oil, Pressing, Solvent Extraction, Sterols, Waxes

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca beni engin bilgi birikimi ve deneyimiyle yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Aziz TEKİN' e, herhangi bir problemle karşılaştığımda ürettiği çözümlerle araştırmalarımın ilerlemesine hız kazandıran Yrd. Doç. Dr. Aslı YORULMAZ' a (Adnan Menderes Üniversitesi), Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü yöneticilerine, hocalarıma ve bana tüm hayatım boyunca her zaman destek olan aileme en içten duygularımla sonsuz teşekkür ederim.

Cansu Ekin GÜMÜŞ
Ankara, Temmuz 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET……..... i
ABSTRACT..……. ii
TEŞEKKÜR..…….....iii
SİMGELER DİZİNİ……..……..… v
ŞEKİLLER DİZİNİ ……..…… vi
ÇİZELGELER DİZİNİ……..……..… vii
1. GİRİŞ……..……..... 1
2. KURAMSAL TEMELLER……..……3
2.1 Fındık ve Fındık Yağının Genel Özellikleri…….…. 3
2.2 Steroller ve Fındık Yağı Sterol İçeriği……..……..……..… 5
2.3 Mumsu Maddeler ve Fındık Yağı Mumsu Madde İçeriği……..……..... 12
2.4 Skualen ve Fındık Yağı Skualen İçeriği ……..…… 13
2.5 Zeytinyağına Yapılan Fındık Yağı Tağşişlerinin Belirlenmesi……... 14
3. MATERYAL VE YÖNTEM……..……..17
3.1 Materyal ……..…….. 17
3.2 Yöntem ……..…….. 17
4. BULGULAR ve TARTIŞMA ……..…… 20
4.1 Nem ve Yağ Oranları……..…….. 20
4.2 Sterol Bileşimi……..……. 21
4.3 Mumsu Madde Bileşimi……..…… 34
5. SONUÇ……..……..... 40
KAYNAKLAR……..…… 42
ÖZGEÇMİŞ ……..……46

SİMGELER DİZİNİ

CHOL	:	Kolesterol
HDL	:	Yüksek yoğunluklu lipoprotein (iyi kolesterol)
LDL	:	Düşük yoğunluklu lipoprotein (kötü kolesterol)
FDA	:	ABD İlaç ve Gıda İdaresi
GRAS	:	Genel olarak güvenilir kabul edilen
TGK	:	Türk Gıda Kodeksi
FAO	:	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
WHO	:	Dünya sağlık örgütü
UZK	:	Uluslararası Zeytin Konseyi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Steran halkası …… 5
Şekil 2.2 Bazı sterollerin yapısal formülleri …… 8
Şekil 2.3 Mum oluşumuna bir örnek ……..…. 12
Şekil 3.1 Fındık presleme akım şeması……. 17
Şekil 3.2 Mumsu madde analizinde kullanılan sıcaklık programı……..…… 19
Şekil 4.1 Fındık yağlarının sterol bileşimine ait bir gaz kromatogramı……. 26
Şekil 4.2 Fındık yağlarının mumsu madde bileşimine ait bir gaz Kromatogramı……..36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1	Dünya fındık üretimi (ton)…….	3
Çizelge 2.2	Türk Gıda Kodeksi'ne göre fındık yağının yağ asidi bileşimi (www.kkgm.gov.tr, 2012) ……	4
Çizelge 2.3	Tombul çeşit fındık yağının tokol bileşimi (Alasalvar vd. 2006)…	5
Çizelge 2.4	Türk Gıda Kodeksi' ne göre fındık yağının sterol bileşimi (www.kkgm.gov.tr, 2012)……..	8
Çizelge 2.5	Tombul çeşit fındık yağının fitosterol bileşimi (Alasalvar vd. 2006) ……	10
Çizelge 2.6	Yeni Zelanda' da yetişen farklı fındık çeşitlerinin yağlarına ait desmetilsterol bileşimi (Savage vd. 1997)……	10
Çizelge 2.7	19 çeşit fındık yağının fitosterol aralığı (Amaral vd. 2006)……	11
Çizelge 2.8	Farklı fındık yağlarının fitosterol ve fitostanol bileşimi (mg/100g) (Alasalvar vd. 2009) …….	11
Çizelge 2.9	Bazı ham fındık yağlarının toplam mumsu madde içerikleri (mg/kg) (Benitez-Sánchez vd. 2003)…….	13
Çizelge 2.10	Bazı zeytinyağlarının toplam mumsu madde içerikleri (mg/kg) (Benitez-Sánchez vd. 2003) ……..	15
Çizelge 2.11	Sterol fraksiyonlarının toplam sterol içerisindeki oranları (%) (Damirchi vd. 2005) ……	16
Çizelge 4.1	Fındıkların nem ve yağ miktarları (%)……	20
Çizelge 4.2	Fındık yağlarının sterol dağılımının yağ elde etme yöntemine göre değişimi (%)…….	28
Çizelge 4.3	Fındık çeşitlerinin sterol içeriğinin yağ elde etme yöntemine göre değişimi (mg/kg) …….	29
Çizelge 4.4	Fındık yağlarının eritrodiol ve uvaol içeriklerinin yağ elde etme yöntemine göre değişimi (%) …….	33
Çizelge 4.5	Fındık yağlarının mumsu madde dağılımının yağ elde etme yöntemine göre değişimi (mg/kg) …….	37
Çizelge 4.6	Fındık yağlarına ait skualen bileşimleri arasındaki farkın yağ elde etme yöntemine göre değişimi (mg/kg) ……	39

1. GİRİŞ

Fındık yağı, fındık ağacının (*Corylus avellana L., Corylus maksima* ve *Corylus colbina*) meyvelerinden elde edilen, tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerince zengin; fakat doymuş yağ asitleri açısından fakir bir bitkisel yağdır.

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte insanların gıda bileşenlerine olan ilgisi de her geçen gün artmaktadır. Tüketicilerin doymamış yağ asitleri ve bunların sağlığa faydaları hakkında bilinçlenmeleriyle birlikte, yağ asitleri dağılımı zeytinyağına benzeyen fındık yağının son yıllarda tüketimi artmaktadır.

Ülkemiz dünya fındık ticaretinde yaklaşık %75'lik bir paya sahiptir. Dünya pazarlarında daha çok çikolata sanayinde kullanılan fındığın, özellikle 1990'lı yılların sonlarından itibaren Ülkemizde yağı da tüketilmeye başlanmıştır. Fındıkta yağ oranı yaklaşık %65 civarındadır. Bir meyve yağı olan ve rafine edilerek tüketilen fındık yağı halen piyasada tohum yağlarıyla rekabet halindedir ve bileşim özellikleri üzerine yapılmış çalışma sayısı da oldukça azdır. Diğer taraftan, bir meyve yağı olan fındık yağı majör bileşenler açısından zeytinyağına çok benzemekte, bu nedenle fındık yağı ile zeytinyağına yapılan tağşişlerin belirlenmesinde sıkıntılar yaşanmaktadır. Öyle ki, bazı çeşitlerin sterol dağılımları da, özellikle Δ-7-stigmastenol açısından zeytinyağı ile aynı oranlardadır. Buna karşın mumsu maddeler konusunda detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Steroller bitkisel yağların sabunlaşmayan maddelerinin en büyük kısmını oluştururlar ve yağlarda tağşişin belirlenmesinde önemli bir kriter olarak kullanılırlar. Fındık yağının baskın sterolü ß-sitosteroldür. Mumsu maddelerden ise C36 ve C38 grubu fındık yağında baskın grup olup, yine tağşişte kullanılabilecek bir parametre olarak değerlendirilmeye başlanmaktadır.

Fındık yağının natürel halde tüketime sunulması durumunda rafine yağ-natürel yağ ayrımı yapabilmek için, zeytinyağında olduğu gibi sterol ve mumsu madde analizleri yapılabilir. Fakat bunun için söz konusu bileşenler açısından fiziksel yöntemlerle

işlenmiş fındık yağları ile çözgenle ekstrakte edilmiş fındık yağları arasındaki farklılıkların bilinmesi gerekmektedir.

Tezin amacı, daha önceki yıllarda hasat edilmiş (2009 ve 2010) Ülkemizin önemli fındık çeşitlerinden presleme ve çözgen ekstraksiyonu ile elde edilen ham fındık yağlarının sterol ve mumsu madde içeriklerinin belirlenmesi ve bir taraftan yağ elde etme yöntemlerinin söz konusu minör bileşenler üzerine etkilerinin araştırılması, diğer taraftan presle elde edilen natürel fındık yağının rafinasyona tabi tutulan, çözgenle elde edilen ham fındık yağı ile karşılaştırılmasıdır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 Fındık ve Fındık Yağının Genel Özellikleri

Türkiye, dünya fındık üretiminde yaklaşık %70'lik payla ilk sıradadır (Çizelge 2.1)

Çizelge 2.1 Dünya fındık üretimi (ton) (www.fas.usda.gov, 2011)

Ülkeler	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12
Türkiye	525.000	800.000	550.000	780.000	470.000	570.000	400.000
AB-27	140.000	145.000	128.000	149.000	105.000	105.000	145.000
ABD	25.040	39.010	33.570	29.030	42.640	25.400	37.200
Azerbaycan	35.000	18.000	28.000	20.000	32.000	26.000	35.000
Dünya	725.040	1.002.010	739.570	978.030	649.640	726.400	617.200

Türkiye' de fındık tarımı Doğu Karadeniz, Doğu Marmara ve Batı Karadeniz' de yaygınlaşmıştır ve en önemli iller Artvin, Giresun, Ordu, Rize ve Trabzon'dur. Bu iller dışında Bolu, Düzce, Kastamonu, Kocaeli, Sakarya, Samsun, Sinop ve Zonguldak' ta da yoğun bir üretim söz konusudur.

Fındığın (*Corylus avellana* L.) en büyük depo rezervi triglisertilerdir ve içinin kuru ağırlığının yaklaşık %60'ını oluşturmaktadırlar (Parcerisa vd. 1995; Savage vd. 1997).

Fındıklar yağca zengin olmasına rağmen, doymuş yağ asidince fakirdirler; ancak tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerini bolca içerirler. Fındıkta baskın yağ asidi oleik asittir; ayrıca fındıklar fitosterollerce zengindirler (Awad ve Fink 2000; Wong 2001; Plat ve Mensink 2001; Quilez vd. 2003).

Araştırmalar 2. Kalite fındıkların (Yassıbadem, Sivri, Karafındık, Ham) ve 1.kalite Tombul çeşidinin yağda çözünür bioaktif ve mineral maddelerin ve doğal antioksidanların iyi birer kaynağı olduğunu ve böylece de hastalıkları önleyici ve tedavi edici potansiyelini farklı gıda ve özel uygulamalara yansıtabileceğini göstermektedir (Alasalvar vd. 2003; Alasalvar vd. 2009).

Fındık yağına artan bir talep vardır ve bunun nedeni besinsel bileşim ve sağlığı geliştirici bileşenlerdir. Fındık yağı ham(soğuk presleme), rafine veya bunların karışımı şeklinde bulunmaktadır ve pişirmede, derin yağda kızartmada ve salata sosu veya aroma kazandırıcı olarak kullanılabilmektedir (Alasalvar vd. 2006).

Fındık yağının insan diyetindeki önemi asıl olarak içerdiği çoğu tekli doymamış yağ asitleri (özellikle oleik asit), tokoferoller (α-tokoferol), fitosteroller (ß-sitosterol), polifenoller ve skualen gibi maddelerden kaynaklanmaktadır (Alasalvar vd. 2006).

Çizelge 2.2 Türk Gıda Kodeksi'ne göre fındık yağının yağ asidi bileşimi (www.kkgm.gov.tr, 2012)

Yağ Asitleri	**İçerik (%)**
Miristik asit (C14:0)	TED-0.10
Palmitik asit (C16:0)	4.32-8.89
Palmitoleik asit (C16:1)	TED-1.15
Heptadekanoik asit (C17:0)	TED
Heptadesenoik asit (C17:1)	TED
Stearik asit (C18:0)	TED-2.67
Oleik asit (C18:1)	71.00-91.00
Linoleik asit (C18:2)	5.70-22.20
Linolenik asit (C18:3)	TED-0.20
Araşidik asit (C20:0)	TED-0.10
Eikosenoik asit (C20:1)	TED-0.20

TED: Tespit edilemeyen değer

Çizelge 2.2' de görüldüğü gibi tekli doymamış yağ asitleri fındık yağı yağ asitlerinin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Alasalvar vd. 2006 yılında yaptıkları çalışmada fındık yağı yağ asidi bileşiminin %83.24' ünü tekli doymamış yağ asitlerinin oluşturduğunu, toplam doymuş yağ asitleri oranının ise oldukça düşük (%7.79) olduğunu bulmuşlardır. Söz konusu çalışmada doymamış yağ asitleri (tekli+çoklu) mevcut yağ asitlerinin %92.21'ini oluşturmaktadır. Araştırmacılar tokol içeriğini de tespit etmiş ve tanımlanan tokoller arasında en bol bulunan, E vitamini aktivitesi gösteren α-tokoferol olarak bulunmuştur (Çizelge 2.3). Bu bulgulara göre günlük 24 g fındık yağı tüketimi ise E Vitamini önerilen günlük miktarının (RDA) %100' ünü karşılayabilmektedir (Recommended Dietary Allowances 1989).

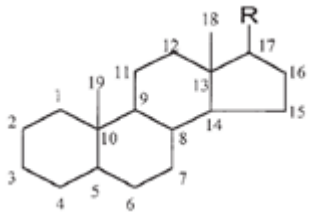
Çizelge 2.3 Tombul çeşit fındık yağının tokol bileşimi (Alasalvar vd. 2006)

Tokoller	Miktar (mg/100 g yağ)
α-tokoferol	40.40
ß-tokoferol	1.53
γ-tokoferol	8.33
δ-tokoferol	0.53
α-tokotrienol	0.20
ß-tokotrienol	0.09
γ-tokotrienol	0.23
Toplam	51.31

α-tokoferol olarak E Vitamini eşdeğeri= 41.92 /100 g yağ.
(E Vitamini aktivitesi için çevirme faktöreri şu şekildedir: α-tokoferol x 1.00, ß-tokoferol x 0.40 γ-tokoferol x 0.10, δ-tokoferol x 0.01, α- tokotrienol x 0.30, ß - tokotrienol x 0.05, γ - tokotrienol x 0.01)

2.2 Steroller ve Fındık Yağı Sterol İçeriği

"Sterol" terimi yüksek erime noktalı, kolesterolün özelliklerine benzerlik gösteren berrak, sabunlaşmayan alkoller için kullanılmaktadır ve steroitlerin bir alt grubudur. Dihidrokolesterol (kolestanol) kolesterolün katalitik hidrojenasyon ürünüdür. Doğal oluşumlu steroller arasındaki fark çift bağ sayısı ve yerleşimindeki değişikliklere ve karbon atomu sayısı ve yan zincir oluşumuna bağlıdır. Bazı steroller doymuştur, diğerleri ise bir, iki veya üç çift bağ bulundurur (Örneğin; kolesterol, stigmasterol, ergosterol). Stigmasterol ve ergosterolün karbon iskeleti kolesterolünkünden 24. C atomunda metil ve etil grubu bulundurduğu için farklıdır. Orijinlerine göre 3 gruba ayrılırlar: Zoosteroller (hayvansal kaynaklı), fitosteroller (bitkisel kaynaklı), mikosteroller (kriptogamlar – çiçeksiz bitkiler- küf-mantar kaynaklı). Sırasıyla tipik temsilcileri ise kolesterol, sitosterol ve ergosteroldür (Holman vd. 1952).



Şekil 2.1 Steran halkası (Damirchi vd. 2005)

Steroller yapılarında steran halkası içerirler ve radikal gruplarındaki farklılıklar nedeniyle çeşitlilik gösterir. Kolayca kristalize olurlar ve yalnız yağlar ve yağ

çözücülerde çözünürler. Ham yağlardan yağların rafine edilmesi sırasında ve deodorizasyon işleminde büyük oranda uzaklaştırılırlar.

Steroller bitkisel yağların sabunlaşmayan kısımlarının en önemli bölümünü oluştururlar; çünkü hem miktar yönünden sabunlaşmayan kısmın en büyük bileşen grubudur, hem de yağların saflık derecesi hakkında bilgi verirler (Kochhar 1983; Aparicio ve Aparicio-Ruíz 2000). Stanoller ise doymuş sterollerdir.

Gerek uluslararası, gerekse ulusal kodeks ve diğer yasal düzenlemelerde, yağların saflıklarının tespiti için, özellikle sterollerin belirli limitler arasında olması gerektiği belirtilmektedir (Anonymous 2010).

Bitkisel yağların sterol fraksiyonları 3 ana gruba ayrılabilir: 4-desmetilsteroller, 4-monometilsteroller ve 4,4'-dimetilsteroller (triterpen alkoller). Serbest veya yağ asitleri ile esterleşmiş formda bulunabilirler (Kochhar 1983; Benitez-Sánchez vd. 2003).

Fitosteroller kolesterolün bağırsaktan emilimini azalttıkları için bioaktif özelliktedirler (Amaral vd. 2006). Son zamanlarda fındık yağında bol miktarda bulunan β-sitosterolün kolesterol (CHOL) seviyesinin düşürülmesinde, birçok hastalığın ve kolon, prostat, göğüs kanseri gibi bazı kanser çeşitlerinin önlenmesi gibi sağlığa faydalı yönlerinden bahsedilmektedir. Ayrıca fitosterollerin toplam ve kötü kolesterolün (LDL) bağırsaktan emilimini azaltarak serum seviyelerini düşürmekte olduğu bilinmektedir (Alasalvar vd. 2003).

Diyetle CHOL alımını azaltma potansiyeli nedeniyle fitosterollerin ticari kaynaklarının nutrasotikler (kapsül benzeri formdaki doğal ürünler) olarak, margarin ve sürülebilir yağlara ilave edilerek kullanımına artan bir ilgi vardır (Alasalvar vd. 2003).

Fitosteroller kan kolesterolünü düşürmekle birlikte antikanser ve bağışıklık sistemi düzenleyici özellikleri de bildirilmiştir (Awad ve Fink 2000; Wong 2001; Plat ve Mensink 2001; Quilez vd. 2003).

ß-Sitosterol, kampesterol ve stigmasterol en yaygın fitosterollerdir ve insan diyetindeki toplam fitosterollerin %95'ini oluşturmaktadırlar. Fitosterol tüketiminin kandaki LDL ve toplam kolesterol seviyesini azaltamada etkili olduğu, bu sırada da iyi kolesterol (HDL) ve trigliserit oranında çok az değişime sebep olduğu tespit edilmiştir (Maguire vd. 2004).

Fitosteroller bazı kanser çeşitlerinin (Awad ve Fink 2000; Awad 2001) ve kalp-damar hastalıkları (Plat ve Mensink 2001) riskini azaltmakta ve bağışıklık fonksiyonunu geliştirmektedir (Bouic 2001).

Düşük ve normal düzeydeki yüksek kolesterol hastalarının %10 fitosterol içeren margarin tüketimi, toplam ve LDL kolesterol seviyelerinde %13'lük düşüşle sonuçlanmıştır (Weststrate ve Meijer 1998). Yani fındık yağı gibi yüksek miktarda fitosterol içeren gıdaların tüketimi potansiyel sağlık faydaları sağlamaktadır (Alasalvar vd. 2006).

Ayrıca son çalışmalar fitosterollerin prostatın iyi huylu büyümesi (benin prostatik hiperplazi), romatizmal eklem iltihabı, alerji ve strese bağlı hastalıkların tedavisinde faydalı olabileceğini ve kolon kanserinin ilerlemesini yavaşlatabileceğini ileri sürmektedir (Oomah ve Mazza 1999).

Yüksek kan CHOL seviyesi koroner kalp hastalığı için risk faktörüdür (Hicks ve Moreau 2001). Çalışmalar kan CHOL seviyesinin düşürülmesinin, ilk kalp krizini, kalp hastalıklarına bağlı ölümleri ve kalp ameliyatlarını azaltacağını önermiştir. Fitosteroller ABD İlaç ve Gıda İdaresi (FDA) tarafından genel olarak güvenilir kabul edilmiş ve GRAS olarak işaretlenmiştir. Birleşik Devletler' de ise bitkisel sterol esteri içeren gıdalar sağlık beyanı taşıyabilmektedir (Dunford 2001). Kısaca fındık yağı gibi fitosterol içeren gıdaların tüketiminin birçok faydası vardır.

Tüm bunlara ek olarak fitosterollerin, özelikle Δ5-avenasterolün, kızartma yağlarında antioksidan ve antipolimerizasyon aracı olarak davrandıkları bilinmektedir (Gordon ve Magos 1983; Gordon 1989).

Çizelge 2.4 Türk Gıda Kodeksi' ne göre fındık yağının sterol bileşimi (www.kkgm.gov.tr, 2012)

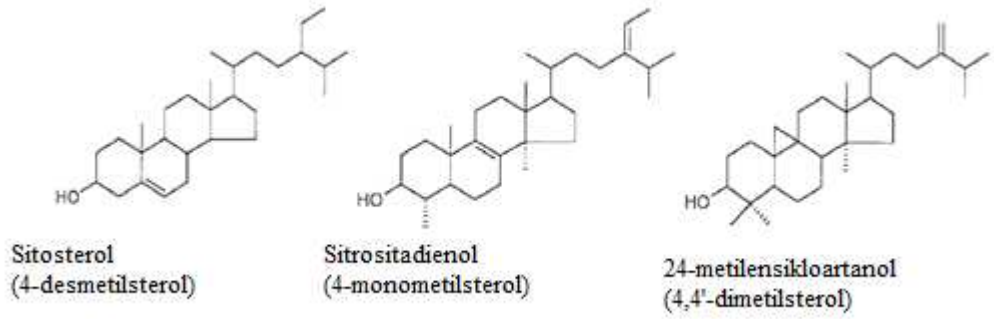
Sterol	**İçerik (toplam sterol yüzdesi olarak)**
Kolesterol	TED-0.6
Brassikasterol	TED
Kampesterol	4.0-5.8
Stigmasterol	0.7-1.5
Beta-sitosterol	82.8-86.8
Delta-5-Avenasterol	2.0-4.5
Delta-7-Stigmastenol	0.3-2.3
Delta-7-Avenasterol	0.2-1.1
Toplam sterol (mg/kg)	1147-2319

TED: Tespit edilemeyen değer

Yorulmaz ve diğerleri (2009) yaptıkları çalışmada Türk fındık yağlarının, toplam sterol içeriklerinin 1180-2239 mg/kg aralığında değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir (Çizelge 2.4).

Fındık yağlarında 4-desmetilsterol toplam sterollerin %86-91'i oluşturmaktadır. Fındık yağında 4-monometilsterol kısmında sitrostadienol temel bileşen iken bunu obtusifoliol takip etmektedir. 4,4'-dimetilsterollerde ise 24-metilensikloartanol hakimdir (Damirchi vd. 2005).

Sitosterol (4-desmetilsterol), sitrositadienol (4-monometilsterol) ve 24-metilensikloartanollerin (4,4'-dimetilsterol) yapısal formülleri Şekil 2.2' de gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Bazı sterollerin yapısal formülleri (Damirchi vd. 2005)

En yaygın fitosteroller; kampesterol, stigmasterol, klerosterol, ß-sitosterol, Δ-5-avenasterol, Δ-7-stigmasterol ve Δ-7-avenasteroldür. Ham fındık yağında en çok bulunan sterol ß-sitosteroldür (Karabulut vd. 2005). Maguire ve diğerleri (2004) fındık yağında yaptıkları çalışmada kampesterol, stigmasterol ve ß-sitosterol içeriklerini µg/g olarak sırasıyla 66.7, 38.1 ve 991.2 bulmuşlardır.

Damirchi ve diğerleri (2005) yaptıkları çalışmada fındık yağı 4-desmetilsterol, 4-monometilsterol ve 4,4'-dimetilsterol oranlarını sırasıyla % 86-91, %4-8 ve %3-8 olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada 24-metilensikloartanolün temel 4,4'-dimetilsterol; lupeol ve sikloartenolün ise diğer temel 2 bileşik (%12–19 ve %5–11) olduğu belirtilmiştir. Ayrıca fındık yağlarında lupeol 4,4'-dimetilsterol fraksiyonunun %17-38'i kadar bulunmuştur.

Bada ve diğerleri (2004) fındık yağında hakim sterol olan ß-sitosterolün toplam sterolün %76.45–86.51'ini oluşturduğunu bulmuştur. Sonraki temel bileşikler ise kampesterol ve Δ-5-avenasterol olarak tespit edilmiştir ve her biri toplam sterolün %3-5'ini oluşturmaktadır. Stigmasterol, klerosterol ve Δ-7-avenasterol gibi diğer bileşenlerin oranları ise %0.4–1.5 arasındadır ve tüm örneklerde az miktarda kampestanol (%0.2–0.4) de bulunmaktadır.

Crews ve diğerlerine (2005) göre de sitostanol ve Δ5-avenasterol seviyeleri fındık yağında mg/100g olarak sırasıyla 3-12 ve 1-9 arasında olup oldukça değişkendir.

Alasalvar ve diğerleri (2003) tombul fındık yağında β-sitosterolün (105.5 mg/100 g) toplam fitosterolün %93'ünü oluşturduğunu bulmuştur. Bunu kampesterol (7.15 mg/100 g) ve az bir miktar stigmasterol (0.89 mg/100 g) izler. Bu yağda CHOL tespit edilememiştir.

Benitez-Sánchez ve diğerleri (2003) bir araştırmalarında toplam sterol içeriğini analiz edilen fındık yağlarında 1.242-1.656 mg/kg arasında bulmuştur (Ham: 1.242–1.564 mg/kg, Rafine: 1.272–1.466 mg/kg). 15 sterolün 6'sı miktar olarak ölçülmüş, diğerleri ya belirlenememiş(brassikasterol) veya çok düşük seviyelerde tespit edilmiştir

(kolesterol, 24-metilen-kolesterol, Δ5,23- stigmastadienol, Δ5,24-stigmastadienol, Δ7-kampestenol, sitostanol, kampestanol, klerosterol). Türk fındık yağlarında ise Δ5-avenasterol en yüksek ortalama içeriğine sahiptir.

Alasalvar ve diğerleri (2006) yaptıkları çalışmada fındık yağında baskın sterolün β-sitosterol olduğunu ve toplamın %81.28'ini oluşturduğunu bulmuştur. Δ5-avenasterol + β –sitostanol ve kampesterol ise sırasıyla 2. ve 3. bileşenleri olup seviyeleri %8.45 ve % 6.02'dir. Geriye kalan fitosteroller toplam fitosterolün %4.25'lik kısmını oluşturmaktadır. Bulunan toplam fitosterol miktarı 164.92 mg/100 g 'dır ve bu diğer çalışmalarla da örtüşmektedir (Çizlege 2.5).

Çizelge 2.5 Tombul çeşit fındık yağının fitosterol bileşimi (Alasalvar vd. 2006)

Fitosterol	**Miktar (mg/100 g yağ)**
Kolesterol	0.30
Kampesterol	9.92
Stigmasterol	1.61
Klerosterol	1.80
ß-sitosterol	134.05
Δ^5-avenasterol (ß-sitostanol içermektedir)	13.93
Δ^7-stigmastenol	2.09
Δ^7-avenasterol	1.22
Toplam	164.92

Savage ve diğerlerine (1997) göre ekstraksiyonla elde edilmiş yağlarda majör desmetilsteroller sitosterol, kampesterol ve Δ5-avenasteroldür. Minör bileşenler ise Δ7-avenasterol, Δ7-stigmasterol ve az bir miktar kolesteroldür (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6 Yeni Zelanda' da yetişen farklı fındık çeşitlerinin yağlarına ait desmetilsterol bileşimi (Savage vd. 1997)

Fitosteroller	**Miktar (µg/g yağ)**	**Bileşim(%)**
Kolesterol	7-12	0.4-0.7
Kampesterol	78-114	4.4-6.2
Stigmasterol	15-23	0.8-1.2
ß-sitosterol	1416-1693	81.5-84.4
Δ^5-avenasterol	110-170	6.1-8.5
Δ^7-avenasterol	37-60	1.9-2.6
Δ^7-stigmasterol	21-58	1.1-2.9
Toplam	1722-2001	

Diğer bir çalışmada ise petrol eteri ekstraksiyonuyla elde edilen fındık yağlarında toplam fitosterol içeriği 133.8- 263.0 mg/100 g yağ arasında bulunmuştur (Çizelge 2.7). Belirlenen ve miktarı tayine dilen 9 sterol içerisinde β-sitosterol %83.6' lık ortalama değer ile temel steroldür. Δ5-avenasterol ve kampesterol ise ortalama %6.1 ve 5.8 değerleriyle 2. ve 3. bileşenlerdir. Bunların yanı sıra tüm örneklerde kolesterol, stigmasterol, klerosterol ve Δ7-avenasterol bulunmuştur. Kolestanol varlığı da araştırılmış, ancak buna rastlanamamıştır. Örnekler arasında nitel farklılık sadece 4 çeşitte rastlanmayan Δ7-stigmastenol için bulunmuştur (Amaral vd. 2006).

Çizelge 2.7 19 çeşit fındık yağının fitosterol aralığı (Amaral vd. 2006)

Fitosteroller	**Miktar (mg/100 g yağ)**
Kolesterol	0.9-2.9
Kampesterol	7.2-16.4
Stigmasterol	1.2-2.5
Klerosterol	1.5-3.0
ß-sitosterol	108.0-219.6
Δ^5-avenasterol+ß-sitostanol	7.5-18.2
Δ^7-stigmastenol	TED-3.6
Δ^7-avenasterol	0.7-2.9
Toplam	134-263

TED: Tespit edilemeyen değer

Çizelge 2.8 Farklı fındık yağlarının fitosterol ve fitostanol bileşimi (mg/100g) (Alasalvar vd. 2009)

Fitosteroller	**Tombul**	**Yassı Badem**	**Sivri**	**Karafındık**	**Ham**
Kolesterol	0.64	0.85	0.90	0.56	0.76
Kampesterol	6.28	5.09	6.90	6.33	7.49
Stigmasterol	1.24	1.27	1.34	1.15	1.53
Klerosterol	1.12	0.76	1.08	1.24	1.01
ß-sitosterol	133	103	121	126	130
Δ^5-avenasterol + ß-sitostanol	8.18	6.29	8.42	10.6	8.36
Δ^7-stigmastenol	1.42	1.42	1.14	1.83	0.63
Δ^7-avenasterol	0.69	0.49	TED	1.10	0.52
Toplam	153	119	141	149	150

TED: Tespit edilemeyen değer

Alasalvar ve diğerleri 2009 yılı çalışmalarında fındık yağında tanımlanan ve miktarı ölçülen fitosterol ve fitostanollerden (kampesterol, stigmasterol, klerosterol, β-sitosterol, Δ5-avenasterol + β-sitostanol, Δ7-stigmastenol ve Δ7-avenasterol) β-sitosterolün

toplamın 84.7–87.2% ‘ini oluşturduğunu bulmuştur. 2. ve 3. Sırada ise Δ5-avenasterol + β-sitostanol (toplamın 5.3–7.1% ‘i) ve kampesterol (4.1–5.0%) bulunmaktadır. Geriye kalan fitosteroller ve kolesterol toplamın %4’ ünden azını oluşturur. Bu çalışmada toplam fitosterol ve fitostanol içeriği 119-153 mg/100 g yağ arasında bulunmuştur (Çizelge 2.8).

2.3 Mumsu Maddeler ve Fındık Yağı Mumsu Madde İçeriği

Lipit mumları aslında alifatik alkollerin karboksilik asitlerle oluşan esterleridir (Şekil 2.3). Alifatik alkoller genlikle C10-44 arasında çift karbon sayılı doymuş, tek hidroksil grubu içeren (monohidrik) alkollerdir (Holman vd. 1957). Diğer bir deyişle mumlar yüksek moleküllü yağ asitlerinin, yüksek moleküllü doymuş monoalkoller ile esterleridir.

Mumlar daha çok elde edildikleri tohumların kabuklarında bulunurlar. Mumları gliseritlerden ayıran en önemli özellik yapılarında tek değerli, yüksek yapılı alkoller ile yüksek yapılı yağ asitlerinin esterlerini içermeleridir. Mumların erime noktaları yağlardaki diğer bileşiklere göre çok yüksek olduğundan yağların rafinasyonu sırasında degumming işlemiyle ayrılırlar. Yağın görünümünü bozdukları için ve sindirilmeleri zor olduğundan bu işlemle mutlaka yağlardan uzaklaştırılmaları gereklidir.

$$C_{30}H_{61}OH + C_{15}H_{31}COOH \rightarrow C_{46}H_{92}O_2 + H_2O$$

Şekil 2.3 Mum oluşumuna bir örnek

Doğal bitkisel ve hayvansal mumlar sadece gliserin esterleri değildir; belli alifatik alkollerin (örneğin; setil alkol) veya sterollerin (örneğin; kolesterol) serbest yağ asitleri, serbest alkoller ve hidrokarbonlar ile yüksek yağ asidi esterleridir. Bitkisel mumlar genellikle yaprak yüzeyinde, meyvelerde, saplarda ve çiçeklerde meydana gelmektedir. Amaçları bitkiyi nem kaybından korumaktır ve en bilinenleri karnauba mum ve kandelililla mumudur (Kirschenbauer 1960).

Amirin ve lupeol resinolleri $C_{30}H_{50}O$ formülüne ve triterpenoit yapısına sahiptir. Sterollerden daha yüksek erime noktasına sahiptirler ve polarize ışığı sağa çevirme özelliğindedirler (Holman vd. 1957).

Mumların zeytinyağındaki miktarları çok düşüktür (35 mg/100g). Zeytinden çözgenle ekstrakte edilen yağların mumsu madde içerikleri daha yüksektir. Bu özellikten faydalanarak naturel zeytinyağları ile çözgen kullanılarak elde edilmiş pirina yağları ayrılabilmektedir. Temel mumlar C-36, C-38, C-40, C-44 ve C-46' dır.

Benitez-Sanchez ve diğerlerinin (2003) Türkiye'den sadece birer zeytin ve fındık yağlarının kullanıldığı bir çalışmada fındık yağlarının daha çok 36-40 karbonlu mumlarca, zeytinyağlarının ise 42-46 karbonlu mumlarca zengin olduğu ifade edilmiştir (Çizelge 2.9).

Çizelge 2.9 Bazı ham fındık yağlarının toplam mumsu madde içerikleri (mg/kg) (Benitez-Sánchez vd. 2003)

Fındık çeşidi	**C36**	**C38**	**C40**	**C42**	**C44**	**C46**	**Toplam**
Palaz	185.8	96.8	78.1	iz	16.3	16.9	111.9
Mortarella	52.5	30.9	24.8	iz	2.3	2.2	29.3
Fransız ticari	158.9	74.0	59.8	iz	1.7	4.5	66.0
Belçika ticari	72.9	38.9	33.0	iz	3.2	5.4	41.6
Negret	42.4	21.4	17.8	iz	0.6	3.0	21.4

Toplam mum C40+C42+C44+C46 olarak hesaplanmıştır.

2.4 Skualen ve Fındık Yağı Skualen İçeriği

Skualen, zeytinyağının temel hidrokarbonudur ve steroit biyosentezinde önemli bir ara üründür. Tatsız özellikte bir triterpen olan skualen, bitki hücresinde fitosterole dönüştürülmektedir (Goodwin 1996; Newmark 1997).

Bu izoterpenoit (skualen); hayvanlarda, bitki dokularında ve yüksek konsantrasyonlarda da köpekbalığı karaciğer yağında bulunur. Aynı zamanda skualen birçok gıdada, örnek olarak zeytinyağında, tereyağında, peynirde, yumurta sarısında, kolza yağında ve ayçiçeği yağında bulunmaktadır (Zhang vd. 2002).

Newmark (1997) zeytinyağının kanser gelişimini önleyici bir gıda oluşunun sadece doymamış yağ asidi bileşiminin (özellikle C18:1; ω9) fazla olmasına bağlı olamayacağını vurgulamaktadır. Araştırmacı, Akdeniz ülkelerindeki düşük kanser oranını tüketimi yaygın olan zeytinyağının yüksek skualen içeriğine bağlamaktadır. Ayrıca skualenin tümör oluşumunu engelleyici özelliği de dile getirilmektedir.

Benitez-Sánchez ve diğerlerine (2003) göre fındık yağının skualen içeriği zeytinyağına oranla 20 kat daha düşüktür (146-245 mg/kg).

Maguire ve diğerleri (2004) ise fındık yağı skualen içeriğini 186.4 mg/kg olarak bulmuşlardır.

2.5 Zeytinyağına Yapılan Fındık Yağı Tağşişlerinin Belirlenmesi

Fındık yağları bazı fitosterolleri zeytinyağlarından daha fazla içermektedir. Toplam sterol birçok defa zeytinyağı tağşişinin belirlenmesi amacıyla denenmiştir. AB, Kodeks Alimentarius (FAO\WHO) ve Uluslararası Zeytinyağı Konseyi tarafından yayınlanan düzenlemeler dikkate alındığında Amaral ve diğerlerinin (2006) araştırdıkları fındık yağlarının zeytinyağı kampesterol üst limiti olan %4' ü aştığını bulmuştur. Ayrıca bazı çeşitler dışında, zeytinyağı maksimum kolesterol limiti (%0.5) ve Δ7-stigmastenol limiti (%0.5) aşılmıştır. AB aynı zamanda zeytinyağında görünen β-sitosterol içeriğini (klerosterol, β-sitosterol, Δ5-avenasterol, β-sitosterol ve Δ5,24-stigmastenol toplamı) %93 ve daha fazla kabul ederken, fındık örneklerinde bu aralık %90-93.5 arasında değişmiş ve sadece 4 örnek istenen limitin üzerinde bulunmuştur. Kısacası sterol içeriği yağların ayırt edilmesinde kullanılabilir bir parametredir. Ancak düşük oranlarda fındık yağıyla yapılan hileler bu metotla belirlenemez ve başka parametrelerin değerlendirilmesi gerekli olabilir (Amaral vd. 2006).

Zeytinyağının diğer bitkisel yağlarla tağşişi 3 şekilde olabilmektedir: Saf yağların karışımları, rafine yağların karışımları, saf ve rafine yağların karışımları. Sonuncusu; yani rafine fındık yağının sızma zeytinyağına katılması, hile çok düşük oranlarda olsa bile sterol dehidrasyon ürünleri sayesinde tespit edilebilmektedir (Lanzón 1994). Ancak elde edilen karışımda fındık kokusu yoksa, zeytinyağında soğuk sıkım fındık yağı

varlığını veya rafine zeytinyağında %20'den düşük orandaki rafine fındık yağı varlığını tespit eden bir standart yoktur. Birinci tip hile çok verimli değildir; çünkü fındık yağı belirteci olan uçucu bileşen filbertone [(*E*)-5-metilhept-2-en-4-on]' un çok düşük bir koku eşiği vardır. Yani aslında zeytinyağına yapılan tağşişleri belirlemede tek bir problem vardır ve o da rafine zeytinyağında rafine fındık yağı belirlenmesidir (Mariani vd. 2006).

Zeytinyağına ilave edilen %5 ve daha altı miktarlardaki fındık yağının yağ asidi profili, ΔECN42 ve trigliserit bileşimleri arasındaki farka dayanan parametrelerle belirlenemeyeceği gösterilmiştir (Christopoulou vd. 2004).

Mum ester içeriği geleneksel olarak preslenmiş ve solvent ekstraksiyonuyla elde edilmiş yağları veya ikincisini zeytinyağında ayırt etmede kullanılmaktadır (E.C. Off J Eur Communities (1991) September 9, Regulation 2568/91). Benitez-Sánchez ve diğerleri (2003) iki grup mum esteri (C36–C40 ve C42–C46) ham fındık yağıyla sızma zeytinyağının karşılaştırılmasında kullanmış ve Türk fındık yağları ilk grupta en yüksek değerleri, Türk zeytinyağlarıysa ikinci grupta en yüksek değerleri gösterdiğini bulmuştur (Çizelge 2.10).

Çizelge 2.10 Bazı zeytinyağlarının toplam mumsu madde içerikleri (mg/kg) (Benitez-Sánchez vd. 2003)

Zeytin çeşidi	**C36**	**C38**	**C40**	**C42**	**C44**	**C46**	**Toplam**
Picholine	56.1	28.2	21.1	62.9	125.2	65.2	154.0
Chemlali	67.4	50.4	43.0	45.0	66.3	46.3	200.1
Picual	60.1	34.2	27.3	İz	13.1	6.5	46.8
Coratina	67.6	34.1	3.0	İz	18.6	10.9	32.4
Koroneiki	73.8	55.4	53.1	36.7	44.7	16.8	151.2
Memcik	37.1	18.9	42.1	76.2	132.9	96.1	347.3

Toplam mum C40+C42+C44+C46 olarak hesaplanmıştır.

Fındık yağı sterollerin toplam içerikleri zeytinyağı sınırlarının içerisindedir (E.C. Off J Eur Communities (1991) September 9, Regulation 2568/91); ama fındık yağında daha az Δ5-avenasterol ve daha yüksek Δ7-stigmastenol miktarları tespit edilmiştir (Benitez-Sánchez vd. 2003). Bunun yanı sıra zeytinyağlarında skualen içeriği 1120-4307 mg/kg arasında iken fındık yağında 20 kat daha düşük orandadır (146-245 mg/kg).

Damirchi ve diğerleri (2005) 4,4'-dimetilsterol içeriğinin fındık yağında, zeytinyağından %90 daha düşük olduğunu bulmuşlardır (Çizelge 2.11).

Çizelge 2.11 Sterol fraksiyonlarının toplam sterol içerisindeki oranları (%) (Damirchi vd. 2005)

	4-desmetilsterol	**4-monometilsterol**	**4,4'-dimetilsterol**
Fındık yağı	86-91	4-8	3-8
Zeytinyağı	51-57	9-11	32-40

3. MATERYAL VE YÖNTEM

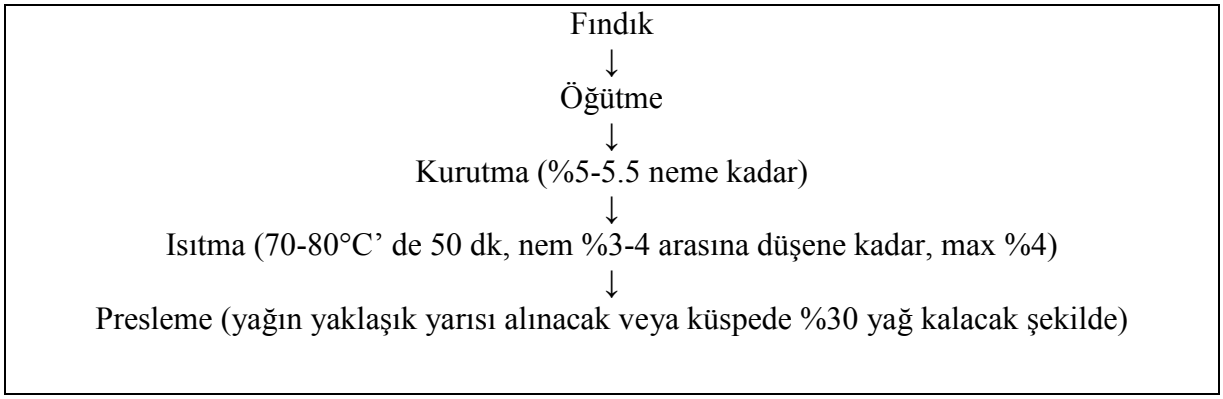
3.1 Materyal

Araştırmada Karadeniz Bölgesi' nde (Giresun, Ordu, Trabzon ve Düzce) yaygın olarak yetiştirilen 2009-2010 yıllarına ait 18 çeşit ve 2010-2011 hasadı olan 1 çeşide ait toplam 50 fındık örneği (Acı, Akçakoca, Allahverdi, Cavcava, Çakıldak, Foşa/Giresun, Foşa/Trabzon, İncekara, Kalınkara, Kan, Karafındık/Giresun, Karafındık/Ordu, Kargalak, Kuş, Mincane, Palaz/Giresun, Palaz/Ordu, Sivri/Giresun, Sivri/Trabzon, Tombul/Giresun, Tombul/Ordu, Uzunmusa/Giresun, Uzunmusa/Ordu, Yassı badem ve Yuvarlak badem) kullanılmıştır. Presleme ve hekzan ekstraksiyonu ile elde edilen ham yağları materyal olarak kullanılmıştır. Elde edilen fındık yağları analizler yapılıncaya kadar -18^{o}C' da muhafaza edilmiştir.

Analiz sırasında kullanılan reaktif ve standartlardan hekzan Kimetsan (Türkiye); dietileter, silika jel, kloroform ve piridin Merck (Darmstadt, Almanya); etano Sigma (St-Louis, ABD); heptan Riedel de Haën; potasyum hidroksit Fluka; aseton VWR ve BSTFA Supelco firmasından sağlanmıştır.

3.2 Yöntem

Fındıklar aşağıda belirtilen koşullara göre preslenmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Fındık presleme akım şeması

Hidrolik preste (Carver laboratory press) 110.66 kg/cm^2 basınç uygulanmıştır. Preslemede yağ kaybını en alt seviyede tutmak için istenen basınca çıkılan süre, bu basınçta kalınan süre ve basıncı kırma süreleri eşittir ve numune miktarına göre 3-3-3 veya 3-5-3 dakikalık setler halinde yapılmıştır.

Preslemeden sonra ise kalan küspeden soxhlet yönteminde hekzan kullanılarak ham yağları elde edilmiştir.

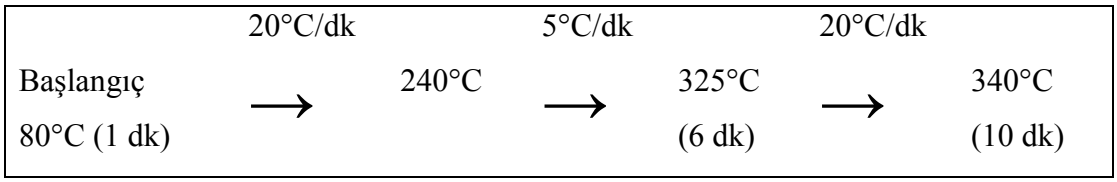
Sterol analizi UZK/T.20/Doc.No.10'a göre yapılmıştır (Anonymous 2001). Gaz kromatografisi cihazının çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Gaz kromatografi cihazı	:	Shimadzu GC-2010
Kolon	:	HP-5 kapiler kolon (30 m, 0.25-mm iç çap, 0.25 μm film kalınlığı)
Kolon sıcaklığı	:	260 °C
Dedektör	:	Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)
Dedektör sıcaklığı	:	290 °C
Taşıyıcı gaz	:	Helyum
Enjeksiyon bloğu sıcaklığı:		280 °C
Enjeksiyon miktarı	:	1 μL
Split oranı	:	1:50

Mumsu madde Aanalizi, AOCS Official method Ch 8-02'ye göre yapılmıştır (Anonymous 2004). Gaz kromatografisi cihazının çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Gaz kromatografi cihazı	: Agilent Technologies 7890A GC System
Kolon	: HP-5 kapiler kolon (15 m, 0.32-mm iç çap, 0.25 μm film kalınlığı)

Kolon sıcaklık programlaması: Şekil 3.2' de verildiği gibidir.



Şekil 3.2 Mumsu madde analizinde kullanılan sıcaklık programı

Dedektör	:	Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)
Dedektör sıcaklığı	:	350 °C
Taşıyıcı gaz	:	Helyum
Enjeksiyon miktarı	:	1 µL

-İstatistik değerlendirme: SPSS 15.0 paket programı kullanılarak ANOVA ve Duncan testleri yapılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan bu tez çalışması kapsamında 19 farklı çeşit ve 50 adet fındık örneği kullanılmıştır. Çalışılan bu fındıkların yağları iki farklı şekilde elde edilmiş (presleme ve hekzan ekstraksiyonu) ve yağlarda sterol, eritrodiol-uvaol, mumsu madde ve skualen içerikleri araştırılmıştır.

4.1 Nem ve Yağ Oranları

Çizelge 4.1 Fındıkların nem ve yağ miktarları (%)

Çeşit	Hasat yeri	Nem Miktarı	Yağ Miktarı	Preslemeden sonra küspede yağ miktarı	Presleme ile alınan yağ miktarı
Acı	Giresun	3.90	57.82	25.14	56.52
Akçakoca	Düzce	4.32	52.59	21.11	59.86
Allahverdi	Giresun	3.65	63.26	26.16	58.65
Cavcava	Trabzon	4.30	57.31	23.72	58.61
Çakıldak	Ordu	4.35	55.13	27.32	50.44
Foşa	Trabzon	3.85	52.89	23.85	54.91
Foşa	Giresun	3.75	57.35	24.79	56.77
İncekara	Giresun	3.00	67.40	30.63	54.55
Kalınkara	Giresun	4.30	59.92	22.07	63.17
Kan	Giresun	4.25	60.91	22.07	63.77
Karafındık	Ordu	3.70	63.76	25.26	60.38
Karafındık	Giresun	3.75	57.92	23.89	58.75
Kargalak	Giresun	3.60	55.01	26.00	52.74
Kuş	Giresun	4.00	60.01	23.17	61.39
Mincane	Giresun	3.60	62.74	28.41	54.72
Palaz	Giresun	3.90	56.66	26.52	53.19
Palaz	Ordu	4.60	56.77	22.28	60.75
Sivri	Trabzon	3.75	58.24	27.93	52.04
Sivri	Giresun	4.25	60.70	25.43	58.11
Tombul	Giresun	4.95	59.19	23.12	60.94
Tombul	Ordu	3.45	62.12	26.17	57.87
Uzunmusa	Giresun	4.00	59.18	24.07	59.33
Uzunmusa	Ordu	3.90	56.16	25.70	54.24
Yassı Badem	Giresun	3.75	59.97	24.11	59.80
Yuvarlakbadem	Giresun	4.15	56.61	22.94	59.48

Çizelge 4.1' de fındık örneklerinin başlangıç nem ve yağ oranları ile preslemeden sonra küspede kalan yağ miktarları verilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi, çalışılan fındıkların nem oranları %3.00-4.95 arasında değişmektedir. Yağ oranları ise başlangıçta %52.59-67.40 arasında değişirken preslemeden sonra %21.11-30.63 arasında bulunmuştur. Buna göre, presleme ile fındıkların yağ içeriğinin %50.44-63.77'si alınmıştır.

4.2 Sterol Bileşimi

Hekzan ekstraksiyonuyla elde dilen fındık yağı örneğinin sterol bileşimine ait bir kromatogram Şekil 4.1' de görülmektedir. Burada görüldüğü gibi fındık yağında belirlenen steroller ß-sitosterol, kolesterol, 24-metilen-kolesterol, kampesterol, kampestenol, stigmasterol, Δ-7-kampesterol, klerosterol, sitostanol, Δ-5-avenasterol, Δ-5-24-stigmastadienol, Δ-7-stigmastenol ve Δ-7-avenasteroldür.

Fındık yağlarının temel sterolü olan ß-sitosterol analiz edilen fındık yağlarında %78.31 ile 85.16 arasında değişen değerlerde bulunmuştur. Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen örnekler düşük ß-sitosterol oranı gösterirken (%78.31-83.93), pres yağları daha yüksek sonuçlar (%80.58-85.16) vermektedir.

Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliği (2012/29)'ndeki kriterlere göre fındık yağlarında olması gereken ß-sitosterol oranı %82.8-86.8 arasındadır. Araştırılan örneklerde TGK' de belirtilen üst limit aşılmazken bazı örnekler alt limitin altında bulunmuştur; ancak bu değerler Bada ve diğerlerinin (2004) ß-sitosterol için bulduğu aralıklarla (%76.45–86.51) örtüşmektedir.

ß-sitosterolden sonra gelen diğer önemli sterol kampesteroldür ve araştırılan örneklerde %4.11-5.87 arasında bulunmuştur. TGK' da belirtilen kampesterol üst limiti zeytinyağı için %4 iken, fındık yağı için belirtilen aralık %4.0-5.8'dir. Aynı zamanda diğer çalışmalarda fındık yağları için bulunan sonuçlarla (%3.0-6.2) örtüşmektedir (Savage vd. 1997; Bada vd. 2004; Alasalvar vd. 2006; Amaral vd. 2006; Alasalvar vd. 2009) ve bu sterol oranının zeytinyağı tağşişini belirlemede kullanılabileceği söylenebilir.

Fındık yağının üçüncü önemli sterolü Δ-5-avenasteroldür ve analiz edilen fındık yağlarında %2.07-5.09 arasında değerlerde bulunmuştur. Bu sterol açısından da diğer bir çalışmada bulunan %3-5 (Bada vd. 2004) değeriyle ve TGK değerleriyle (%2.0-4.5) uyumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Sitostanol tebliğde β-sitosterolle, diğer çalışmalarda Δ-5-avenasterolle birlikte hesaplanan, fındık yağının önemli diğer bir sterolüdür. Çalışılan fındık yağlarındaki oranı %1.79-4.40 arasında değişmekle birlikte, çözgen ekstraksiyonuyla elde edilen yağlardaki oranı pres yağlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Preslemeyle edilen örneklerde %1.79-3.40 arasında; hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen örneklerde ise %2.30-4.40 arasında bulunmaktadır.

Stigmasterol de hekzan esktraksiyonuyla elde edilen örneklerde daha fazla oranda bulunan diğer bir steroldür. Çalışılan fındık yağlarından preslemeyle edilenlerde %0.58-1.17 arasında; hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen örneklerde ise %1.01-1.94 arasında bulunmaktadır.

Fındık yağı için önemli diğer bir sterol de Δ-7-stigmastenoldür ve analiz edilen fındık yağlarında %0.51-4.27 oranları arasında bulunmaktadır. Çalışılan 96 örnekten 10'undan elde edilen sonuç tebliğde belirtilen değerlerden (%0.3-2.3) veya diğer çalışma değeri olan %1.1-2.9'dan (Savage vd. 1997) yüksek çıkmıştır.

Klerosterol de kodekste β-sitosterolle birlikte hesaplanan bir steroldür ve %0.46-0.96 arası değerlerde tespit edilmiştir.

Çalışılan örneklerde Δ-7-avenasterol %0.46-1.60 arasında bulunurken, TGK limiti fındık yağı için %0.2-1.1 olarak belirtilmiş; Savage ve diğerleri (1997) tarafından ise %1.1-2.9 olarak tespit etmiştir.

Kolesterol oranı araştırılan numunelerde %0.21 ile 1.02 arasında değişmiştir. Tebliğde bu değer en fazla %0.6 şeklinde belirtilirken, Savage ve diğerleri (1997) örneklerinde %0.4-0.7 arasında kolesterol tespit etmişlerdir. Bu değerlere kıyasla fazla çıkan 4 örnek

mevcuttur; Çakıldak (Ordu) (2010 yılı pres yağı); Karafındık (Giresun) (2009 yılı ekstraksiyon yağı), Tombul (Giresun) (2010 yılı ekstraksiyon yağı) ve Uzunmusa (Ordu) (2010 yılı ekstraksiyon yağı).

Kodeks kapsamına alınmayan diğer steroller ise 24-metilen-kolesterol, kampestanol, Δ-5-24-stigmastadienol ve Δ-7-kampesteroldür.

Çizelge 4.2 'de farklı fındık çeşitlerinin fındık yağlarının sterol dağılımının yağ elde etme yöntemine göre değişimi verilmiştir. Örneklerin stigmasterol oranları incelendiğinde analiz edilen 24 çeşit fındıktan 23' ünde (Uzunmusa-Ordu hariç) yağ elde etme yöntemine göre stigmasterol oranındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$) ve hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda daha yüksek oranda bulunmaktadır. Sitostanol bakımından da 16 çeşit fındığın oranları yağ elde etme yöntemine göre istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$) ve yine aynı şekilde hekzan ekstraksiyonuyla oranı artmaktadır. Ayrıca 9 çeşitte yağ elde etme yöntemine göre ß-sitosterol oranları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$). Preslemeyle elde edilen yağlarda ß-sitosterol oranları daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni hekzan ekstraksiyonuyla sitostanol ve stigmasterol oranlarının artışının etkisiyle ß-sitosterol oranında düşüş olarak gösterilebilir.

Bunların yanı sıra, araştırılan 24 çeşitten 8 çeşidin Δ-7-kampesterol, 5 çeşidin Δ-7-avenasterol, 4'er çeşidin kolesterol ve kampesterol oranları arasındaki fark yağ elde etme yöntemine göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Δ-5-24-stigmastadienol oranları arasındaki fark 3 çeşitte; 24-metilen-kolesterol, kampestanol, klerosterol ve Δ-7-stigmastenol oranları arasındaki fark ise 2'şer çeşitte yağ elde etme yöntemine göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Bu yüzden bu sterollerin oranlarının yağ elde etme yönteminde bir belirteç olarak kullanımının verimli olmadığı düşünülmektedir.

Diğer taraftan TGK' ya göre zeytinyağlarında Δ-7-stigmastenol oranı %0.5' i aşmamalıdır. Araştırılan fındık yağlarında ise en düşük oran %0.51'dir ve bu değer %4.57' ye kadar değişim göstermiştir. Yani zeytinyağına fındık yağıyla yapılan

tağşişlerin belirlenmesinde bu sterol oranının ayırt edici ölçüt olarak kullanılabileceği düşünülmektedir; ancak düşük oranda yapılan tağşişlerde yüksek hassasiyet sağlanamayabilir.

Araştırılan fındık yağlarında toplam sterol içeriği 904.73-3940.14 mg/kg arasındadır. TGK toplam sterol içeriğini fındık yağlarında 1147-2319 mg/kg arasında verirken, yapılan çalışmalarda bulunan sonuçlar 1190-2630 mg/kg arasındadır (Savage vd. 1997; Benitez-Sánchez vd. 2003; Alasalvar vd. 2006; Amaral vd. 2006; Alasalvar vd. 2009; Yorulmaz vd. 2009). Bu değerler göz önüne alındığında çalışılan 96 fındık yağından 3 örnek sınırlar altında kalırken; 9 örnek üst değeri aşmaktadır.

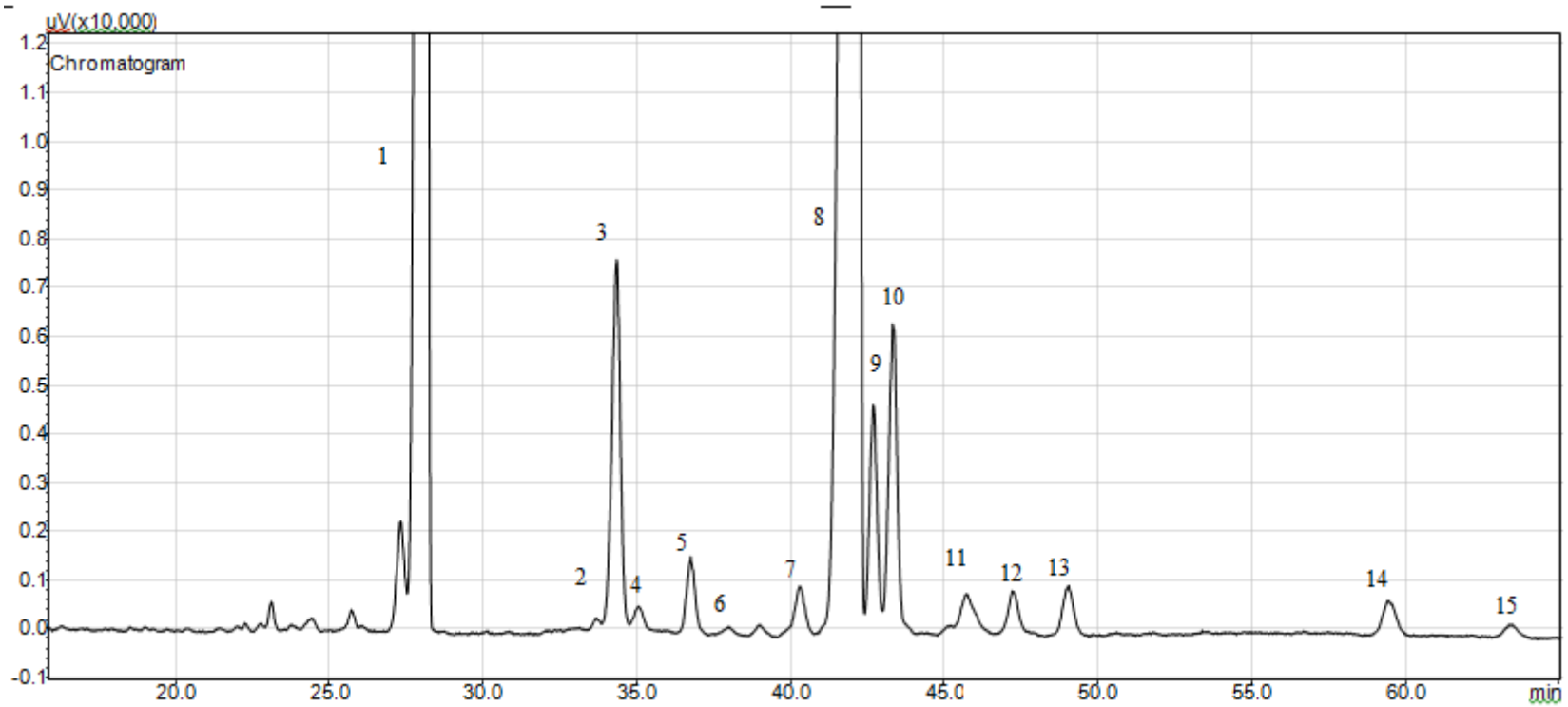
Ayrıca Alsalvar ve diğerlerinin (2009) Tombul, Yassı badem, Sivri ve Karafındık çeşitleri için buldukları sonuçlarla (Çizelge 2.8) aynı çeşitlerin pres yağları için bulunan miktarlar yakınlık içindedir.

Presle elde edilen yağlarda toplam sterol 904.73-1786.09 mg/kg arasında değişim gösterirken; hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen fındık yağlarında bu değer 1446.91-3940.14 mg/kg arasında değişmektedir. Buna göre; çözgen ekstraksiyonuyla meyveden yağa çok daha yüksek oranda sterol geçişi olduğu söylenebilir ve 1786.09 mg/kg' dan fazla toplam sterol içeren yağların ekstraksiyon yağı olduğu sonucuna varılabilir.

Çizelge 4.3' te fındık çeşitlerinin sterol bileşiminin yağ elde etme yöntemine göre değişimi verilmiştir. Allahverdi, İncekara, Palaz (Ordu) ve Uzunmusa (Giresun) çeşitleri hariç tüm çeşitlerde yağ elde etme yöntemine göre toplam sterol miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$). Ayrıca araştırılan tüm çeşitlerde yağ elde etme yöntemine göre stigmasterol miktarları arasındaki fark istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$). Toplam sterol miktarı da stigmasterol miktarı da hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda daha yüksek bulunmuştur.

Ayıca; 21 çeşitte sitostanol ve kampesterol, 18 çeşitte ß-sitosterol, 15 çeşitte Δ-7-avenasterol miktarları arasındaki farkın yağ elde etme yöntemine göre istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$) ve hepsinde hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen

yağların söz konusu sterol içerikleri pres yağlarına göre daha yüksek değerlerde tespit edilmiştir. Aynı şekilde diğer her bir sterol miktarı arasındaki fark da çalışılan örneklerin en az 1/3'ünde (en az 8 çeşitte) yağ elde etme yöntemine göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) ve hekzan ekstraksiyonuyla yağa daha fazla sterol geçişi olduğu düşünülmektedir. Kısacası presleme ile elde edilen fındık yağları sterol bileşimi açısından çözgen ekstraksiyonuyla elde edilen yağlara göre daha fakirdir.



Şekil 4.1 Fındık yağlarının sterol bileşimine ait bir gaz kromatogramı

1. Kolesterol	2. 24-metilen-kolestrol	3. Kampesterol	4. Kampestenol	5. Stigmasterol
6. Δ-7-kampesterol	7. Klerosterol	8. β-sitosterol	9. Sitostanol	10. Δ-5-avenasterol
11. Δ-5-24-stigmastadienol	12. Δ-7-stigmastenol	13. Δ-7-avenasterol	14. eritrodiol	15. uvaol

Çizelge 4.2 Fındık yağlarının sterol dağılımının yağ elde etme yöntemine göre değişimi (%)

		Kole sterol	24-metilen-kolesterol	Kampe sterol	Kampe stenol	Stigma sterol	Δ-7-kampe sterol	Klero sterol	ß-sito sterol	Sito stanol	Δ-5-avena sterol	Δ-5-24-stigma stadienol	Δ-7-stigma stenol	Δ-7-avena sterol
Acı	P	0.33[a]	0.14[a]	4.66[a]	0.28[a]	0.71[a]	0.07[a]	0.78[a]	83.01[b]	2.45[a]	3.69[a]	0.73[b]	2.18[a]	0.97[a]
	H	0.53[b]	0.09[a]	4.92[a]	0.31[a]	1.55[b]	0.24[a]	0.58[a]	81.72[a]	3.04[b]	3.41[a]	0.56[a]	2.08[a]	0.98[a]
Akçakoca	P	0.37[a]	0.07[a]	4.97[a]	0.33[a]	0.86[a]	0.08[a]	0.52[a]	83.09[a]	2.91[a]	2.47[a]	0.61[a]	2.70[a]	1.02[a]
	H	0.49[b]	0.18[a]	5.33[a]	0.35[a]	1.30[b]	0.18[a]	0.53[a]	81.47[a]	3.54[a]	2.34[a]	0.57[a]	2.61[a]	1.11[a]
Allahverdi	P	0.70[b]	0.17[a]	4.77[a]	0.29[a]	1.07[a]	0.09[a]	0.62[a]	83.12[b]	2.33[a]	3.73[a]	0.80[a]	1.48[a]	0.82[a]
	H	0.59[a]	0.20[a]	5.01[a]	0.28[a]	1.93[b]	0.24[b]	0.63[a]	81.79[a]	2.78[a]	3.42[a]	0.74[a]	1.51[a]	0.87[a]
Cavcava	P	0.58[a]	0.06[a]	4.48[a]	0.45[a]	0.77[a]	0.68[b]	0.62[a]	82.58[a]	2.39[a]	4.40[a]	0.61[a]	1.71[b]	0.67[a]
	H	0.59[a]	0.15[a]	4.79[a]	0.31[a]	1.58[b]	0.22[a]	0.61[a]	81.12[a]	3.15[b]	4.38[a]	0.64[a]	1.49[a]	0.96[b]
Çakıldak	P	0.62[a]	0.31[a]	5.19[a]	0.41[a]	1.00[a]	0.14[a]	0.73[a]	83.61[b]	2.76[a]	2.84[a]	0.68[a]	1.18[a]	0.53[a]
	H	0.56[a]	0.19[a]	5.28[a]	0.48[a]	1.72[b]	0.10[a]	0.61[a]	81.66[a]	3.67[b]	2.87[a]	0.68[a]	1.38[a]	0.80[b]
Foşa(Giresun)	P	0.43[a]	0.08[a]	4.74[a]	0.30[a]	0.73[a]	0.07[a]	0.60[a]	82.71[a]	2.64[a]	3.65[a]	0.76[a]	2.32[a]	0.97[a]
	H	0.56[a]	0.32[a]	4.44[a]	0.28[a]	1.23[b]	0.21[a]	0.65[a]	81.94[a]	3.48[a]	3.48[a]	0.91[a]	1.72[a]	0.82[a]
Foşa(Trabzon)	P	0.46[a]	0.20[a]	5.33[a]	0.38[a]	1.00[a]	0.24[a]	0.77[a]	83.02[a]	2.70[a]	3.81[a]	0.81[a]	0.58[a]	0.72[a]
	H	0.55[a]	0.22[a]	5.87[a]	0.44[a]	1.53[b]	0.24[a]	0.60[a]	81.78[a]	3.28[b]	3.48[a]	0.60[a]	0.62[a]	0.80[a]
İncekara	P	0.44[a]	0.08[a]	4.38[a]	0.27[a]	0.66[a]	0.06[a]	0.68[a]	84.32[b]	2.08[a]	3.58[a]	0.77[a]	1.92[a]	0.78[a]
	H	0.44[a]	0.15[a]	4.59[a]	0.31[a]	1.29[b]	0.20[b]	0.61[a]	82.74[a]	2.70[b]	3.48[a]	0.66[a]	2.00[a]	0.86[a]
Kalınkara	P	0.35[a]	0.06[a]	4.90[a]	0.34[a]	0.74[a]	0.06[a]	0.62[a]	82.22[a]	2.70[a]	4.62[a]	0.76[b]	1.67[a]	0.98[a]
	H	0.58[a]	0.11[a]	4.98[a]	0.34[a]	1.59[b]	0.25[b]	0.66[a]	80.85[a]	3.22[b]	4.23[a]	0.63[a]	1.58[a]	1.02[a]
Kan	P	0.38[a]	0.07[a]	4.63[a]	0.32[a]	0.80[a]	0.11[a]	0.62[a]	83.25[b]	2.66[a]	3.44[a]	0.77[a]	2.13[a]	0.86[a]
	H	0.51[a]	0.14[a]	4.88[a]	0.36[a]	1.44[b]	0.18[b]	0.61[a]	81.29[a]	3.22[b]	3.34[a]	0.72[a]	2.25[a]	1.10[b]
Kara(Giresun)	P	0.44[a]	0.04[a]	4.53[a]	0.33[a]	0.72[a]	0.08[a]	0.50[a]	82.70[b]	2.63[a]	2.61[a]	0.63[a]	3.70[a]	1.14[a]
	H	0.81[a]	0.19[b]	4.87[b]	0.40[b]	1.70[b]	0.25[b]	0.53[a]	80.49[a]	3.29[b]	2.46[a]	0.58[a]	3.40[a]	1.06[a]
Kara(Ordu)	P	0.36[a]	0.15[a]	4.87[a]	0.26[a]	0.61[a]	0.11[a]	0.80[a]	84039[b]	1.92[a]	3.73[a]	0.70[a]	1.27[a]	0.85[a]
	H	0.43[a]	0.15[a]	5.24[b]	0.40[a]	1.41[b]	0.28[b]	0.66[a]	81.83[a]	2.87[b]	3.70[a]	0.52[a]	1.42[a]	1.11[b]

P: Presle elde edilen yağ H: Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağ a,b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0.05$)

Çizelge 4.2 Fındık yağlarının sterol dağılımının yağ elde etme yöntemine göre değişimi (%) (devam)

		Kole sterol	24-metilen-kolesterol	Kampe sterol	Kampe stenol	Stigm asterol	Δ-7-kampe sterol	Klero sterol	ß-sito sterol	Sito stanol	Δ-5-avena sterol	Δ-5-24-stigma stadienol	Δ-7-stigma stenol	Δ-7-avena sterol
Kargalak	P	0.43[a]	0.10[a]	4.43[a]	0.32[a]	0.72[a]	0.13[a]	0.57[a]	84.92[b]	2.77[a]	2.55[a]	0.59[a]	1.84[a]	0.66[a]
	H	0.56[a]	0.17[a]	4.86[a]	0.33[a]	1.26[b]	0.25[a]	0.58[a]	82.07[a]	3.80[b]	2.57[a]	0.53[a]	2.05[a]	1.00[b]
Kuş	P	0.42[a]	0.13[a]	4.60[a]	0.33[a]	0.85[a]	0.10[a]	0.72[a]	84.61[a]	2.53[a]	3.03[a]	0.72[a]	1.32[a]	0.69[a]
	H	0.62[b]	0.15[a]	5.01[a]	0.33[a]	1.47[b]	0.19[a]	0.63[a]	81.91[a]	2.95[b]	3.73[a]	0.64[a]	1.56[a]	0.86[a]
Mincane	P	0.53[a]	0.10[a]	4.68[b]	0.45[a]	0.70[a]	0.34[a]	0.64[a]	82.63[a]	2.66[a]	3.16[a]	0.75[a]	2.59[a]	0.80[a]
	H	0.55[a]	0.17[a]	4.55[a]	0.24[a]	1.24[b]	0.13[a]	0.48[a]	82.39[a]	3.37[b]	2.90[a]	0.69[a]	2.44[a]	0.88[a]
Palaz (Giresun)	P	0.43[a]	0.11[a]	5.24[a]	0.31[a]	0.84[a]	0.07[a]	0.54[a]	82.15[b]	2.43[a]	2.76[a]	0.61[a]	3.50[a]	1.02[a]
	H	0.53[a]	0.06[a]	5.45[a]	0.40[a]	1.36[b]	0.21[a]	0.56[a]	80.16[a]	3.06[b]	3.11[a]	0.57[a]	3.34[a]	1.23[a]
Palaz (Ordu)	P	0.47[a]	0.10[a]	5.28[a]	0.30[a]	0.69[a]	0.08[a]	0.59[a]	82.10[a]	2.11[a]	3.86[a]	0.67[a]	2.62[a]	1.16[a]
	H	0.50[a]	0.14[a]	5.51[a]	0.40[a]	1.24[b]	0.20[a]	0.61[a]	80.08[a]	2.75[a]	3.86[a]	0.65[a]	2.22[a]	1.27[a]
Sivri (Giresun)	P	0.45[a]	0.16[a]	4.65[a]	0.31[a]	0.84[a]	0.09[a]	0.69[b]	84.50[a]	2.58[a]	2.36[a]	0.71[a]	1.90[a]	0.79[a]
	H	0.56[a]	0.19[a]	4.83[a]	0.37[a]	1.52[b]	0.12[a]	0.59[a]	83.31[a]	3.37[b]	2.26[a]	0.54[a]	1.58[a]	0.78[a]
Tombul (Giresun)	P	0.39[a]	0.14[a]	4.69[a]	0.33[a]	0.65[a]	0.09[a]	0.60[a]	82.77[a]	2.81[a]	4.02[a]	0.72[b]	1.89[a]	0.79[a]
	H	0.65[a]	0.12[a]	4.89[a]	0.39[a]	1.61[b]	0.28[a]	0.61[a]	81.79[a]	3.28[a]	3.09[a]	0.52[a]	2.03[a]	0.91[a]
Tombul (Ordu)	P	0.42[a]	0.19[a]	5.01[a]	0.30[a]	0.73[a]	0.06[a]	0.62[b]	82.75[b]	2.21[a]	3.67[a]	0.69[a]	2.18[b]	1.22[a]
	H	0.54[a]	0.19[a]	5.10[a]	0.29[a]	1.36[b]	0.17[a]	0.58[a]	81.32[a]	3.04[b]	3.59[a]	0.71[a]	1.93[a]	1.22[a]
Uzunmusa (Giresun)	P	0.33[a]	0.05[a]	4.74[a]	0.29[a]	0.90[a]	0.09[a]	0.76[a]	82.58[a]	2.56[a]	4.19[a]	0.76[a]	1.79[a]	1.00[a]
	H	10.57[a]	0.17[b]	4.82[a]	0.36[b]	1.49[b]	0.15[a]	0.62[a]	81.10[a]	3.01[b]	4.28[a]	0.59[a]	1.78[a]	1.11[a]
Uzunmusa (Ordu)	P	0.40[a]	0.18[a]	5.09[a]	0.35[a]	0.85[a]	0.30[a]	0.83[a]	82.38[a]	2.48[a]	4.83[a]	0.82[a]	0.85[a]	0.69[a]
	H	0.65[a]	0.18[a]	5.51[b]	0.39[a]	1.54[a]	0.23[a]	0.67[a]	80.47[a]	3.11[a]	4.56[a]	0.80[a]	0.99[a]	0.92[a]
Yassı badem	P	0.56[a]	0.22[a]	4.86[a]	0.39[a]	0.73[a]	0.18[a]	0.56[a]	83.64[a]	2.08[a]	2.52[a]	0.64[a]	2.84[a]	0.82[a]
	H	0.56[a]	0.14[a]	4.84[a]	0.23[a]	1.03[b]	0.12[a]	0.56[a]	83.69[a]	2.45[a]	2.49[a]	0.64[a]	2.45[a]	0.83[a]
Yuvarlak badem	P	0.41[a]	0.12[a]	4.91[a]	0.30[a]	0.98[a]	0.12[a]	0.54[a]	83.00[a]	2.47[a]	2.82[a]	0.67[a]	2.66[a]	1.04[a]
	H	0.59[a]	0.21[a]	5.05[a]	0.33[a]	1.44[b]	0.19[b]	0.53[a]	82.31[a]	3.19[a]	2.65[a]	0.61[a]	2.07[a]	1.04[a]

P: Presle elde edilen yağ H: Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağ a,b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0.05$)

Çizelge 4.3 Fındık çeşitlerinin sterol içeriğinin yağ elde etme yöntemine göre değişimi (mg/kg)

		Kole sterol	24-metilen-kolesterol	Kampe sterol	Kampe stenol	Stigma sterol	Δ-7-kampe sterol	Klero sterol	ß-sito sterol	Sito stanol	Δ-5-avena sterol	Δ-5-24-stigma stadienol	Δ-7-stigma stenol	Δ-7-avena sterol	Toplam
Acı	P	4.72^{a}	2.08^{a}	67.08^{a}	3.99^{a}	10.19^{a}	1.065^{a}	11.11^{a}	1192.44^{a}	35.16^{a}	53.12^{a}	10.43^{a}	31.22^{a}	13.93^{a}	1436.51^{a}
	H	13.24^{b}	1.87^{a}	121.95^{b}	7.62^{b}	38.48^{b}	6.29^{a}	14.49^{a}	2029.94^{b}	75.80^{b}	84.90^{a}	13.71^{b}	53.05^{a}	24.90^{a}	2486.20^{b}
Akça koca	P	5.10^{a}	0.98^{a}	68.20^{a}	4.51^{a}	11.77^{a}	1.10^{a}	7.13^{a}	1139.53^{a}	39.80^{a}	33.84^{a}	8.40^{a}	37.00^{a}	13.98^{a}	1371.31^{a}
	H	10.92^{b}	3.91^{b}	121.06^{a}	7.82^{b}	29.43^{b}	4.11^{a}	12.06^{a}	1839.86^{b}	77.68^{b}	52.92^{b}	13.03^{a}	57.80^{b}	24.71^{b}	2255.29^{b}
Allah verdi	P	8.44^{a}	2.1^{a}	57.51^{a}	3.52^{a}	12.87^{a}	1.08^{a}	7.455^{a}	1000.98^{a}	28.01^{a}	44.84^{a}	9.63^{a}	17.85^{a}	9.87^{a}	1204.12^{a}
	H	10.81^{a}	3.28^{a}	93.69^{a}	4.90^{b}	35.77^{b}	4.46^{b}	11.58^{b}	1515.97^{a}	50.42^{b}	63.22^{a}	13.65^{a}	29.32^{a}	16.56^{a}	1853.63^{a}
Cavcava	P	8.10^{a}	0.76^{a}	62.23^{a}	6.15^{a}	10.46^{a}	9.58^{a}	8.66^{a}	1155.05^{a}	33.40^{a}	62.02^{a}	8.44^{a}	23.88^{a}	9.44^{a}	1398.14^{a}
	H	17.04^{b}	6.60^{b}	133.97^{b}	7.64^{a}	45.22^{b}	3.30^{b}	17.35^{b}	2347.5^{b}	85.89^{b}	113.96^{a}	17.47^{b}	48.08^{b}	27.10^{b}	2871.09^{b}
Çakıldak	P	8.19^{a}	4.07^{a}	68.53^{a}	5.44^{a}	13.17^{a}	1.83^{a}	9.63^{a}	1104.09^{a}	36.50^{a}	37.47^{a}	9.03^{a}	15.62^{a}	6.98^{a}	1320.52^{a}
	H	8.95^{a}	2.97^{a}	83.98^{b}	7.63^{b}	27.43^{b}	1.61^{a}	9.75^{a}	1299.06^{b}	58.43^{b}	45.65^{a}	10.81^{a}	21.94^{b}	12.68^{b}	1590.86^{b}
Foşa (Giresun)	P	5.86^{a}	1.07^{a}	64.18^{a}	4.07^{a}	9.89^{a}	0.98^{a}	8.08^{a}	1121.13^{a}	35.82^{a}	49.51^{a}	10.23^{a}	31.56^{a}	13.23^{a}	1355.58^{a}
	H	17.44^{a}	1.05^{a}	135.72^{b}	8.59^{a}	37.81^{b}	6.64^{a}	20.91^{a}	2549.07^{b}	110.65^{a}	108.18^{b}	29.79^{a}	48.83^{a}	23.36^{a}	3107.44^{b}
Foşa (Trabzon)	P	6.28^{a}	3.76^{a}	75.22^{a}	5.65^{a}	12.98^{a}	4.87^{a}	11.96^{a}	1135.28^{a}	36.33^{a}	49.41^{a}	11.88^{a}	7.03^{a}	8.30^{a}	1368.95^{a}
	H	12.47^{b}	5.03^{a}	132.03^{b}	9.78^{b}	34.35^{b}	5.39^{a}	13.56^{b}	1843.09^{b}	73.67^{b}	77.97^{b}	13.63^{a}	13.82^{b}	17.66^{a}	2252.44^{b}
İncekara	P	5.15^{a}	0.88^{a}	51.71^{a}	3.16^{a}	7.8^{a}	0.73^{a}	8.02^{a}	993.36^{a}	24.74^{a}	42.25^{a}	8.95^{a}	22.50^{a}	9.08^{a}	1178.29^{a}
	H	11.60^{a}	3.97^{a}	116.93^{b}	7.52^{b}	33.22^{b}	4.92^{b}	15.23^{b}	2117.25^{a}	68.83^{b}	88.61^{a}	16.46^{b}	50.18^{b}	21.41^{b}	2556.11^{a}
Kalınkara	P	4.80^{a}	0.82^{a}	66.88^{a}	4.59^{a}	10.07^{a}	0.80^{a}	8.56^{a}	1129.68^{a}	36.99^{a}	63.68^{a}	10.45^{a}	22.59^{a}	13.35^{a}	1373.22^{a}
	H	14.65^{b}	2.68^{a}	126.33^{b}	8.60^{b}	40.23^{b}	6.28^{b}	16.59^{b}	2051.55^{b}	81.49^{b}	107.13^{b}	15.87^{b}	40.03^{b}	25.85^{b}	2537.24^{b}
Kan	P	6.18^{a}	1.01^{a}	73.28^{a}	5.12^{a}	12.78^{a}	1.63^{a}	9.79^{a}	1324.56^{a}	42.21^{a}	54.35^{a}	12.19^{a}	33.80^{a}	13.76^{a}	1590.63^{a}
	H	12.70^{a}	3.57^{a}	121.86^{b}	8.89^{b}	36.13^{b}	4.55^{b}	15.29^{a}	2035.25^{a}	80.59^{b}	82.87^{b}	17.81^{b}	56.00^{b}	27.26^{b}	2502.74^{b}
Kara (Giresun)	P	5.98^{a}	0.45^{a}	62.65^{a}	4.50^{a}	9.89^{a}	1.06^{a}	6.90^{a}	1142.70^{a}	36.25^{a}	36.05^{a}	8.65^{a}	51.08^{a}	15.70^{a}	1381.83^{a}
	H	20.09^{a}	4.56^{b}	121.28^{b}	10.05^{b}	42.28^{b}	6.16^{b}	13.17^{b}	2004.59^{b}	81.80^{b}	61.03^{a}	14.36^{b}	84.83^{a}	26.37^{b}	2490.54^{b}
Kara (Ordu)	P	4.84^{a}	2.03^{a}	66.57^{a}	3.58^{a}	8.38^{a}	1.53^{a}	10.95^{a}	1153.76^{a}	26.28^{a}	50.96^{a}	9.55^{a}	17.31^{a}	11.57^{a}	1367.27^{a}
	H	14.64^{a}	5.24^{a}	169.39^{b}	12.27^{b}	44.87^{b}	8.58^{b}	20.97^{b}	2649.55^{a}	93.18^{b}	119.79^{a}	16.01^{b}	46.86^{a}	35.99^{b}	3237.31^{b}

P: Presle elde edilen yağ H: Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağ a,b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0.05$)

Çizelge 4.3 Fındık çeşitlerinin sterol içeriğinin yağ elde etme yöntemine göre değişimi (mg/kg) (devam)

		Kole sterol	24-metilen-kolesterol	Kampe sterol	Kampe stenol	Stigma sterol	Δ-7-kampe sterol	Klero sterol	ß-sito sterol	Sito stanol	Δ-5-avena sterol	Δ-5-24-stigma stadienol	Δ-7-stigma stenol	Δ-7-avena sterol	Toplam
Kargalak	P	4.66^{a}	1.05^{a}	48.35^{a}	3.36^{a}	7.70^{a}	1.37^{a}	6.18^{a}	924.86^{a}	29.66^{a}	27.58^{a}	6.45^{a}	20.12^{a}	7.25^{a}	1088.56^{a}
	H	11.60^{b}	3.47^{a}	101.74^{b}	6.80^{b}	26.19^{b}	5.10^{b}	12.15^{b}	1718.27^{b}	79.35^{b}	53.72^{b}	11.06^{b}	42.84^{b}	20.97^{b}	2093.23^{b}
Kuş	P	5.69^{a}	1.69^{a}	62.18^{a}	4.36^{a}	11.42^{a}	1.24^{a}	9.68^{a}	1142.98^{a}	34.07^{a}	40.89^{a}	9.69^{a}	17.77^{a}	9.33^{a}	1350.97^{a}
	H	14.14^{b}	3.24^{b}	114.90^{b}	1.49^{b}	33.58^{b}	4.28^{b}	14.42^{b}	1879.06^{b}	67.67^{b}	85.44^{b}	14.59^{b}	35.88^{a}	19.53^{b}	2294.20^{b}
Mincane	P	7.63^{a}	1.42^{a}	68.01^{a}	6.52^{a}	10.13^{a}	4.83^{a}	9.18^{a}	1200.86^{a}	36.69^{a}	45.96^{a}	10.92^{a}	37.58^{a}	11.55^{a}	1453.23^{a}
	H	16.18^{b}	4.86^{b}	131.58^{b}	6.90^{a}	35.70^{b}	3.61^{a}	13.84^{a}	2387.88^{b}	96.95^{b}	83.69^{b}	19.78^{b}	71.07^{b}	25.25^{b}	2897.26^{b}
Palaz (Giresun)	P	6.01^{a}	1.55^{a}	74.90^{a}	4.44^{a}	11.98^{a}	0.99^{a}	7.64^{a}	1173.48^{a}	34.73^{a}	39.32^{a}	8.74^{a}	50.06^{a}	14.59^{a}	1428.41^{a}
	H	11.42^{b}	1.20^{a}	118.74^{b}	8.48^{a}	29.60^{b}	4.58^{a}	12.15^{b}	1748.70^{b}	66.75^{b}	68.07^{a}	12.33^{a}	72.44^{b}	26.70^{b}	2181.13^{b}
Palaz (Ordu)	P	7.39^{a}	1.41^{a}	80.91^{a}	4.73^{a}	10.71^{a}	1.28^{a}	9.12^{a}	1256.36^{a}	33.20^{a}	60.73^{a}	10.50^{a}	40.25^{a}	18.47^{a}	1535.04^{a}
	H	11.15^{a}	3.13^{a}	124.61^{a}	9.37^{a}	28.03^{b}	4.47^{a}	13.67^{a}	1806.78^{a}	62.95^{a}	102.44^{a}	14.64^{a}	50.72^{a}	29.27^{a}	2261.20^{a}
Sivri (Giresun)	P	5.77^{a}	2.10^{a}	60.06^{a}	3.93^{a}	10.89^{a}	1.18^{a}	8.82^{a}	1092.33^{a}	33.25^{a}	30.45^{a}	9.22^{a}	24.52^{a}	10.21^{a}	1292.73^{a}
	H	13.09^{b}	4.42^{a}	112.21^{b}	8.49^{a}	35.29^{b}	2.75^{a}	13.64^{b}	1935.45^{b}	78.30^{b}	52.38^{b}	12.54^{a}	36.64^{b}	18.13^{b}	2323.29^{b}
Tombul (Giresun)	P	4.78^{a}	1.68^{a}	58.69^{a}	4.07^{a}	8.24^{a}	1.11^{a}	7.45^{a}	1036.17^{a}	35.41^{a}	49.85^{a}	8.94^{a}	25.54^{a}	10.06^{a}	1251.97^{a}
	H	16.4^{a}	2.83^{a}	123.58^{b}	9.85^{a}	40.61^{b}	7.04^{a}	15.36^{b}	2066.38^{b}	82.83^{b}	77.82^{a}	13.01^{a}	47.65^{b}	23.07^{a}	2526.39^{b}
Tombul (Ordu)	P	5.55^{a}	2.48^{a}	67.14^{a}	3.95^{a}	9.67^{a}	0.79^{a}	8.19^{a}	1108.89^{a}	29.57^{a}	49.21^{a}	9.28^{a}	29.10^{a}	16.27^{a}	1340.06^{a}
	H	13.66^{b}	4.80^{a}	129.15^{b}	7.28^{a}	34.62^{b}	4.39^{a}	14.70^{b}	2067.59^{b}	77.24^{b}	91.21^{b}	17.93^{a}	48.94^{b}	30.92^{b}	2542.38^{b}
Uzunmusa (Giresun)	P	4.13^{a}	0.57^{a}	60.91^{a}	3.77^{a}	11.53^{a}	1.16^{a}	9.83^{a}	1061.14^{a}	32.85^{a}	53.60^{a}	9.69^{a}	22.84^{a}	12.75^{a}	1284.71^{a}
	H	11.27^{a}	3.31^{b}	94.55^{b}	6.99^{b}	29.17^{b}	2.99^{a}	12.01^{a}	1596.80^{a}	59.39^{b}	85.97^{a}	11.86^{a}	35.41^{a}	22.02^{a}	1971.70^{a}
Uzunmusa (Ordu)	P	5.58^{a}	2.43^{a}	72.09^{a}	4.92^{a}	11.98^{a}	4.16^{a}	11.69^{a}	1166.27^{a}	35.14^{a}	68.27^{a}	11.63^{a}	11.98^{a}	9.74^{a}	1415.85^{a}
	H	14.57^{a}	4.10^{b}	127.02^{b}	8.78^{a}	35.01^{b}	5.17^{a}	15.28^{a}	1859.42^{b}	70.45^{a}	105.50^{b}	18.43^{b}	23.50^{a}	21.73^{a}	2308.91^{b}
Yassı badem	P	8.02^{a}	3.12^{a}	69.84^{a}	5.42^{a}	10.48^{a}	2.53^{a}	7.84^{a}	1206.74^{a}	29.97^{a}	36.49^{a}	9.30^{a}	41.24^{a}	11.86^{a}	1442.82^{a}
	H	12.45^{b}	3.12^{a}	108.53^{b}	5.25^{a}	23.06^{b}	2.67^{a}	12.54^{a}	1879.74^{b}	54.90^{b}	55.81^{b}	14.20^{a}	55.07^{a}	18.68^{a}	2245.99^{b}
Yuvarlakbadem	P	5.14^{a}	1.46^{a}	61.70^{a}	3.82^{a}	12.30^{a}	1.45^{a}	6.70^{a}	1043.65^{a}	31.08^{a}	35.45^{a}	8.41^{a}	33.52^{a}	13.05^{a}	1257.70^{a}
	H	13.74^{b}	4.94^{b}	119.06^{b}	7.77^{b}	33.85^{b}	4.50^{b}	12.42^{b}	1944.31^{b}	75.33^{b}	62.57^{b}	14.50^{a}	48.61^{a}	20.62^{b}	2362.19^{b}

P: Presle elde edilen yağ H: Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağ a,b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0.05$)

Steroller dışında zeytinyağının temel triterpen dialkolleri olan eritodiol ve uvaol içeriği de gaz kromatografide sterollerle birlikte analiz edilmiştir. Eritrodiol ve uvaol içeriği preslenerek elde edilmiş ve çözgen ekstraksiyonuyla elde edilmiş zeytinyağlarını birbirinden ayırt etmede geleneksel olarak kullanılan bir kriterdir.

Analiz edilen fındık yağlarının eritrodiol içeriği %0-3.24 arasındayken, uvaol içeriği %0-1.33 arasında değişmektedir. İki triterpen dialkolün toplam içeriği ise %0-3.53 arasında değişmektedir. Fındık yağı eritrodiol ve uvaol içeriğiyle ilgili yoğun bir çalışma olmamakla birlikte, zeytinyağı için TGK limit değerleri en fazla %4.5 olmalıdır. Fındık yağları için bulunan sonuçlar ise bu değerin çok altındadır.

Hekzan ile elde edilen yağ örneklerinde eritrodiol içeriği %0.05-3.24 arasındayken, presleme ile elde edilen yağlarda %0-2.63 arasındadır. Uvaol içeriği hekzan ile elde edilen yağ örneklerinde %0.1-1.33 arasında; presleme ile elde edilen yağlarda ise %0-0.61 arasında tespit edilmiştir. Toplam eritrodiol-uvaol içeriği ise çözgen ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda %0.37-3.53, presle elde edilen yağlarda ise %0-3.24 şeklinde bulunmuştur. Buna göre, çözgen ekstraksiyonuyla elde edilen yağların daha yüksek oranda eritrodiol ve uvaol içeriğine sahip olduğu; ayrıca % 0.61' den fazla uvaol içeren fındık yağlarının ekstraksiyon ile elde edilmiş olabileceği söylenebilir. Ancak eritrodiol ve toplam uvaol-eritrodiol sınırları arasında etkin bir ayrım yoktur ve bu kriterlerin natürel yağ-rafine yağ ayrımı yapmada verimli bir şekilde kullanılamayacağı söylenebilir.

Uvaol ve eritrodiol bileşiminin yağ elde etme yöntemine göre değişimi Çizelge 4.4' de verilmiştir. Buna göre, analiz edilen 24 çeşitten sadece 4'ünün eritrodiol bileşimi yağ elde etme yöntemine göre farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Uvaol bileşimindeki fark ise 8 çeşitte yağ elde etme yöntemine göre istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$) ve hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda daha fazla miktarda tespit edilmiştir.

Toplam triterpen dialkol oranına bakıldığındaysa her iki yıl için de 24 çeşitten 19 çeşitte hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağda oran daha fazla bulunmuştur; ancak sadece 4 çeşidin yağ elde etme yöntemine göre toplam triterpen dialkol içeriği arasındaki fark

istatistiki olarak önemli çıkmıştır. Toplam eritrodiol-uvaol içeriği tek başına bir parametre olarak kullanılamamasına rağmen, çeşit bazında üretim söz konusu olursa, presleme ile elde edilen fındık yağlarına katılan çözgen ekstraksyionu yağlarının tespitinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Çizelge 4.4 Fındık yağlarının eritrodiol ve uvaol içeriklerinin yağ elde etme yöntemine göre değişimi (%)

	Acı		**Akçakoca**		**Allahverdi**		**Cavcava**		**Çakıldak**		**Foşa (Giresun)**		**Foşa (Trabzon)**		**İncekara**	
	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H
Eritrodiol	0.10^{a}	0.51^{a}	0.07^{a}	0.24^{a}	1.23^{a}	0.65^{a}	0.43^{a}	1.23^{b}	0.12^{a}	0.65^{a}	0.13^{a}	1.90^{a}	0.79^{a}	0.39^{a}	0.36^{a}	0.93^{a}
Uvaol	0.27^{a}	0.43^{b}	0.30^{a}	0.39^{a}	0.10^{a}	0.20^{b}	0.41^{a}	0.45^{a}	0.16^{a}	0.23^{a}	0.26^{a}	0.49^{a}	0.28^{a}	0.50^{b}	0.23^{a}	0.22^{a}
Toplam	0.37^{a}	0.95^{a}	0.37^{a}	0.63^{a}	1.32^{a}	0.84^{a}	0.84^{a}	1.68^{a}	0.28^{a}	0.89^{a}	0.39^{a}	2.39^{a}	0.88^{a}	1.07^{a}	0.59^{a}	1.15^{a}
	Kalınkara		**Kan**		**Kara (Giresun)**		**Kara(Ordu)**		**Kargalak**		**Kuş**		**Mincane**		**Palaz (Giresun)**	
	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H
Eritrodiol	0.04^{a}	0.95^{b}	0.21^{a}	0.23^{a}	0.90^{a}	0.60^{a}	0.07^{a}	1.20^{a}	0.79^{a}	0.35^{a}	0.05^{a}	0.21^{a}	1.52^{a}	2.69^{a}	1.25^{a}	2.09^{b}
Uvaol	0.12^{a}	0.20^{a}	025^{a}	0.51^{b}	0.10^{a}	0.27^{b}	0.15^{a}	0.27^{a}	0.10^{a}	0.30^{b}	0.36^{a}	0.46^{a}	0.31^{a}	0.23^{a}	0.14^{a}	0.23^{a}
Toplam	0.16^{a}	1.16^{b}	0.46^{a}	0.74^{a}	1.00^{a}	0.87^{a}	0.22^{a}	1.46^{a}	0.89^{a}	0.65^{a}	0.40^{a}	0.67^{b}	1.83^{a}	2.92^{a}	1.39^{a}	2.32^{b}
	Palaz (Ordu)		**Sivri (Giresun)**		**Tombul (Giresun)**		**Tombul (Ordu)**		**Uzunmusa (Giresun)**		**Uzunmusa (Ordu)**		**Yassı badem (Giresun)**		**Yuvarlak badem (Giresun)**	
	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H	P	H
Eritrodiol	0.34^{a}	0.62^{a}	0.09^{a}	1.24^{a}	0.13^{a}	0.33^{a}	1.57^{a}	2.13^{a}	0.10^{a}	0.81^{a}	1.21^{a}	0.75^{a}	0.28^{a}	1.16^{b}	0.14^{a}	1.22^{a}
Uvaol	0.06^{a}	0.21^{a}	0.41^{a}	0.75^{b}	0.20^{a}	0.51^{a}	0.11^{a}	0.18^{a}	0.34^{a}	0.56^{b}	0.37^{a}	0.65^{a}	0.32^{a}	0.26^{a}	0.49^{a}	1.09^{a}
Toplam	0.40^{a}	0.83^{a}	0.50^{a}	2.00^{a}	0.32^{a}	0.84^{b}	1.67^{a}	2.31^{a}	0.44^{a}	1.37^{a}	1.57^{a}	1.39^{a}	0.60^{a}	1.42^{a}	0.63^{a}	2.31^{a}

P: Presle elde edilen yağ H: Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağ a,b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0.05$)

4.3 Mumsu Madde Bileşimi

Hekzan ekstraksiyonuyla elde dilen fındık yağı örneğinin mumsu madde bileşimine ait bir kromatogram Şekil 4.2' de görülmektedir. Burada görüldüğü gibi fındık yağında belirlenen mumlar C36, C38, C40, C42, C44 ve C46'dır.

Analiz edilen fındık yağlarının toplam mumsu madde içeriği (C40+C42+C44+C46) 3.55-98.03 mg/kg arasında değişmektedir. C36 ve C38 mumları ise fındık yağlarında C40-46 esterlerinden daha yüksek miktarlarda (16.54-105.46 mg/kg) bulunmuştur.

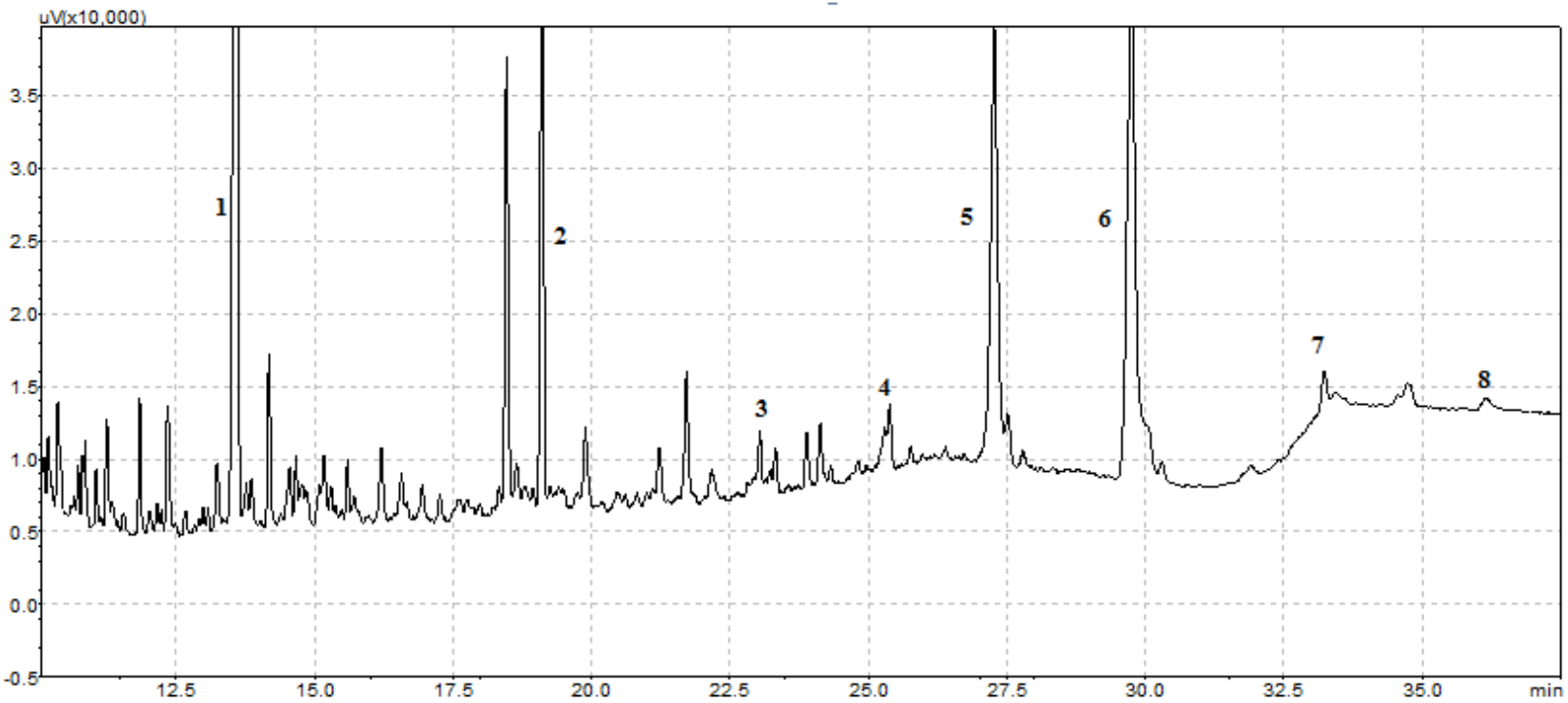
C36 ve C38 mumsu madde içerikleri çözgen ile elde edilen örneklerde 31.82-105.46 mg/kg, pres ile elde edilen örneklerde ise, 16.54-95.21 mg/kg arasında değişmiştir. C40+C42+C44+C46 mumsu madde içeriği ise pres yağlarında 3.55-46.69 mg/kg arasında, ekstraksiyon yağlarında 21.26-98.03 mg/kg arasındadır. Buna göre, mumsu madde içeriği hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda daha fazla miktarda tespit edilmiştir; ancak sınırlar çok yakın ve birbiri içerisindedir. Bu yüzden mumsu madde içeriği natürel yağ-ekstraksiyon yağı ayrımında tek başına bir kriter olarak önerilmemektedir; ancak sterollerin yanında kullanılabilecek bir ek kriter olabilir.

Mumsu madde içeriğinin yağ elde etme yöntemine göre değişimi Çizelge 4.5' te verilmiştir. Çalışılan 24 çeşitten 9 tanesinde C40, C42, C44 ve C46 mumları toplamı farkının yağ elde etme yöntemine göre istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). C36 ve C38 mumları toplamı arasındaki fark ve tüm mumların toplamı arasındaki fark ise 13 çeşitte yağ elde etme yöntemine göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$) ve hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda daha fazla miktarda tespit edilmiştir. Mumsu maddeler çözgen ile daha fazla alınarak elde edilen yağların çoğunda daha yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Çeşitler içinde hegzan ekstraksiyonu ile elde edilen fındık yağlarında mumsu madde içeriği daha yüksek çıkmıştır ve çeşit bazında bir değerlendirme yapılacak olursa bu kriter verimli olarak kullanılabilir.

TGK' da fındık yağının mumsu madde içeriğine ilişkin bir sınır belirtilmezken, natürel sızma ve natürel birinci zeytinyağları için üst limit 250 mg/kg, ham zeytinyağı için 300 mg/kg, riviera ve rafine zeytinyağı için 350 mg/kg olarak belirtilmiştir. Fındık yağlarından elde edilen sonuçların hepsi bu değerlerin oldukça altındadır.
Zeytinyağının temel hidrokarbonu olan skualen de mumsu maddelerle birlikte gaz kromatografide analiz edilmektedir. Araştırılan fındık yağlarının skualen içeriği 185.43-955.46 mg/kg arasında değişmektedir. Daha önceki çalışmalarda fındık yağlarında skualen miktarı 146-245 mg/kg arasında, zeytinyağı skualen içeriği ise 1120-4307 mg/kg arasında bulunmuştur (Lanzón 1994; Benitez-Sánchez vd. 2003; Maguire vd. 2004). Araştırılan fındıklarda bulunan skualen içeriği zeytinyağı için bulunan bu değerlerin oldukça altındadır.

Elde edilen verilere göre hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen örneklerde skualen içeriği 499.74-955.46 mg/kg arasında, presleme ile elde edilen örneklerde ise 185.43-806.39 mg/kg arasında değişmektedir. Buna göre, çözgen ekstraksiyonuyla skualen içeriği de artmaktadır; fakat alt ve üst sınırlar çok geniş olduğu için ve birbirinin içerisine fazlaca girdiği için, skualen de natürel ve çözgenle ekstrakte edilmiş yağların ayrımında kullanılamaz. Buna rağmen, çeşit bazında üretim yapıldığında, skualen, fiziksel ve çözgenle ekstrakte edilmiş yağların ayrımında sterollerle birlikte kullanılabilir.

Çizelge 4.6' da skualen içeriğinin yağ elde etme yöntemine göre değişimi verilmiştir. Buna göre skualen içeriği arasındaki fark 14 çeşitte yağ elde etme yöntemine göre istatistiki olarak önemlidir ($p<0.05$) ve hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda daha fazla miktarda tespit edilmiştir.



Şekil 4.2 Fındık yağlarının mumsu madde bileşimine ait bir gaz kromatogramı

1. Skualen	2. Lauril araşidat (iç standart)	3. C36 esterleri	4. C38 esterleri
5. C40 esterleri	6. C42 esterleri	7. C44 esterleri	8. C46 esterleri

Çizelge 4.5 Fındık yağlarının mumsu madde dağılımının yağ elde etme yöntemine göre değişimi (mg/kg)

		C36	C38	C40	C42	C44	C46	C40-C46	C36+C38	Toplam
Akçakoca	P	53.56^{a}	16.06^{a}	9.86^{a}	8.16^{a}	2.07^{a}	1.72^{a}	21.80^{a}	69.62^{a}	91.42^{a}
	H	75.39^{b}	28.07^{a}	19.00^{a}	17.06^{b}	11.68^{a}	9.73^{a}	57.47^{a}	103.45^{b}	160.92^{b}
Allahverdi	P	42.42^{a}	11.66^{a}	10.64^{a}	5.07^{a}	2.03^{a}	4.24^{a}	21.96^{a}	54.08^{a}	76.03^{a}
	H	65.02^{a}	12.46^{a}	11.27^{a}	9.89^{b}	1.42^{a}	11.68^{a}	34.23^{a}	77.46^{a}	111.69^{a}
Cavcava	P	36.08^{a}	9.75^{a}	8.16^{a}	8.86^{a}	1.02^{a}	1.98^{a}	20.01^{a}	45.82^{a}	65.83^{a}
	H	56.02^{b}	13.21^{b}	10.56^{a}	9.72^{a}	17.04^{b}	22.11^{b}	59.42^{b}	69.22^{b}	128.64^{b}
Çakıldak	P	45.05^{a}	10.42^{a}	10.63^{a}	10.67^{b}	1.62^{a}	3.31^{a}	26.22^{a}	55.47^{a}	81.69^{a}
	H	50.22^{a}	14.48^{a}	9.69^{a}	1.60^{a}	5.40^{b}	8.11^{b}	24.78^{a}	64.69^{a}	89.46^{a}
Foşa	P	30.92^{a}	11.83^{a}	8.28^{a}	4.61^{a}	2.22^{a}	3.36^{a}	18.44^{a}	42.75^{a}	61.19^{a}
(Giresun)	H	54.43^{a}	16.10^{a}	13.20^{a}	11.44^{a}	8.81^{b}	11.07^{a}	44.51^{a}	70.53^{a}	115.03^{a}
Foşa	P	35.64^{a}	11.57^{a}	9.62^{a}	9.73^{a}	2.82^{a}	1.08^{a}	23.23^{a}	47.20^{a}	70.44^{a}
(Trabzon)	H	61.99^{a}	15.99^{a}	10.76^{a}	11.20^{a}	5.73^{a}	7.92^{a}	35.61^{a}	77.98^{a}	113.59^{a}
İncekara	P	17.33^{a}	8.88^{a}	5.83^{a}	14.56^{a}	5.31^{a}	0.19^{a}	25.89^{a}	26.20^{a}	52.08^{a}
	H	37.61^{b}	20.75^{b}	21.46^{b}	41.77^{b}	20.10^{b}	14.72^{b}	98.03^{b}	58.35^{b}	156.41^{b}
Kalınkara	P	18.35^{a}	6.70^{a}	7.08^{a}	3.73^{a}	1.70^{a}	1.21^{a}	13.71^{a}	25.05^{a}	38.77^{a}
	H	48.84^{b}	11.32^{a}	9.56^{b}	15.25^{b}	5.66^{a}	2.71^{a}	33.16^{b}	60.15^{b}	93.30^{b}
Kan	P	37.91^{a}	6.98^{a}	4.90^{a}	6.68^{a}	3.52^{a}	1.05^{a}	16.15^{a}	44.89^{a}	61.03^{a}
	H	51.89^{a}	15.52^{a}	5.55^{a}	11.60^{a}	5.18^{a}	1.66^{a}	23.96^{a}	67.40^{a}	91.36^{a}
Kara	P	25.67^{a}	3.79^{a}	2.31^{a}	2.28^{a}	1.08^{a}	0.50^{a}	6.15^{a}	29.45^{a}	35.61^{a}
(Giresun)	H	82.06^{b}	20.89^{b}	18.10^{b}	12.65^{a}	15.15^{b}	10.56^{a}	56.45^{b}	102.95^{b}	159.40^{b}
Kara	P	33.59^{a}	13.85^{a}	11.74^{a}	9.08^{a}	2.65^{a}	1.08^{a}	24.53^{a}	47.44^{a}	71.96^{a}
(Ordu)	H	29.41^{a}	11.17^{a}	14.16^{a}	12.53^{a}	8.52^{b}	8.79^{b}	43.98^{a}	40.57^{a}	84.54^{a}
Kargalak	P	12.67^{a}	4.69^{a}	3.31^{a}	1.92^{a}	0.43^{a}	1.20^{a}	6.83^{a}	17.35^{a}	24.17^{a}
	H	24.64^{b}	7.61^{b}	11.75^{b}	12.02^{b}	11.77^{b}	13.68^{b}	49.21^{b}	32.25^{b}	81.46^{b}

P: Presle elde edilen yağ H: Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağ
a,b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0.05$)

Çizelge 4.5 Fındık yağlarının mumsu madde dağılımının yağ elde etme yöntemine göre değişimi (mg/kg) (devam)

		C36	C38	C40	C42	C44	C46	C40-C46	C36+C38	Toplam
Kuş	P	45.08^{a}	13.48^{a}	16.06^{a}	10.51^{a}	2.48^{a}	6.97^{a}	36.02^{a}	58.57^{a}	94.58^{a}
	H	47.19^{a}	13.57^{a}	19.21^{a}	13.04^{a}	9.67^{b}	14.81^{a}	56.73^{b}	60.76^{a}	117.48^{b}
Mincane	P	31.7^{a}	11.01^{a}	9.37^{a}	4.08^{a}	2.83^{a}	11.01^{a}	27.28^{a}	42.71^{a}	69.99^{a}
	H	49.82^{a}	13.59^{b}	12.92^{a}	7.31^{a}	10.90^{b}	18.92^{a}	50.05^{a}	63.41^{b}	113.45^{a}
Palaz	P	29.89^{a}	18.49^{b}	16.43^{b}	9.82^{b}	5.62^{a}	12.37^{b}	44.23^{b}	48.37^{b}	92.59^{b}
(Giresun)	H	29.90^{a}	7.65^{a}	11.89^{a}	9.10^{a}	8.05^{b}	9.08^{a}	38.09^{a}	37.55^{a}	75.64^{a}
Palaz	P	28.31^{a}	14.2^{a}	7.62^{a}	5.67^{a}	3.40^{a}	1.96^{a}	18.64^{a}	42.59^{a}	61.22^{a}
(Ordu)	H	39.16^{b}	11.63^{a}	8.22^{a}	10.85^{a}	8.42^{a}	13.16^{b}	40.64^{b}	50.78^{b}	91.42^{b}
Sivri	P	3671^{a}	21.53^{a}	13.20^{a}	9.89^{a}	4.96^{a}	0.16^{a}	28.20^{a}	58.24^{a}	86.45^{a}
(Giresun)	H	70.37^{a}	24.52^{a}	8.94^{a}	11.08^{a}	6.61^{a}	9.87^{b}	36.48^{a}	94.88^{a}	131.36^{a}
Sivri	P	50.62^{a}	12.31^{a}	5.85^{a}	7.32^{a}	1.73^{a}	1.48^{a}	16.38^{a}	62.93^{a}	79.30^{a}
(Trabzon)	H	60.06^{a}	13.90^{a}	8.65^{a}	8.99^{a}	6.08^{b}	5.49^{b}	29.20^{a}	73.96^{a}	103.16^{a}
Tombul	P	31.01^{a}	15.14^{a}	8.05^{a}	8.58^{a}	2.18^{a}	3.05^{a}	21.86^{a}	46.15^{a}	68.00^{a}
(Giresun)	H	46.05^{a}	20.13^{a}	11.87^{a}	11.94^{a}	3.55^{a}	1.26^{a}	28.59^{a}	66.17^{a}	94.76^{a}
Tombul	P	39.99^{a}	16.69^{a}	10.49^{a}	10.48^{a}	2.56^{a}	2.40^{a}	25.94^{a}	56.68^{a}	82.61^{a}
(Ordu)	H	48.95^{a}	20.04^{a}	10.12^{a}	9.70^{a}	7.32^{b}	6.96^{a}	34.10^{a}	68.99^{b}	103.09^{b}
Uzunmusa	P	24.23^{a}	5.40^{a}	5.84^{a}	6.31^{a}	0.90^{a}	0.63^{a}	13.67^{a}	29.63^{a}	43.29^{a}
(Giresun)	H	55.43^{b}	10.57^{a}	10.10^{a}	10.05^{a}	0.28^{a}	0.88^{b}	21.28^{a}	65.99^{b}	87.28^{b}
Uzunmusa	P	41.79^{a}	10.35^{a}	4.44^{a}	4.64^{a}	3.02^{a}	5.84^{a}	17.92^{a}	52.14^{a}	70.06^{a}
(Ordu)	H	60.24^{b}	15.54^{a}	2.80^{a}	8.30^{a}	10.08^{a}	10.79^{a}	34.96^{a}	75.78^{b}	110.73^{b}
Yassı	P	35.92^{a}	9.40^{a}	6.69^{a}	2.72^{a}	0.25^{a}	0.11^{a}	9.76^{a}	45.32^{a}	55.08^{a}
badem	H	65.55^{a}	18.24^{a}	14.55^{a}	23.00^{a}	11.06^{b}	18.96^{b}	67.57^{b}	83.79^{a}	151.36^{b}
Yuvarlak	P	49.35^{a}	11.46^{a}	6.77^{a}	3.93^{a}	1.02^{a}	4.14^{a}	15.84^{a}	60.81^{a}	76.66^{a}
badem	H	65.69^{b}	14.54^{a}	9.14^{b}	8.62^{a}	7.66^{a}	10.84^{a}	36.24^{a}	80.23^{b}	116.47^{b}

P: Presle elde edilen yağ H: Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağ
a,b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0.05$)

Çizelge 4.6 Fındık yağlarına ait skualen bileşimleri arasındaki farkın yağ elde etme yöntemine göre değişimi (mg/kg)

Akçakoca	P	580.09[a]	Kuş	P	559.14[a]
	H	863.34[b]		H	812.68[b]
Allahverdi	P	411.85[a]	Mincane	P	647.68[a]
	H	499.75[a]		H	945.86[b]
Cavcava	P	503.47[a]	Palaz	P	558.22[a]
	H	885.36[b]	(Giresun)	H	631.30[b]
Çakıldak	P	581.85[a]	Palaz(Ordu)	P	584.74[a]
	H	686.88[b]		H	879.05[b]
Foşa	P	575.17[a]	Sivri	P	413.17[a]
(Giresun)	H	805.88[a]	(Giresun)	H	596.96[a]
Foşa	P	410.84[a]	Sivri	P	459.56[a]
(Trabzon)	H	615.78[a]	(Trabzon)	H	573.12[a]
İncekara	P	525.19[a]	Tombul	P	518.56[a]
	H	658.40[b]	(Giresun)	H	651.06[a]
Kalınkara	P	463.44[a]	Tombul	P	476.63[a]
	H	829.65[a]	(Ordu)	H	646.72[b]
Kan	P	471.74[a]	Uzunmusa	P	356.29[a]
	H	684.05[a]	(Giresun)	H	825.21[b]
Kara	P	218.13[a]	Uzunmusa	P	431.53[a]
(Giresun)	H	804.89[b]	(Ordu)	H	574.41[b]
Kara(Ordu)	P	699.43[a]	Yassı	P	410.91[a]
	H	889.79[a]	badem	H	770.18[a]
Kargalak	P	288.55[a]	Yuvarlak	P	412.48[a]
	H	597.14[b]	badem	H	629.32[b]

P: Presle elde edilen yağ H: Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağ
a,b: Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farkı göstermektedir ($p<0.05$)

5. SONUÇ

Yapılan tez çalışmasında yağ elde etme yönteminin (presleme/ hekzan ekstraksiyonu) fındık yağlarının sterol, triterpen dialkol, mumsu madde, ve skualen bileşimine etkisi araştırılmıştır.

Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağların genel olarak presleme ile elde edilen fındık yağlarına göre daha yüksek oranda (%) sitostanol ve stigmasterol içerdiği, ancak daha düşük ß-sitosterol oranına sahip olduğu bulunmuştur. Bu üç bileşik için bulunan değerler sırasıyla pres yağları için %1.79-3.41, %0.58-1.17, %80.58-85.16 arasında; hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağlar için ise %2.30-4.40, %1.01-1.94, %78.31-83.93 arasındadır.

Miktar açısından ise presleme ile elde edilen yağlar sterollerce hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen yağlara göre daha fakirdir. Hekzan ekstraksiyonuyla elde edilen fındık yağlarında toplam sterol 1446.91-3940.14 mg/kg; pres ile elde edilen fındık yağlarında ise 904.73-1786.09 mg/kg aralığında tespit edilmiştir.

Eritrodiol, uvaol içerikleri ve bu bileşiklerin toplamları sırasıyla, ekstraksiyon yağları için %0.05-3.24, %0.1-1.33, %0.37-3.53 arasında; pres yağları için ise %0-2.63, %0-0.61, %0-3.24 arasındadır. Triterpen dialkollerden eritrodiol içeriğinin ve eritrodiol-uvaol toplamının verimli bir yağ elde etme yöntemi ayıracı olamayacağı, ancak uvaol oranının çalışılan örneklerin 3'te 1'inde çözgen ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda daha yüksek çıkması sonucunda pres yağlarına katılan çözgen yağlarının belirlenmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir. Toplam eritrodiol-uvaol içeriğinin tek başına bir parametre olarak kullanılamamasına rağmen, çeşit bazında üretim söz konusu olursa, presleme ile elde edilen fındık yağlarına katılan çözgen ekstraksyionu yağlarının tespitinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Mumsu maddelerin ve skualenin yağ elde etme yöntemini ayırt etmede tek başına kullanılmayacağı; ancak sterol bileşimi yanında kullanılabilecek bir ek parametre

olabileceği söylenebilir. C36 ve C38 mumsu madde içerikleri çözgen ile elde edilen örneklerde 31.82-105.46 mg/kg, pres ile elde edilen örneklerde ise, 16.54-95.21 mg/kg arasında değişirken; C40+C42+C44+C46 mumsu madde içeriği ekstraksiyon yağlarında 21.26-98.03 mg/kg, pres yağlarında ise 3.55-46.69 mg/kg arasındadır. Çeşitler içinde hegzan ekstraksiyonu ile elde edilen fındık yağlarında mumsu madde içeriği daha yüksek çıkmıştır ve çeşit bazında bir değerlendirme yapılacak olursa bu kriter verimli olarak kullanılabilir.

Kısacası; ekstraksiyon yağlarının %80.58'den düşük ß-sitosterol, %3.41'den fazla sitostanol ve %1.17'den fazla stigmasterol içeriğine sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca 1786.09 mg/kg' dan fazla toplam sterol içeren fındık yağlarının ekstraksiyon yağı olduğu sonucuna varılabilir. Bunlara ek olarak % 0.61' den fazla uvaol içeren fındık yağlarının pres yağı olmadığı yorumu yapılabilir.

Bunların yanı sıra çalışılan fındık yağlarında, zeytinyağına oranla oldukça düşük triterpen dialkol, mumsu madde ve skualen içeriği ve daha yüksek Δ-7-stigmasterol ve kampesterol oranı tespit edilmiştir. Toplam triterpen dialkol içeriği TGK' ya göre zeytinyağında en fazla %4.5, Δ-7-stigmasterol içeriği ise %0.5 olmalıdır. Yapılan çalışmada ise fındık yağlarında toplam eritrodiol-uvaol oranı en fazla %3.53 oranında, Δ-7-stigmasterol ise en az %0.51 oranında tespit edilmiştir. TGK' da belirtilen kampesterol üst limiti ise zeytinyağı için %4 iken, fındık yağı için belirtilen aralık %4.0-5.8'dir. Fındık yağı mumsu madde içeriği (C40-46) 3.55-98.03 mg/kg arasında bulunmuştur ve bu değerler TGK' da belirtilen zeytinyağı mumsu madde içeriğinden (250-350 mg/kg) oldukça düşüktür. Ayrıca skualen içeriği zeytinyağları için 1120-4307 mg/kg civarlarında bulunurken, araştırılan fındıklarda bu oran 185.43-955.46 mg/kg arasındadır.

KAYNAKLAR

Anonim. 2012. Türk Gıda Kodeksi Bitki Adı ile Anılan Yağlar Tebliği, Tebliğ No: 2012/29.

Anonymous. 1989. Recommended Dietary Allowances. Subcommittee on the 10th Edition of the RDAs, Food and Nutrition Board, Commission on Life Science, National Research Council, 10th ed.; National Academy Press: Washington, DC.

Anonymous. 1991. E.C. Official Journal of the European Communities. September 9, Regulation 2568/91

Anonymous. 2001. Determination of the Composition and Content of Sterols by Capillary-Column Gas Chromatography, International Olive Oil Council, COI/T.20/Doc. No. 10.

Anonymous. 2004. Determination of wax content by capillary cplumn gas-liquid chromatography AOCS Official method Ch 8-02

Anonymous. 2010. Bitki Adı ile Anılan Yemeklik Yağlar Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ, No: 2010/17, Resmi Gazete: 12.05.2010-27579.

Alasalvar C., Amaral J. S. and Shahidi F. 2006. Functional Lipid Characteristics of Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana L.*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54; 10177-10183.

Alasalvar C., Amaral J. S., Satir G. and Shahidi F. 2009. Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties(*Corylus avellana L.*). Food Chemistry, 113; 919–925.

Alasalvar C., Shahidi F., Ohshima T., Wanasundara U., Yurttas 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; 3797-3805.

Amaral J. S., Casal S., Citová I., Santos A., Seabra R. M. and Oliveira B. P. P. 2006. Characterization of several hazelnut (*Corylus avellana L.*) cultivars based in chemical, fatty acid and sterol composition. European Food Research and Technology, 222; 274–280.

Awad A.B. and Fink C.S. 2000. Phytosterols as anticancer dietary components: Evidence and mechanism of action. Journal of Nutrition, 130(9); 2127–2130.

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

Aparicio R. and Aparicio-Ruíz R. 2000. Authentication of Vegetable Oils by Chromatographic Techniques. Journal of Chromatography A, 881; 93–104.

Bada J. C., León-Camacho M., Prieto M. and Alonso L. 2004. Characterization of Oils of Hazelnuts from Asturias, Spain. *European Journal of Lipid Science* and *Technology*, 106; 294–300.

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.

Bouic, P. J. 2001**.** The role of phytosterols and phytosterolins in immune modulation: a review of the past 10 years. *Current Opinion* in *Clinical Nutrition* & *Metabolic Care*, 4; 471-475.

Christopoulou, E., M. Lazaraki, M. Komaitis, and K. Kaselimis. 2004. Effectiveness of Determinations of Fatty Acids and Triglycerides for the Detection of Adulteration of Olive Oils with Vegetable Oils, Food Chemistry, 84; 463–474.

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. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53; 4843-4852.

Damirchi S. A., Savage G. P. and Dutta P. C. 2005. Sterol Fractions in Hazelnut and Virgin Olive Oils and 4,4'-Dimetilsterols as Possible Markers for Detection of Adulteration of Virgin Olive Oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, 82(10); 717–725.

Dunford N. T. 2001. Health benefits and processing of lipid-based nutraceuticals. Journal of Food Technology , 55 (11); 38-44.

Goodwin TW. 1985 Biosynthesis of plant sterols. *In* Sterol and Bile Acids. Elsevier Science, New York, 175–198.

Gordon M. H. and Magos P. 1983. The Effect of Sterols on the Oxidation of Edible Oils, Food Chemistry, 10; 141–147.

Gordon M. H. 1989. Plant Sterols as Natural Antipolymerisation Agents, in Proceedings of the International Symposium on New Aspects of Dietary Lipids. Benefits, Hazards, and Use, Sik, Göteborg, 23–34.

Hicks K. B. and Moreau R. A. 2001. Phytosterols and phytostanols: functional food cholesterol busters. Jounal of Food Technology , 55 (1); 63-67.

Holman R.T., Lundberg W.O. and Malkin T. 1952. Progress in the chemistry of fats and other lipids- Volume 1. Academic pres inc., Publishers, New York; Pergamon pres ltd., London, S 18-70.

Holman R.T., Lundberg W.O. and Malkin T. 1952. Progress in the chemistry of fats and other lipids- Volume 4. Pergamon pres, London, New York, Paris, S 79-97.

Karabulut I., Topcu A., Yorulmaz A., Tekin A. and Ozay D.S. 2005. Effects of the Industrial Refining Process on Some Properties of Hazelnut Oil. European Journal of Lipid Science and Technology, 107; 476–480.

Kirschenbauer H.G. 1960. Fats and Oils- An outline of their chemistry and technology. Second edition, New York: Reinhold Publishing Corporation; London: Chapman& Hall ltd.

Kochhar, S. P. 1983. Influence of processing on sterols of edible vegetable oils. Prog. Lipid. Res., 22; 161-188.

Lanzón A., Albi T., Cert A. and Gracian J. 1994. The hydrocarbon fraction of virgin olive oil and changes resulting from refining. Journal of the American Oil Chemists' Society; 71, 285–291.

Maguire L. S., O'Sullivan S. M., Galvin K., O'Connor T. P. and O'Brien N. M. 2004. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 55(3); 171-178.

Mariani C., Bellan G., Lestini E. and Aparicio R. 2006. The detection of the presence of hazelnut oil in olive oil by free and esterified sterols. European Food Research and Technology, 223; 655–661.

Newmark H.L. 1997. Squalene, Olive Oil and Cancer Risk: A Review and Hypothesis. Cancer Epidemiology, Biomarkers& Prevention, 6; 1101-1103.

Oomah B. D. and Mazza G. 1999. Health benefits of phytochemicals from selected Canadian crops. Trends in Food Science & Technology, 10; 193-198.

Parcerisa J., Boatella J., Codony R., Rafecas M., Castellote A. I., Garcia J., Lopez A., Romerao A. 1995. Comparison of fatty acid and triacylglycerol compositions of different hazelnut varieties (Corylus avellana L.) cultivated in Catalonia (Spain). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43; 13–16.

Parcerisa, J., Richardson, D. G., Rafecas, M., Codony, R., Boatella , J. 1997. Fatty Acid Distribution in Polar and Non Polar 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 on lipid metabolism and cardiovascular risk. Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases, 11; 31–40.

Quílez J, García-Lorda P. and Salas-Salvadó J. 2003. Potential uses and benefits of phytosterols in diet: present situation and future directions. Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland), 22(4); 343–351.

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. Journal of the American Oil Chemists' Society, 74; 755–759.

Yavuz G.G ve Polat K. 2011/2012 Fındık Durum ve Tahmin Raporu. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü.

Yorulmaz, A., Velioğlu, Y.S., Tekin, A., Şimşek, A., Drover, J.C.G., Ateş, J. 2009. Phytosterols in 17 Turkish hazelnut (*Corylus avellana L.*) cultivars. Eur. J. of Lipid Sci. Technol., 111,402-408.

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. European Journal of Clinical Nutrition, 52; 334-343.

Wong N.C. 2001. The beneficial effects of planyt sterols on serum cholesterol. The Canadian Journal of Cardiology, 17; 715–721.

Zhang, Z. Yeung, W. K. Huang, Y. and Chen, Z. (2002). Effect of squalene and shark liver oil on serum cholesterol level in hamsters. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 53; 411– 418.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Cansu Ekin GÜMÜŞ

Doğum Yeri : Çankaya/ANKARA

Doğum Tarihi : 29/05/1989

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce, Almanca

Eğitim Durumu:

Lise : TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi, 2006

Lisans : Ankara Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2010

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 2012

Çalıştığı Kurumlar:

Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, 2011-2012

Yayınları:

Balkan, C., Özdemir, N., **Gümüş, C. E.**, Bayrak, A. "Pesticide Residues in Olive Oil", Poster Presantation, AOCS World Conference on Oilseed Processing, Fat & Oils Processing, Biofuels & Applications , 21-23 June 2011, İzmir, Turkey.

Gümüş, C. E. "Rafinasyon işleminde 3-MCPD Oluşumu", Poster Sunumu, YABİTED I. Bitkisel Yağ Kongresi, 12-14 Nisan 2012, Adana, Türkiye.

Gümüş, C. E. "Zeytinyağına Fındık Yağıyla Yapılan Tağşişlerinin Belirlenmesi", Poster Sunumu, III. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, 16-18 Mayıs 2012, Aydın, Türkiye.