

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FINDIKTA UYGULANAN ULTRASES ÖN İŞLEMİNİN
FINDIK YAĞI
VERİMİNE VE KALİTESİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra BAŞARAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

ARALIK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FINDIKTA UYGULANAN ULTRASES ÖN İŞLEMİNİN
FINDIK YAĞI
VERİMİNE VE KALİTESİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Esra BAŞARAN
(506121533)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Neşe ŞAHİN YEŞİLÇUBUK

ARALIK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 506121533 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Esra BAŞARAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “FINDIKTA UYGULANAN ULTRASES ÖN İŞLEMİNİN FINDIK YAĞI VERİMİNE VE KALİTESİNE ETKİSİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç.Dr. Neşe ŞAHİN YEŞİLÇUBUK**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Yrd.Doç.Dr. Dilara ERDİL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç.Dr. Sevil YÜCEL
Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 27 Kasım 2015
Savunma Tarihi : 24 Aralık 2015

Kıymetli Aileme,

ÖNSÖZ

Günümüzde teknoloji hızla ilerlemektedir. İlerleyen teknolojiyle beraber her alanda farklı teknolojik cihazlar kullanılmaya başlanmıştır. Gıda alanında da kullanılabilecek farklı teknolojik cihaz ve yöntemler gelişmektedir. Bu teknolojilerden biri olan ultrases dalgalarının gıda alanında kullanılması birçok yönden faydalı bulunmaktadır. Bu çalışmada da ultrases dalgaları ön işlem olarak fındık tohumlarına uygulanmıştır. Bu fındıklardan elde edilen yağların verim ve kaliteleri incelenmiştir. Çalışmanın esas amacı, hem yüksek verimli yağ elde etmek hem de daha kaliteli yağ üretmek için ultrases teknolojisinin ne kadar yeterli olduğunu incelemektir.

Tez çalışmalarımın her aşamasında yardımını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini paylaşıp bana yol gösteren ve bu çalışmayı ortaya koyabilmeme sebep olan değerli tez danışmanım Yrd.Doç.Dr. Neşe ŞAHİN YEŞİLÇUBUK'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Analiz çalışmalarımın bazı aşamalarında gerekli olan cihaz ve malzemelerin kullanımında desteklerini esirgemeyen Prof.Dr. Selma TÜRKEY ve Doç.Dr. Esra ÇAPANOĞLU GÜVEN hocalarıma teşekkürü borç bilirim. Çalışmamın yağ asitleri kompozisyonu analizini gerçekleştiren Gıda Y. Müh. Alev YÜKSEL'e minnet duygularıyla şükranlarımı sunarım.

Maddi, manevi desteklerini ve dualarını hiç eksik etmeyen, yüksek lisans yapabilmemin esas sebebi canım aileme hürmetlerimi sunarım. Çalışmamın başından sonuna kadar desteğini hiç eksik etmeyip motivasyon sağlayan Cihangir TURAN'a da en içten teşekkürlerimi sunarım.

Aralık 2015

Esra BAŞARAN

Gıda Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	3
2.1 Türkiye’de Fındık Sektörü	3
2.2 Fındığın Besinsel Özellikleri	4
2.3 Fındık Yağı ve Özellikleri.....	7
2.4 Fındık Ve Fındık Yağının Sağlık Üzerine Etkisi	8
2.5 Yağlı Tohumlara ve Yağlı Meyvelere Uygulanan Ön İşlemler	9
2.5.1 Isıl ön işlem	10
2.5.2 Maserasyon ön işlemi.....	12
2.5.4 Işınlama ön işlemi	13
2.6 Ultrases İşlemi.....	13
2.6.1 Ultrasonik cihazlar	16
2.6.2 Ultrasesin mekanizması	16
2.6.3 Gıdalarda ultrases uygulamaları.....	18
2.6.3.1 Düşük yoğunluklu ultrases	19
2.6.3.2 Yüksek yoğunluklu ultrases	20
2.6.4 Ultrasesle yapılan çalışmalar	24
3. MATERYAL VE METOT	29
3.1. Kullanılan Materyaller	29
3.2. Metodlar	29
3.2.1 Fındıkların karakterizasyonu	29
3.2.1.1 Nem miktarı	29
3.2.1.2 Kül tayini.....	29
3.2.1.3 Yağ tayini	30
3.2.1.4 Protein tayini	30
3.2.1.5 Kırılma indisi	31
3.2.2 Ön işlem uygulamaları	31
3.2.2.1 Isıl ön işlem	31
3.2.2.2 Ultrasonik destekli ön işlem.....	32
3.2.3 Tohumlardan soğuk presleme ile yağ elde edilmesi	34
3.2.4 Serbest yağ asidi içeriğinin belirlenmesi.....	35

3.2.5 Toplam fenolik madde tayini	35
3.2.6 DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi tayini	36
3.2.7 Yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi	37
3.2.8 İstatistiksel analiz	38
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	39
4.1 Fındıkların Karakterizasyonu	39
4.2 Isıl Ön işlem Denemeleri.....	39
4.3 Ultrases Uygulaması	40
4.4 Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi	47
4.5 DPPH Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	50
4.6 Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	53
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	57
KAYNAKLAR.....	61
EKLER.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	79

KISALTMALAR

dk	: dakika
DPPH	: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
g	: gram
GAE	: Gallik asit eşdeğeri
GC	: Gaz kromatografisi
kHz	: kilohertz
KM	: kuru madde
MHz	: megahertz
°C	: derece santigrad
rpm	: (round per minute) dönme sayısı/ dakika
SYA	: Serbest yağ asitliği
TMO	: Toprak mahsulleri ofisi

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : TMO Fındık Bülteni	3
Çizelge 2.2 : Fındığın genel kimyasal bileşimi	4
Çizelge 2.3 : Fındıkta bulunan esansiyel olmayan amino asitler.....	5
Çizelge 2.4 : Fındıkta bulunan esansiyel amino asitler	5
Çizelge 2.5 : Fındığın vitamin içeriği.	6
Çizelge 2.6 : Fındık çeşitlerinin ortalama mineral madde bileşimi	6
Çizelge 2.7 : Türk fındık çeşitlerinin yağ asidi bileşimleri	7
Çizelge 2.8 : Tombul cinsi fındıktan elde edilen yağ asidi bileşimi.....	8
Çizelge 2.9 : Gıda uygulamalarında ultrasesin kullanıldığı bazı alanlar ve etkileri..	19
Çizelge 3.1 : Darbeli modun aktif ve pasif olduğu zaman aralığı.	33
Çizelge 3.2 : Gaz kromatografisindeki analiz koşulları.....	37
Çizelge 4.1 : Fındıkların bazı karakteristik özellikleri.	39
Çizelge 4.2 : Fındıklara uygulanan ısı ön işlem sonrası yağların SYA değerleri....	40
Çizelge 4.3 : İşlemlerin % toplam yağ miktarı, % pres verimi ve % SYA sonuçları ve istatistik analizi.....	41
Çizelge 4.4 : Toplam yağ miktarı (%).	45
Çizelge 4.5 : Serbest yağ asitliği (%).	46
Çizelge 4.6 : Fındık yağlarındaki fenolik bileşenlerin gallik asit cinsinden değerleri.....	48
Çizelge 4.7 : Fındık yağlarında serbest radikal yakalama kapasitesi	51
Çizelge 4.8 : Bazı işlem görmüş fındık yağlarının yağ asitleri.....	53

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Ultrases ses aralığı diyagramı.....	14
Şekil 2.2 : Ultrasonik kavitasyon.....	17
Şekil 3.1 : Bandelin Sonopuls HD 2200 cihazı.	32
Şekil 3.2 : Bandelin Sonopuls HD 2200 cihazının önden görünümü	33
Şekil 3.3 : Çalışmada kullanılan hidrolik pres	34
Şekil 4.1 : İşlem yağlarının toplam yağ (%) değerlerinin grafik üzerinde gösterimi	43
Şekil 4.2 : İşlem yağlarının SYA (%) değerlerinin grafik üzerinde gösterimi	44
Şekil 4.3 : Gallik asit kalibrasyon eğrisi.....	48
Şekil 4.4 : Fındık yağlarının fenolik madde içeriklerinin gallik asit eşdeğerlerinin karşılaştırılması	50
Şekil 4.5 : Antioksidan aktivite sonuçlarının grafik üzerinde karşılaştırılması.....	52
Şekil 4.6 : Bazı işlem yağlarının palmitik asit içeriklerinin karşılaştırılması.....	53
Şekil 4.7 : Bazı işlem yağlarının stearik asit içeriklerinin karşılaştırılması	54
Şekil 4.8 : Bazı işlem yağlarının oleik asit içeriklerinin karşılaştırılması	54
Şekil 4.9 : Bazı işlem yağlarının linoleik asit içeriklerinin karşılaştırılması.....	54
Şekil 5.1 : Bütün sonuçların grafik üzerinde karşılaştırılması.....	57
Şekil A.1: Toplam yağ (%) ve pres verimi (%) bazı istatistik tablolar.....	75
Şekil A.2: Serbest yağ asidi istatistik tabloları	76
Şekil A.3: İstatistik ortalamaların karşılaştırılması	77

FINDIKTA UYGULANAN ULTRASES ÖN İŞLEMİNİN FINDIK YAĞI VERİMİNE VE KALİTESİNE ETKİSİ

ÖZET

Yağlı tohumlardan ve yağlı meyvelerden yağ eldesini artırmak için ısıl ön işlem, maserasyonlu ön işlem, ultrases destekli ön işlem, enzimatik ve ısınlama ön işlemlerinden faydalanılmaktadır. Bu çalışmada ultrases destekli ön işlemin yağ verimini ve yağ kalitesini nasıl etkilediğini gözlemlemek ve ısıl ön işlemlerinden farkını incelemek amacıyla çalışmalar yapıp sonuçlar irdelenmiştir.

Çalışmada iç fındıklara 140°C’de 30 dk ısıl ön işlem ve % 30 genlikte sürekli aktif dalga, % 30 darbeli, % 60 darbeli, % 90 darbeli ultrases ön işlemleri 30 dk ve 60 dk süre ile uygulanmıştır. Isıl ve ultrases ön işlemleri uygulanmış fındıklardan soğuk presle elde edilen yağların bazı özellikleri hiç ön işlem görmeden elde edilen fındık yağının özellikleriyle karşılaştırılmıştır. Fındık karakterizasyonu için fındıkta nem, kül, yağ, protein miktarları belirlenmiş, fındık yağlarında kırılma indisi, serbest yağ asidi (%), toplam fenolik madde (GAE mg/kg), antioksidan aktivite (%) ve seçilen yağların yağ asitleri kompozisyonuna bakılmıştır. Ayrıca ön işlemler sonrasında preslenen fındıkların % pres yağ verimleri ve % toplam yağ miktarları irdelenmiştir.

Yağ miktarı için elde edilen değerler kontrol grubunda % 59.3, ısıl işlemde % 68.7 iken ultrases uygulanan işlemlerde en yüksek değere (% 66.9) % 30 vurgulu, 30 dk süre ile uygulanan ultrases işlemi sahip olmuştur. Uygulanan ön işlemlerin tohumdan elde edilebilen fındık yağı miktarını (%) artırdığı gözlenmiştir. Burada sayısal değer olarak ısıl işlem sonucunda yağ miktarı fazla olmakla birlikte bu sonuç istatistiksel olarak ($p>0.05$) önemli bulunmamıştır.

Serbest yağ asidi değerleri ise en iyi ultrases ön işlemleri sonucunda bulunmuştur. En düşük serbest yağ asit değerlerine sırasıyla % 30 vurgulu, 60 dk (% 0,62) ve sürekli modda, 30 dk (% 0,66) işlemleri sahiptir. Kontrol örneğinin SYA miktarı %1,12 iken ısıl işlem örneğinin SYA miktarı %1,04 değerindedir.

Toplam fenolik madde içerikleri incelendiğinde; kontrol grubundan farklı bulunan 5. (sürekli, 60 dk) ve 7. (% 60, 60 dk) işlemler olmakla birlikte bu işlemlerin değerleri (sırasıyla 37,6 mg/kg ve 34,1 mg GAE/kg), kontrol grubundan (17,0 mg GAE/kg) daha yüksektir. En yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olan 5. (sürekli modda, 60dk) işlemidir.

Antioksidan aktiviteler incelendiğinde, ısıl işlemin antioksidan aktiviteyi kontrole göre düşürdüğü görülmüştür. Ancak istatistik açıdan fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Hem ısıl işlem hem de ultrases işlemleri radikal yakalama aktivitesi önemli oranda değiştirmektedir. Buna rağmen ısıl işlem uygulanan yağdaki değer % 64,7 iken ultrases uygulanan 5. işlem (sürekli, 60dk) (% 78,8) ve 6. işlem (% 30, 60dk) (% 78,3) kontrol (% 77,2) yağından daha yüksektir. En yüksek radikal yakalama aktivitesine sahip olan yağ (% 78,8) sürekli aktif modda 60 dk uygulanan 5. (sürekli, 60dk) işlem yağıdır.

Yağ asidi kompozisyonu bakımından ise ısıl işlem palmitik ve stearik asit miktarını bir miktar arttırırken, oleik ve linoleik asit miktarını düşürmüştür. Ultrases işlemleri ise palmitik ve oleik asit miktarını düşürürken, stearik ve linoleik asit miktarını artırmıştır.

En yüksek toplam yağ verimine ısıl işlem sahiptir ancak SYA, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite değerleri açısından ultrases işlemleri daha iyi sonuç vermiştir. Yüksek yağ miktarı elde etmek için 2. ultrases işlemi (% 30, 30 dk); fenolik maddelerce zengin yağ elde etmek isteniyorsa, 5. ultrases işlemi (sürekli, 60 dk) ön işlem olarak uygulanabilir.

THE EFFECTS OF ULTRASOUND PRETREATMENTS ON HAZELNUT OIL YIELD AND QUALITY

SUMMARY

The preliminary procedures are utilized in the form as thermal pre-treatment, pre-process maceration, ultrasound-assisted pretreatment, enzymatic and irradiation pretreatment to be able to get more yield from oil seeds and oil fruits. In this study, between ultrasound-assisted pretreatment process and heat pretreatment process differences was observed in order to how oil yield and oil quality affect and the results were examined.

In this study was used Giresun (tombul) species of hazelnut kernels which from Fındık Tanıtım Grubu were provided. Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO) and Merck (Darmstadt, Germany) brand chemicals were used. Chromatographic and analytical grade chemicals or solutions used in experimental studies.

In the study the internal nuts to 140°C for 30 min at thermal pre-treatment; active constant wave, 30% pulse, 60% pulse and 90% pulsed of ultrasound at 30% amplitude was applied for 30 min and 60 min pretreatment.

Considering studies in the literature, a preliminary study was made to determine the heat treatment temperature. Temperature and time values of preliminary study were as follows: 130°C-30 minutes, 130°C-50 minutes, 140°C-30 minutes and 150°C-30 minutes. According to the results of the free fatty acid value in hazelnut oils which were obtained after preliminary thermal pretreatments, as a result was decided to apply the thermal pretreatment at 140°C for 30 minutes. In subsequent studies, condition of thermal pretreatment was applied at 140°C for 30 minutes and comparisons between thermal pretreatment and ultrasound pretreatment were analysed according to this condition.

Ultrasonic application was carried out constant 30 % of the total power, at 20 kHz frequency probe systems with Bandelin Sonopuls brand HD 2200 model (Berlin, Germany). In these experiments, 200 ml of 96% ethanol was added onto 100 grams hazelnuts placed into 500 ml polycarbonate a beaker. Application was made at 30 % power setting of the device, at 0, 3, 6 and 9 cycle (constant, 30 %, 60 %, 90 % pulse) settings of device for 30 minutes and 60 minutes.

Grinded hazelnuts (50 g) were placed in the device (Fred S. Carver Inc. hydraulic pres, USA) and were pressed with 9071.85 kg (20000 lbs) clamping force for 20 min. At the end of the pressing application, the remaining press cakes were weighed and the amounts of remaining oil in the press cakes were calculated by the Soxhlet method. Amount of obtained oil by pressing and yield was calculated according to mass balance of entering and outgoing the compression the seeds and oil amount.

Some features of cold pressed oils from the hazelnuts which was applied thermal and ultrasonic pretreatment were compared hazelnut oil which was obtained no pre-

processing hazelnut. Hazelnuts analyzed for the characterization of moisture, ash, fat, protein, and refractive index; free fatty acid (%), total phenolic compounds (mg GAE/kg), antioxidant activity (%) of hazelnut oils and fatty acid composition of selected oils were researched. Also, after pre-processing, the oil yield of pressing the hazelnuts and the amount of total fat (%) were analysed.

The significance of differences among means were determined at $p < 0.05$ using one way ANOVA followed by Tukey's multiple range test. The SPSS Program (version 20.0.0, IBM) was used.

The amount of fat was 59,3 percent of the values in control groups, while 68,7% at thermal applied, the highest value in ultrasound procedures was 30% pulsed, 30 min applied with 66,9%. The amount of oil obtained from applied heat treatments was observed an increase about 9.4 % compared to amount of oil obtained from any applied raw hazelnuts. The ultrasound process that allows the most amount of increase was obtained 7.6% increase compared to the control. Increasing application time of ultrasonic pretreatment had the effect of reducing was observed. The results of 30 minutes of ultrasonic application time was higher than the results of 60 minutes of ultrasonic application time. The amount of seed oils that can be obtained from nuts were increased (%) by pretreatment processes was observed. Here, the amount total oil (%) numeric values of the heat treatment was more than the others results, but which was not found to be statistically significant ($p > 0.05$).

There were no differences between the results of pres yields. The efficiency of the press is not different press operations performed is homogeneous for all transactions

Free fatty acid levels was found in the best ultrasound procedure. Low free fatty acid values, respectively 30% pulsed, 60 min (0,62) and active constant wave, 30 min (0,66) processes possessed. While the free fatty acid values of heat treatment sample was %1.12, free fatty acid values of control sample was %1,04. Numbered 1, 2, 4, 6 and 7 of processes respectively 0.66; 0.77; 0.72; 0.62 and 0.78 with values were observed to significant differences from control

The phenolic content of which was found different from the control group in terms of gallic acid equivalent was the 5 (constant, 60min) and 7 (60%, 60min) processes. The values of this process were respectively 37,6 mg/kg and 34,1 mg GAE/kg which were higher than control group (17,0 mg GAE/kg). The highest GAE value of processes was 5 (constant, 60min) process which was a process of ultrasound.

Antioxidant activity was decreased by heat treatment compared to antioxidant activity of control. However, this is insignificant in terms of statistics ($p > 0,05$). Both antioxidant activity of heat treatment and antioxidant activity of ultrasound procedures were not very different in terms of statistics ($p > 0,05$). Antioxidant activity of oil was obtained by ultrasound-assisted treatment values 5. (constant, 60 min) process (78,8) and 6. (% 30, 60 min) process (78,3) possessed higher value than control (77,2) oil while antioxidant activity value of heat treatment oil was % 64,7 . The highest antioxidant activity was with 78,8 value the oil of 5.(constant, 60 min) process.

In respect to fatty acid composition, heat treatment increased the amount of palmitic and stearic acids while it reduced the amount of oleic and linoleic acid. The increasing amount of palmitic and stearic acids by heat pretreatment is respectively 1,5 % and 14 %. The reducing amount of oleic and linoleic acid by heat pretreatment is respectively 0,2 % and 2,9 %.

The ultrasound processes reduced the amount of palmitic and oleic acid while it increased the amount of stearic and linoleic acid. The increasing amount of stearic acid for 2 numbered and 5 numbered of ultrasonic treatments is respectively 6,6 % and 6,6 %. The increasing amount of linoleic acid for 2 numbered and 5 numbered of ultrasonic treatments is respectively 8,8 % and 3 %. The reducing amount of palmitic acid for 2 numbered and 5 numbered of ultrasonic treatments is respectively 1,5 % and 0,7 %. The reducing amount of oleic acid for 2 numbered and 5 numbered of ultrasonic treatments is respectively 1 % and 0,4 %.

Heat treatment process had the highest total oil yield, but ultrasound procedures possessed better the free fatty acid, total phenolic compounds and antioxidant activity value. If a request to obtain the higher fat amount, 2. (30%, 30 min) the ultrasound pretreatment can be applied. If a request to obtain the higher phenolic content in oil, 5. (continuous, 60 min) the ultrasound pretreatment can be applied.

1. GİRİŞ

Fındık (*Corylus avellana*); kendine özgü bir iklimde yetişen uzun ömürlü, bodur, çalı formunda bir kültür bitkisidir. Dünya üzerinde 36-41° kuzey enlemlerinde, Kuzey yarım kürenin ılıman kuşağında Japonya'dan, Çin, Mançurya, Kafkasya, Türkiye, Avrupa ve Kuzey Amerika'ya kadar olan bölgelerde yetiştiği bilinmektedir (Sobutay, 2006).

Türkiye'de Tombul, Palaz, Çakıldak, Kara, Fosa, Mincane, Uzunmusa, Kan, Kargalak, Cavcava, Sivri, Acı, Kuş, Yuvarlak Badem ve Yassı Badem gibi bazı özellikleri birbirinden farklı fındık çeşitleri yetişmektedir (Özdemir ve Akıncı, 2004).

Ülkemizde hasat zamanı yani ağaçtan toplanması Ağustos- Eylül aylarında yapılan fındık hasattan sonra doğal koşullarda güneş altında kurutulmaktadır (Babadoğan, 2009). Yerde zuruf denilen kabuklarının kurumasından (soldurma) sonra harmanlama yani kabuklarından ayrılma kısmı ekim ayına kadar sarkmaktadır (Kadayıfçılar ve Uslu, 1978; Babadoğan, 2009). Hasat, insan gücü ile daldan ve yerden toplanarak yapılırken harmanlamada makine desteği de bulunmaktadır (Babadoğan, 2009).

Son yıllarda azalmış olmakla birlikte Türkiye fındık üretiminde önemli bir konumdadır. Dünyada fındık üretiminde Türkiye % 70 gibi bir paya sahiptir. Fındık Türkiye için ekonomik olarak değerli bir ihraç ürünüdür (Köksal ve diğ, 2006; Babadoğan, 2009).

Fındığın besinsel değerleri yüksek olup önemli yağ, protein, vitamin ve mineral kaynağıdır. İnsan sağlığı için birçok faydası bulunmaktadır. Hem ekonomik hem de besinsel açıdan fındığın değerli oluşu ondan maksimum faydalanma isteğini artırmaktadır. Bu çalışmada da fındık yağı verimi ve kalitesini artırabilmek amaçlı uygulamalar yapılmıştır.

Yağlı tohumlardan ve yağlı meyvelerden yağ verimini artırmak için ısıl ön işlem, maserasyonlu ön işlem, ultrases destekli ön işlem, enzimatik ve ışınlama ön işlemlerinden faydalanılmaktadır.

Yaygın olarak kullanılan ön işlem genellikle ısıl ön işlemdir. Isıl ön işlemde ise kavurma yönteminin kullanımı yaygındır. Fakat son zamanlarda mikrodalga ile ısıl ön işlem de kullanılmaktadır. Isıl işlemin yanında maserasyonlu (alkollü) ön işlem, ultrases destekli ön işlem, enzimatik ve ışınlama gibi ön işlemler uygulanmaktadır. Bu ön işlemlerde yağın viskozitesinin azalması ve yağın akıcılığının artmasıyla, yağ damlalarının daha kolay birleşip büyük hale gelmesi, yağın ekstraktının da böylece daha kolay olması sağlanmaktadır. Ayrıca hücre duvarlarının çatlayıp, proteinlerin denatüre olmasıyla hücre içi emülsiyonun kırılarak preslemenin hem daha kolay hem de daha etkili olması amaçlanmaktadır (Bockisch, 1998).

Bu çalışmada da ultrases destekli ön işlemin yağ verimini ve yağ kalitesini nasıl etkilediğini gözlemlemek amacıyla çalışmalar yapıp sonuçlar incelenmiştir.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Türkiye’de Fındık Sektörü

Türkiye 2000-2008 yılları arasında fındık ihracatının %85’ini sağlamış olmakla birlikte, diğer önemli ihracatçılar Almanya, Azerbaycan, ABD ve İspanya’dır. Hollanda, Belçika-Lüksemburg, Avusturya, İngiltere, İrlanda, İsviçre, Bulgaristan, Macaristan ve Kanada da fındık üretmemelerine rağmen aldıkları fındıkları ürün olarak işledikten sonra ihraç eden ülkelerdendir (Url-1).

Gümrük ve Ticaret Bakanlığının 2014 yılı fındık raporunda fındık ihracatı yapan ülkelerin ihraç ettiği fındık miktarları Çizelge 2.1’de verilmiştir (Url-1).

Çizelge 2.1: TMO Fındık Bülteni.

Dünya Fındık İhracatı (Kabuklu/Ton)							
Ülkeler	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Türkiye	418.728	494.372	466.276	456.804	438.710	504.610	487.532
İtalya	31.739	16.553	41.496	30.447	31.157	30.130	28.510
Azerbay- Can	21.698	14.346	20.120	12.660	24.334	17.006	25.804
Almanya	19.426	24.040	22.178	13.573	-	23.216	--
İspanya	6.651	6.918	8.552	8.117	7.184	7.646	9.868
Hollanda	11.200	4.472	5.983	4.682	6.745	4.323	5.559
A.B.D.	30.040	25.897	32.611	24.685	32.214	13.337	19.967
Fransa	5.636	4.326	5.618	4.440	4.744	5.249	4.607
Çin	2.388	3.703	7.954	6.087	9.461	10.127	7.193
Diğer	14.438	11.993	13.306	14.667	16.250	16.527	55.039
Toplam	561.944	606.620	624.094	576.162	570.799	597.353	644.079

Türkiye fındık üretim standardına göre 3 bölgeye ayrılmaktadır. Artvin, Giresun, Ordu, Rize ve Trabzon 1. Standart bölge olup, kabuğundan çıkarılmış fındıklar 13-15 mm çapındadır. Bolu, Düzce, Kastamonu, Kocaeli, Sakarya, Samsun, Sinop ve Zonguldak 2. Standart bölge olup buradaki fındıkların çapları 11-13 mm civarındadır. Üçüncü standart bölgelerdeki fındıkların çapı ise 9-11 mm arasında değişip bu iller Çanakkale’den Diyarbakır’a kadar geniş bir bölgede yayılım gösterip ticari değeri çok değildir. Buradan üretilen fındıklar genelde çerezlik olarak tüketilebilmektedir (Yavuz ve Polat, 2012).

2.2 Fındığın Besinsel Özellikleri

Fındık doğal halde, beyazlatılıp, kavrulup ya da yan ürünleri halinde tüketilmektedir. Küçük parçalar halinde, kırılmış, un, yağ ve fındık ezmesi olarak kendi ürünleri bulunurken sütte, fırıncılıkta, pastacılıkta, şekerleme ve çikolata ürünlerinde dünya çapında kullanımı yaygındır. Çikolata endüstrisinde %80'i, pastacılık, bisküvi ve şekerleme endüstrisinde % 15'i, % 5'i ise herhangi bir işleme uğramadan tüketilmektedir (Köksal ve diğ, 2006). Fındık tat ve yapı malzemesi olarak fırıncılıkta, şekerlemede, süt ve tahıl ürünlerinde, salatalarda, sos ve tatlı formülasyonlarında kullanılmaktadır. Arzu edilebilir tatlar oluşturmanın yanında insanların beslenmesinde ve insan sağlığında protein, yağ, vitamin ve mineral içeriği olarak büyük bir öneme sahiptir. İçerdiği E vitamini sahip olduğu tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerini artırmıştır (Özdemir ve Akıncı, 2004).

İyi bir antioksidan özelliğine de sahip olan fındık, yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesinde yüksek miktarda protein mevcut olup, bu proteinler de gıda proseslerinde ve gıda ürünlerinin formülasyonlarında önemli bir yere sahiptir. Yağ ve su absorpsiyonu, emülsifikasyon, köpürme kapasitesi gibi özellikleriyle fındığın proteinleri de gıda prosesleri için önem arz etmektedir (Tatar ve diğ, 2013).

İnsan beslenmesinde çok önemli yeri olan fındık çeşitli gıdalarda kullanıldığı gibi katkı maddeleri olarak da kullanılmaktadır. Köfte, ekmek, dondurma içinde katkı maddesi olarak kullanımı literatürde mevcuttur (Köksal ve diğ, 2006).

Bileşiminde ortalama % 62 yağ, % 16 protein, % 11 karbonhidrat ve % 4 nem olduğu ve bu değerlerin fındık cinsine göre değişebileceği belirtilmektedir (Tatar ve diğ, 2013). Fındığın genel kimyasal bileşiminin değer aralıkları Çizelge 2.2'de gösterilmektedir (Baş ve diğ, 1986; Şimşek ve Aslantaş 1999).

Çizelge 2.2 : Fındığın genel kimyasal bileşimi (g/100g).

İçerik	(g/100g)
Enerji	634 kcal
Protein	10-24 g
Yağ	50-73 g
Karbonhidrat	10-22 g
Selüloz	1-3 g
Kül	1-3.4 g
Nem	2-6.5 g

Beslenmede ve insan sağlığında değeri yüksek olan fındığın yüz gramı 600-650 kcal içermektedir. Yüzde 1-3 oranında selüloz ve pektine sahiptir. Bununla birlikte fındığın besinsel ve kimyasal kompozisyonu ekolojik ve kültürel uygulamalara bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (Köksal ve diğ, 2006).

Fındık insanlar için iyi bir protein kaynağıdır. Esansiyel olmayan amino asitlerin yanında insan beslenmesinde önemli olan değerli esansiyel amino asitleri de içermektedir. Esansiyel olmayan amino asitlerden en fazla glutamik asit bulunmaktadır. Çizelge 2.3'te görüldüğü gibi glutamik asidi aspartik asit takip etmektedir. Bütün fındık türlerinde arginin, histidin, lösin, izolösin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin ve valin esansiyel amino asitlerinden olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2.3 : Fındıkta bulunan esansiyel olmayan amino asitler

Esansiyel Olmayan Amino Asitler	(mg/100 g)
Alanin	631 - 825
Aspartik Asit	489 - 1697
Glutamik asit	2196 - 3475
Glisin	513 - 724
Prolin	513 - 819
Serin	494 - 1082
Tirozin	414 - 597

Çizelge 2.4'te de görüldüğü üzere en fazla bulunan esansiyel amino asit arginin ve lsindir. En az bulunan ise methionin amino asididir (Köksal ve diğ, 2006). Köksal ve arkadaşları yaptıkları bu çalışmalarda Baş ve diğ, (1986)' nin sonuçlarıyla benzer olduklarını grmştir.

Çizelge 2.4 : Fındıkta bulunan esansiyel amino asitler

Esansiyel Amino Asitler	(mg/ 100g)
Arginin	1187 - 2322
Histidin	315 - 590
İzolösin	318 - 689
Lösin	924 - 1271
Lisin	378 - 519
Metionin	124 - 189
Fenilalanin	542 - 767
Treonin	416 - 517
Valin	616 - 807

Fındık insan beslenmesinde gerekli olan B1 vitamini, B6 vitamini, niasin gibi vitaminler bakımından Çizelge 2.5'ten de görüldüğü gibi oldukça zengindir. Özellikle doğal bir antioksidan olan E vitamini (alfa- tokoferol) bakımından en iyi kaynaklardan biridir (Şimşek ve Aslantaş, 1999; Köksal ve diğ, 2006). Fındık yağı çok zengin bir E vitamini kaynağı olup 25-30 g tüketilmesi günlük E vitamini gereksinimini % 100 karşıladığı rapor edilmiştir (Alaşalvar ve diğ, 2006).

Çizelge 2.5 : Fındığın vitamin içeriği.

Vitaminler	(mg/100 g)
Vitamin A	69 (IU)
Vitamin E	36.6
Niasin	2.1
Pantotenik Asit	1.19
Vitamin B6	0.7
Vitamin B1	0.46
Vitamin B2	0.13
Folik asit*	43 (µg/100 g)
Askorbik asit*	2.45

* Köksal ve diğ. (2006)

Mineral maddeler açısından da fındık oldukça zengin ve değerli bir besin kaynağıdır. Mineral maddeler fındık türü, toprak özellikleri ve coğrafik koşullara göre çeşitlilik gösterebilmektedir (Baş ve diğ, 1986). Fındıkta en fazla bulunan mineral potasyumdur (Alaşalvar ve diğ, 2009).

Ülkemizde yetişen fındıklar üzerinde yapılan araştırmalara göre fındık yağında bulunan minerallerin ortalama değerleri Çizelge 2.6'da gösterilmiştir (Baş ve diğ, 1986).

Çizelge 2.6 : Fındık çeşitlerinin ortalama mineral madde bileşimi (mg/100g).

Minerallar	mg/100g
Potasyum (K)	550,7 – 875,7
Fosfor (P)	244 – 304
Magnezyum (Mg)	151,5 – 181
Kalsiyum(Ca)	93,2 – 147,4
Mangan (Mn)	5,6 – 8,5
Çinko (Zn)	3,0 – 8,4
Demir (Fe)	1,9 – 2,9
Sodyum (Na)	1,5 – 4,8
Bakır (Cu)	1,7 – 3,2

Baskın olarak bulunan malik asidin yanında sitrik asit, suksinik asit gibi az miktarda da olsa çeşitli organik asitler içermektedir (Köksal ve diğ, 2006; Cristofori, 2008).

Fındıkta çeşitli antioksidanlardan fenolik ve hidroksisüsamik asitler (gallik asit, kafeik asit, protokateşuik asit, vanilik asit p-kumarik asit, ferulik asit, sinapik asit) bulunmuştur. Flavonoidlerden kateşin, kuaretin, mirisetin, kaempferol; antioksidan vitaminlerden vitamin E (α-tokoferol) olduğu rapor edilmiştir (Ebrahim ve diğ, 1994; Amaral ve diğ, 2005; Kornsteiner ve diğ, 2006; Shahidi ve diğ, 2007; Contini ve diğ, 2008; John ve Shahidi, 2010).

2.3 Fındık Yağı ve Özellikleri

Fındık, insanlık tarihi boyunca önemli görülerek tüketilen bir besin kaynağıdır. Önceleri işlem görmeden tüketilen fındık gıda teknolojisinin ilerlemesiyle farklı işlemler uygulanarak çeşitli fındık ürünleri üretilmiştir. Bunların başında fındık yağı gelmektedir. Fındığın besinsel özellikleri çevresel faktörlere, ağaç bakımına, toprak özelliklerine ve genetik faktörlere bağlı olarak besinsel değerlerinde farklılıklar görülebilmektedir. Fındığın değişen özellikleri yağ özelliklerini de etkilemektedir (Parcerisa ve diğ, 1998).

Ülkemizde yapılan bazı araştırmalara göre fındık yağındaki yağ asitlerinin ortalama değerleri aşağıdaki çizelge 2.7’ de gösterilmektedir (Baş ve diğ, 1986; Köksal ve diğ, 2006).

Çizelge 2.7 : Türk fındık çeşitlerinin yağ asidi bileşimleri.

Doymamış Yağ Asitleri (%)	Literatür¹	Literatür²
Oleik asit (C18:1)	80.99-82.59	79.4
Linoleik asit (C18:2)	8,81-9,95	13.0
Linolenik asit (C18:3)	0,06-0,09	0.06
Palmitoleik asit (C16:1)	0,18-0,23	0.36
Doymuş Yağ Asitleri (%)		
Palmitik asit (C16:0)	4,70-5,11	5.36
Stearik asit (C18:0)	2,18-2,40	1.80
Çoklu Doymamış Yağ Asiti (PUFA) (C18:2 + C18:3)	8,87-10,4	13.1
Doymamış Yağ Asiti (C16:1 + C18:1 + C18:2 + C18:3)	90,4-92,86	92.8
Doymuş Yağ Asiti (SFA) (C16:0 + C18:0)	6,88-7,51	7.1

¹Demirci Ercoşkun (2009)

²Köksal ve diğ, (2006)

İnsanlar için esansiyel olan linoleik, linolenik, oleik, palmitik, stearik gibi doymamış yağ asitlerince zengindir (Köksal ve diğ, 2006). Tüm fındık türlerinde en fazla oleik asidi bulunduğu ve bunu sırasıyla linoleik, palmitik, stearik ve linolenik yağ asitlerinin izlediği tespit edilmiştir (Şimşek ve Aslantaş, 1999; Cercaci ve diğ, 2003; Zabarar ve diğ, 2004). En fazla miktarda bulunan oleik asit yaklaşık % 80 oranındadır. Bu yüksek oleik asit değeri sebebiyle tekli doymamış yağ asiti miktarı çoklu doymamış ve doymamış yağ asiti miktarlarından yüksektir (Oliveria ve diğ, 2008).

Tombul cinsi fındıktan elde edilen fındık yağının yağ asitleri bileşimi Çizelge 2.8’de verilmiştir (Alaşalvar ve diğ, 2003).

Çizelge 2.8 : Tombul cinsi fındıktan elde edilen yağ asidi bileşimi.

Yağ Asiti	Tombul Cinsi (g/100 g)
Miristik (C14:0)	0,03
Pentadekanoik (C15:0)	0,02
Palmitik (C16:0)	4,85
Palmitoleik (C16:1)	0,16
Heptadekanoik (C17:0)	0,04
Heptadeseonoik (C17:1)	0,07
Stearik (C18:0)	2,73
Oleik asit (C18:1)	82,72
Linoleik (C18:2)	8,89
Linolenik (C18:3)	0,1
Araşidik (C20:0)	0,14
Eikosenoik (C20:1)	0,16
Behenik (C22:0)	0,03
Erusik (C22:1)	0,03
Lignocerik (C24:0)	0,01
Nervonik (C24:1)	0,02

2.4 Fındık Ve Fındık Yağının Sağlık Üzerine Etkisi

Fındık yüksek miktarda tekli doymamış yağ asidi (oleik asit), protein, karbonhidrat, diyet lifi, E vitamini, mineraller, fitosteroller (β -sitosterol) ve antioksidan özellikteki fenolik madde içeriği ile insan sağlığı açısından oldukça yararlıdır.

Minerallerce zengin içeriğinin yanı sıra, içerdiği yüksek miktardaki vitaminler de insan sağlığı için kıymetli bileşenlerdir. Hipertansiyonu kontrol etmede faydalı

olduğu görülmüştür (Gunstone ve Harwood, 2007; Şimşek ve Aslantaş, 1999). Fındıkta bol miktarda bulunan potasyum kas ve sinir sisteminde gereklidir (Şimşek ve Aslantaş, 1999).

İçerdiği vitamin E'nin aktif formu olan α - tokoferolün de birçok hastalığa yakalanma riskini düşürdüğü kanıtlanmıştır. Bunlar çeşitli kalp hastalıkları, tip 2 diyabet, hipertansiyon ve kanser gibi kronik hastalıklardır. Ayrıca, Alzheimer hastalığına karşı da α -tokoferolün korucuyu etkileri olduğu düşünülmektedir (Gunstone ve Harwood, 2007). Fenolik maddeler ve antioksidanların serbest radikalleri uzaklaştırıcı etkileri vardır (Köksal ve diğ, 2006).

İçerdiği oleik asidin kan şekerini düzenlediği, kandaki kolesterolü düşürdüğü ve kalp damar hastalıklarına karşı koruyucu olduğu gözlenmiştir. Kalp ve damar hastalıklarını korumasında kolesterol içermemesi etkilidir. Ayrıca fındıkta bulunan sterollerden beta-sterol'ün, endojen kolesterol sentezini önlemesi ve ince bağırsaklardan kolesterol emilimini azaltma özelliğine sahip olması bu durumda etkilidir (Şimşek ve Aslantaş 1999).

2.5 Yağlı Tohumlara ve Yağlı Meyvelere Uygulanan Ön İşlemler

Yağlı tohumlardan daha fazla yağ elde edebilme amacıyla tohumlara farklı ön işlemler uygulanmaktadır. Aynı zamanda uygulanan ön işlemler ile en yüksek kalitede, ticari ve besinsel yönden daha değerli yağ üretilmeye çalışılmaktadır (Matthaus ve Speener, 2008; Kıldıran ve diğ, 1995; Veldsink ve diğ, 1999).

Yağlı tohumlardan yağ eldesinde tohumların ezilmesi sırasında tohum içerisinde bulunan enzimlerle triaçilgliseroller (TAG) arasında temas yüzeyi oluşur. Bu temas sırasında fosfatit oluşumu, hidroliz reaksiyonları, serbest yağ asitlerinde artışa sebep olma gibi yağ kalitesini düşüren oluşumlar meydana gelir. Bu nedenle enzimlerin yok edilmeye çalışılması ön işlemlerin başında gelir.

Enzimlerin inaktif olmasıyla yağ bileşenleri parçalanmayıp daha kaliteli ürünler oluşmaktadır (Veldsink ve diğ, 1999).

Bazı tohum ve meyvelerde lipaz aktivitesi çok yüksektir. Yağ eldesinde kullanılan zeytin, palm, pirinç kepeği ve çörek otu lipaz aktivitesi yüksek olan yağlı tohumlardandır. Olgunlaşmış ve sağlam tohum ve meyvelerde lipaz enzimi inaktif durumdadır. Fakat hasat, depolama, yağ ekstraksiyonu gibi işlemler sırasında

ortamda bulunan nemin de etkisiyle lipaz enzimi trigliseritleri hidrolizleyerek serbest yağ asitlerinin ortaya çıkmasına ve artmasına sebep olur. Özellikle ekstraksiyon öncesindeki öğütme işleminde enzim ve yağ temasının artmasının yanında serbest yağ asit içeriği hammadde özelliklerine, öğütme ile ekstraksiyon arasındaki depolama süresine ve depolama koşullarına bağlı olarak %60-70 gibi değerlere ulaşabilmektedir (Kıldiran ve diğ, 1995).

Hammaddelerin bu olumsuz lipolitik hidrolizden korunup stabilizasyonunun sağlanması gerekmektedir. Böylece yüksek lipaz aktivitesine sahip yağlı hammaddelerde düşük serbest yağ asit içeriği sağlanabilir. Stabilizasyon, enzimin tamamen yapısını bozmak ya da aktivitesini minimum düzeyde tutarak sağlanabilir. Yapısının bozulması yüksek sıcaklıkla ya da bazı kimyasallar kullanılarak yapılabilirken, enzim aktivitesinin azaltma işlemi de düşük sıcaklık ve düşük pH'ta depolayarak sağlanılabilir (Kıldiran ve diğ, 1995).

Presleme ile yağ üretiminde yağ verimini artırmak ve yağın daha kaliteli olması için genellikle ısı işlem olmak üzere ön işlemler uygulanmaktadır. Isıl işlemde kavurma yönteminin kullanımı yaygındır. Fakat son zamanlarda mikrodalga ile ısı ön işlem de kullanılmaktadır. Isıl işlemin yanında maserasyonlu (alkollü) ön işlem, ultrases destekli alkollü ön işlem, enzimatik ve ışınlama gibi ön işlemler uygulanmaktadır. Bu ön işlemlerde yağın viskozitesinin azalmasıyla yağ damlalarının daha kolay birleşip büyük hale gelmesi, ekstraktının da böylece daha kolay olması sağlanmaktadır. Ayrıca hücre duvarlarının çatlayıp, proteinlerin denatüre olmasıyla hücre içi emülsiyonun kırılarak preslemenin hem daha kolay hem de daha etkili olması amaçlanmaktadır (Bockisch, 1998).

2.5.1 Isıl ön işlem

Tohumların yapısında bulunan enzimlerin inaktif olmasında ısının kullanılması etkili bir yöntemdir. Enzimlerin inaktif olduğu ısı değerlerine kadar ısıtılıp faaliyet göstermesi engellenmektedir. Enzimlerin inaktif olduğu belli bir eşik sıcaklık aralığı vardır. Ancak inaktif olduğu eşik sıcaklık değerine en kısa sürede çıkılmalıdır. Çünkü enzim inaktif olduğu ısı değerinden önceki ısı değerlerinde maksimum aktivite sağladığı optimum sıcaklık değerlerinde fazla beklenilmesi istenilenin tam tersi sonuç oluşturabilir (Veldsink ve diğ, 1999). Isıl işlem uygulamaları enzim inaktivasyonunun yanında hücre proteinlerinin denatürasyonunu, hücre duvarlarının

daha geçirgen hale getirilmesini ve yağ viskozitesini düşürüp yağın katı fazından kolayca ayrılmasını sağlayarak pres verimini artırmada etkilidir (Zacchi ve Eggers, 2008).

Isıl ön işlem uygulamalarında konveksiyon, kondüksiyon ve radyasyon gibi farklı teknikte ısı transfer mekanizmaları yer almaktadır. Kondüksiyon ve konveksiyon mekanizmaları sıcak buharla muamele ve fırında kavurma yöntemlerinde etkilidirler (Perren ve diğ, 2013).

Buharla 120–145°C’de yapılan uygulamalarda suyun faz geçişi dolayısıyla etkin bir ısı transferi sağlanmaktadır. Kızılötesi veya mikrodalga gibi elektromanyetik alanlardan enerji absorpsiyonu ile gerçekleşen ısı transferlerinde radyasyonla ısı transferi mekanizması bulunmaktadır. Yağlı tohumların veya meyvelerin bu frekanslardaki geçirgenliğine bağlı olarak ısı absorpsiyonu gerçekleşir. Bu farklı mekanizmalar nedeniyle tohumların ısınmasında, elde edilen yağ veriminde ve yağ kalitesinde farklılıklar olmaktadır (Veldsink ve diğ, 1999; Azadmard-Damirchi ve diğ, 2010).

Giresun ve Akçakoca cinsi fındıklarda kavurma işleminin yağ asitleri ve bazı besinsel değerlerindeki değişimlerinin incelendiği bir çalışmada kavurma işleminin etkili olduğu görülmüştür. Giresun cinsi fındıklarına 111°C-10 dk, 121°C-10 dk, 158°C-12 dk, 148°C-12 dk, 162°C-14 dk, 152°C-14 dk ısııl işlem uygulanmış, Akçakoca cinsi fındıklarına 104°C-30 dk, 116°C-30 dk, 126°C -45 dk ısııl işlem uygulanmıştır. Her iki cinstede peroksit değeri azalırken, Akçakoca cinsinde artan sıcaklıklarda serbest yağ asidi miktarında artma olmuştur. Giresun cinsi fındıkların 158°C altındaki sıcaklıklarda peroksit değeri ve serbest yağ asidi değerlerinde azalma görülürken daha yüksek sıcaklık derecelerinde artış görülmektedir.

Her iki cinstede 120°C üzerinde enzim inaktivasyonu nedeniyle serbest yağ asidinde azalma görülmüştür. Fındıkların riboflavin değerlerinde azalma görülürken, tiamin değerlerinde 120°C’nin üstündeki sıcaklıklarda azalma gözlenmiştir. Giresun cinsi fındıkta tiamin azalması daha az bulunmuştur (Özdemir ve diğ, 2001).

Başka bir çalışmada ısııl işlemden sonra fındıkların mikro yapılarının görüntüleri alınıp incelenmiştir. Fındıklara 125°C, 1 m/s, 15 dk; 145°C, 2 m/s, 20 dk; 165°C, 1 m/s, 25 dk uygulanan işlemlerde 125°C de yapısal değişiminde önemli farklılıklar olmazken, 165°C’de yapısal bozulmalar görülmüştür. Diğer uygulama sıcaklığı

145°C uygulanan 20 dk'lık işlemde ise hemen hemen bütün hücrelerde eş bir görünüm ve hücrelerde düzgün yuvarlak yapı şekli gözlenmiştir (Saklar ve diğ, 2003).

2.5.2 Maserasyon ön işlemi

Katı maddelerin bir sıvı tarafından yumuşatılması olan maserasyon işlemi en basit ekstraksiyon yöntemidir. Bu yöntemde katılar öğütüldükten sonra uygun çözücülerde bekletilir, hücre duvarlarından yağın ekstraksiyonu uygun hale getirildikten sonra süzülür. Genelde bu stabilizasyon işleminde GRAS özellikli olan etanol tercih edilmektedir. Ayrıca bitkisel yağların çözünürlüğü etanolün kaynama noktasının altında ya da üstündeki değerlerde çok düşük olmasına rağmen etanolün kaynama noktasına yakın noktalarda daha fazladır (Şeran, 2011).

Etanolün oda sıcaklığında kullanılmasıyla yağın etanolde daha çok çözünmesi nedeniyle, kalite ve ekonomik açıdan kabul edilebilir etkili bir yöntemdir. Ayrıca yararlı bileşenlerin daha az kaybı, uzaklaştırılmasının kolay olması nedeniyle taneler üzerinde daha az kalması, mikroorganizmaları öldürmesi, serbest yağ içeriğini düşürmesi veya sabit tutması, oksidatif bozulmalara karşı etkili sonuçlar vermesi de bunlara eklenebilir (Champagne ve diğ, 1991).

Maserasyon işleminde etanolün lipaz enzimini inaktif ettiği bir mekanizmasının da olduğu düşünülmektedir. Böylece lipaz yağ substrat karşılaşması olmadan yağın katıdan ayrılması sağlanmış olmaktadır. Kullanılan çözücü olarak etanol hekzanla karşılaştırıldığında etanol serbest yağ asidi oluşumunu engellemede ve serbest yağ asitlerinin uzaklaştırılmasında daha etkili olmasının yanında hekzandan daha tehlikesizdir. Tohumda kalabilen düşük miktardaki etanolün insanlar tarafından tüketimi bir uygunsuzluk teşkil etmemesi de etanolün tercih sebeplerindendir (Champagne ve diğ, 1991).

2.5.3 Enzimatik ön işlem

Enzimatik ön işlem, hücre duvarını parçalamak amacıyla hücre duvarındaki karbonhidratların enzimlerle parçalanmasını sağlayan ve böylece ekstraksiyon verimini artırmak için uygulanan bir yöntemdir. Hücre duvarının biyolojik yıkıma uğramasıyla yağların hücreden salınımı gerçekleşir (Kashyap ve diğ, 2006). Ayrıca, lipoprotein ve lipopolisakkarit moleküllerini daha basit moleküllere parçalayarak

bitkiden ekstra yağ salınımını da sağlar. Örneğin, Olivex (pektinaz, selüloz, hemiselüloz aktivitesi) ve Celluclast (selüloz, hemiselüloz aktivitesi) gibi ticari enzim karışımları bu amaçla kullanılmaktadır (Li ve diğ, 2012).

Hücre duvarında lipoproteinler enzimlerce lipit ve proteinlere parçalanarak hem daha fazla yağ verimi sağlanmakta hem de artan protein içeriğiyle tohumların besin değeri artmaktadır. Soya tohumuna yapılan enzimatik bir ön işlemden düşük serbest yağ asit içeriği ve peroksit içeriği sağlayarak daha kaliteli yağ eldesi mümkün olmuştur (Kashyap ve diğ, 2006).

Enzimatik ön işlem uygulamasında sıcaklık seviyesi önemli bulunmuştur. Çünkü her enzim kendine ait sıcaklıklarda optimum çalışırken bu optimum sıcaklığın üstünde inaktif olurlar. Optimum sıcaklıklarda aktif olan enzimlerin aktivitesi bu sıcaklık değerlerinden uzaklaştıkça azalmaktadır (Soto ve diğ, 2007).

Ayçiçeğinde yapılan bir çalışmada ‘Viscozyme L’ ile enzimatik ön işlem uygulanmış ve yağ eldesi % 53’den % 96’ya kadar çıktığı gözlenmiştir (Danso-Boateng, 2011).

2.5.4 Işınlama ön işlemi

Işınlama taze ve kolay bozulabilen gıdaların korunmasında kullanılan, yan ürün oluşumunun gözlenmediği ve yanında gıdalarda radyoaktiviteye neden olmayan fiziksel bir yöntemdir. Gıdaların korunmasında en yaygın olarak 100 nm’den küçük dalga boyunda, penetrasyon özelliği en fazla olan gama iyonize ışını kullanılır. Her gıdaya uygulanamamakla birlikte ısı bir işlem olmadığından gıdalarda herhangi bir tat ve koku değişikliğine sebep olmamaktadır. Uygulanan tohumlarda mikrobiyal aktiviteyi önlemenin yanında antioksidan özelliklerini pozitif yönde etkilemekte, ekstraksiyon verimini ve toplam fenolik madde miktarını artırmaktadır (Khataak ve Simpson, 2008; Çolak, 2006).

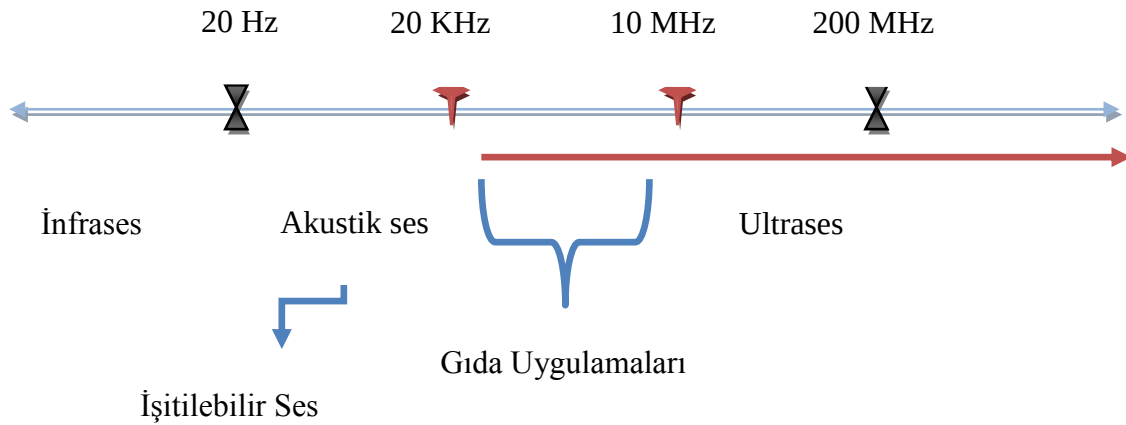
2.6 Ultrases işlemi

Ses; hava, katı, sıvı veya gaz gibi denge durumunda bulunan ortamlarda maddedeki moleküllerin mekanik titreşimi sonucunda oluşur. Ses bir enerji türüdür. Ses titreşimle oluşur, titreşim enerjiye dönüşür. Titreşim hareketlerinde oluşan bir tam titreşim süresine ses titreşiminin periyodu ve saniyedeki devir sayısına da sesin frekansı denir (Mason ve Lorimer, 1989).

Ses dalgaları üçe ayrılır:

- a. İnfrases (sesötesi): Frekansı 20 hertz veya altındaki sestir.
- b. İşitilebilir ses: Frekansı 20-20.000 hertz arasında insanların işitilebileceği sestir.
- c. Ultrases: 20.000 hertz üzerinde 2 -15 MHz frekansa sahip işitilemeyen sestir.

Ultrases de kendi içinde yüksek güçlü ultrases (20–100 kHz), yüksek frekanslı ultrases (100 kHz–1 MHz) ve tanılayıcı ultrases (1–500 MHz) olmak üzere 3 bölgeye ayrılmıştır (Pilli ve diğ, 2011). Şekil 2.1’de ultrasesin ses aralığı diyagramı verilmiştir (Mason ve Lorimer, 1989; Pilli ve diğ, 2011).



Şekil 2.1 : Ultrases ses aralığı diyagramı.

Ses boşlukta iletilemez, ancak moleküler ortamlarda iletelebilmektedir. Ses dalgaları boyuna dalga özelliği göstermektedir ve sesin yayılabilirliği ortamların sıkışabilirliği ile ters orantılıdır. Bu yüzden sesin düzenli ve sıkışık bir ortam olan katılarda iletimi en fazla iken moleküler uzaklığı fazla olan gazlarda ise en yavaştır. Ayrıca sesin hızı sıcaklıkla sıvılarda ve gazlarda artmaktadır. Ses hızı havada ortalama 331 m/s’ dir (Mason ve Lorimer, 1989).

Ultrases, nesnelerin titreşiminden meydana gelen ve uygun bir ortam içerisinde bir yerden başka bir yere, sıkışma ve genleşmeler şeklinde ilerleyen, insan kulağının işitemeyeceği kadar yüksek frekanslı mekanik bir enerji formudur (Pico, 2012).

Ultrasonik enerjinin mucidi Paul Langevin olarak bilinmektedir. Ultrasonik enerji ilk kez denizaltıların tespit edilmesinde askeri amaçlı olarak 1917’de kullanılmıştır. Elektromanyetik dalgaların elektrik iletkenliği yüksek olması deniz suyunda etkili olmamalarına sebep olmuştur. Böylece akustik dalgalar keşfedilmiştir ve su altında

alışan ilk ses transdüsörü imal edilmiştir. Ses transdüsöründe kuvars kristallerdeki piezoelektrik etki kullanılmıştır (Öner, 2002).

Piezoelektrik etki bazı kristal ve seramik malzemelere uygulanan mekanik bir basıncın malzeme üzerinde elektriksel gerilim oluşturmastır. Disk veya prizma şeklinde kesilip, yüzeyleri ince iletken bir metal (altın, gümüş, alüminyum) ile kaplanan kristal malzemeler piezoelektrik özellik gösterir. Devamlı değışen bir voltaj uygulanan bu tür malzemelerin oluşturduğu uzayıp kısalan titreşimler ultrases dalgalarını ortaya çıkarır (Mason ve Lorimer, 1989).

Piezoelektrik olayı çift yönlüdür. Ters piezoelektrik olayla ultrases elde edilirken normal piezoelektrik olayla ultrases algılanır. Ters işlem sistem verici olarak kullanılır. Normal işlem ise malzemenin alt ve üst kısımlarına mekaniksel basınç uygulanmasıyla oluşur ve sistem alıcı olarak kullanır (Mason ve Lorimer, 1989).

Ultrases üretiminde piezoelektrik özelliğine sahip kuartz, lityum sülfat, kadminyum sülfat, çinko oksit, tourmaline, baryum, titanat, kurşun titanat gibi kristaller kullanılmaktadır (Mason ve Lorimer, 1989).

Ultrases hayvanlarla iletişimden bina betonlarındaki hata tespitlerine, kimyasal sentezlemeden hastalıkların iyileştirilmesine kadar geniş bir alanda kullanılmaktadır. Hastalıklar üzerinde uygulamaları 20.yy başlarında başlamıştır (Chemat ve diğ, 2011).

Ultrases uygulamalardaki sınıflandırmalar ses gücü (W), ses yoğunluğu (W/m^2), ses enerjisi yoğunluğu ($W.s/m^3$) ile karakterize edilmektedir. Ultrases uygulamaları genel olarak yüksek yoğunlukta ultrases dalgaları, düşük yoğunlukta ultrases dalgaları olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmaktadır. Bunlar da frekanslara göre sınıflandırılır (Chemat ve diğ, 2011).

Yüksek ses dalgaları yoğunluğu $10-1000 W/cm^2$ arasında değışirken, frekansı 18-100 kHz arasındadır. Fiziksel yıkım ya da kimyasal reaksiyonların hızlandırılması gibi olaylarda kullanımı ultrasonik dalgaların fiziksel, mekaniksel ve kimyasal etkileri, etkide bulundukları maddelerin özelliklerine göre değışmektedir (Carcel ve diğ, 2012). Girdiği ortamın yoğunluğu, ortamın elastikliği de etkilidir. Genlik, dalgaboyu ve frekans (saniyede tekrar eden dalga sayısı) da ultrases dalgalarının karakteristik özelliklerini belirleyen parametrelerdir (Pico, 2012).

Ultrasonik uygulamalar daha çok sıvı-sıvı ya da katı-sıvı ortamlara uygulanmaktadır. Çünkü ultrasonik dalgalar sıvılarda daha kolay iletilmektedir. Ticari ekipman olarak ultrasonik banyolar ya da prob sistemler farklı uygulamalarda kullanılmaktadır (Pico, 2012).

2.6.1 Ultrasonik cihazlar

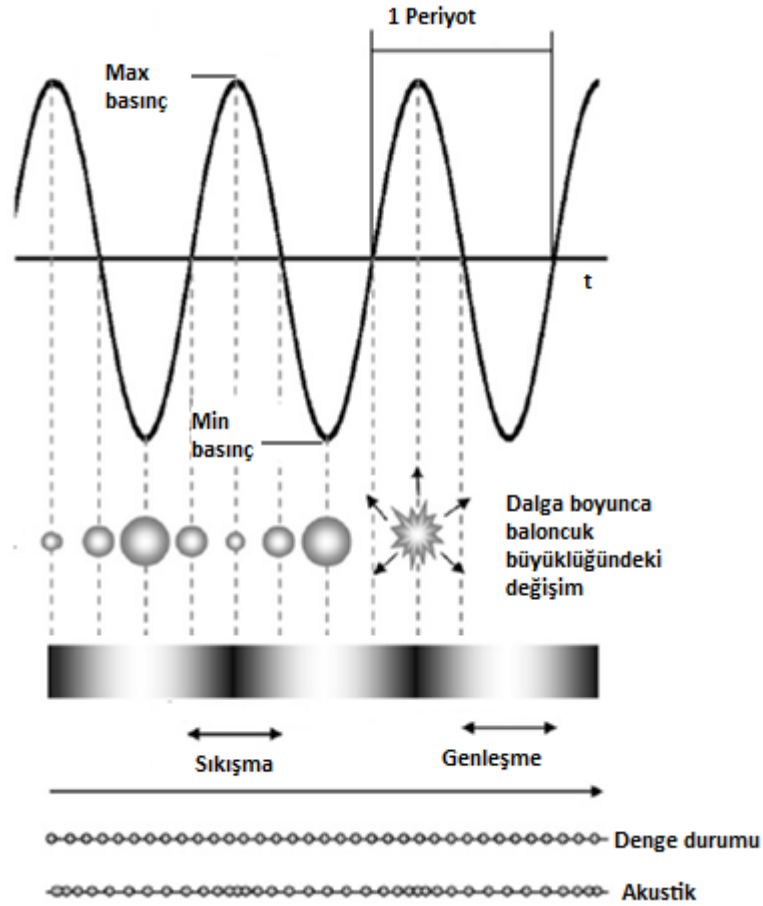
Ultrasonik uygulamalarda yaygın olarak ultrasonik banyo ve ultrasonik prob cihazları kullanılmaktadır. Probu sistemler enerjilerini örnek alanında topladığı için ultrasonik banyolara göre daha avantajlıdır. Örnek lokalize alanın içinde daha etkin olduğundan daha verimli kavitasyon sağlarlar (Capelo ve diğ, 1999). Yüksek şiddetteki ultrasonik prob sistemi ultrasonik banyoya göre 100 kata kadar daha büyük bir ultrasonik şiddet ortaya koyabilmektedir. Bu nedenle katı örneklerde yapılan ekstraksiyon işlemini ultrasonik prob büyük ölçüde hızlandırmaktadır (Luque-Garcia ve Castro, 2003).

2.6.2 Ultrasesin mekanizması

Sıvılara uygulandığında ultrases dalgalarının oluşturduğu mekanik titreşimler genişleyip sıkışarak bir döngü meydana getirir (Tang, 2003). Sıkışma sırasında pozitif bir baskı uygulanır ve sıvı molekülleri birbirine itilir. Genişleme sırasında ise oluşan negatif baskıyla moleküller birbirinden ayrılır (Vajnhandl ve Marechal, 2005). Basınç genliği genişleme sırasında sıvı gerilme mukavemetini aşması durumunda, sıvı bütünlüğünü sağlayan bu kuvvet aşıldığı için küçük hava baloncukları oluşacaktır. Bunlara kavitasyon baloncukları denilmektedir (Chen, 2012). Saf sıvılar daha kuvvetli gerilme mukavemetine sahip olduğundan kavitasyon oluşması için gerekli negatif kuvvete daha fazla karşı koyarlar. Saf olmayan sıvılarda daha kolay kavitasyon oluşmaktadır (Vajnhandl ve Marechal, 2005). Örneğin kavitasyon oluşabilmesi için saf suya çeşme suyuna göre daha fazla negatif basınç uygulamak gerekmektedir (Chowdhury ve Viraraghavan, 2009).

Baloncuklar kararlı ve kararsız olarak iki farklı şekilde oluşur. Stabil kavitasyonda yani kararlı baloncuk oluşumunda; akustik alan ve denge yarı çapındaki sürekli salınımlar baloncuk duvarlarını çift hale getirir. Bu durum düşük yoğunluktaki akustik alanlarda oluşur ve sürekli oluşan döngülerle genişleyip sıkışarak bu baloncuklar yavaş yavaş büyürler (Thangavadivel ve diğ, 2012).

Akustik alan yüksek yoğunlukta uygulandığında ise genellikle geçici kavitasyon baloncukları oluşmaktadır. Büyüyen kavitasyon baloncukları birçok döngü sonunda dayanıksız hale gelir ve ultrases dalgalarının sıkışma fazında patlarlar (Destailats ve diğ, 2003; Vajnhandl ve Marechal, 2005). Sonuç olarak kavitasyon işleminde oluşum, kritik büyüklüğe ulaşma ve şiddetli patlama şeklinde gerçekleşen bu 3 basamak sürekli tekrarlar (Pang ve diğ, 2011). Kavitasyonun oluşumu Şekil 2.2’de gösterilmektedir (Soria ve Villamiel, 2010).



Şekil 2.2 : Ultrasonik kavitasyon (Soria ve Villamiel, 2010).

Kavitasyon dağınık ses enerjisinin konsantre olmasıyla işlev görmektedir. Hem düşük yoğunluklu hem de yüksek yoğunluklu akustik alanda bir baloncuk oluştuğunda hızlıca büyür ve daha fazla ve etkili bir şekilde enerji absorbe edemez. Baloncuk içerisine ani bir şekilde sıvı girer ve içeriye doğru patlama gerçekleşir (Suslick, 1989, 1990). Çökmenin ardından her baloncuk sıcak bir nokta haline gelir. Enerji üretilir, sıcaklık 5000 °K ve basınç 500 atm’ ye kadar artar. Sonrasında ise 10^9 K/s hız oranında soğur. Bu patlayan baloncuklar çok büyük lokal sıcaklık ve basınç

sağladıkları için yüksek enerjili kimyasal reaksiyonlar için olağan dışı bir mekanizma oluşturmaktadırlar (Suslick, 1990).

Kavitasyon oluşumunu etkileyen parametreler aşağıda sıralanmıştır:

Ses dalgası frekansı; yüksek frekans kavitasyonel etkiyi azaltacaktır. Çünkü genişleme fazında üretilen negatif basınç kavitasyonun başlaması için yeterli değildir (Adewuyi, 2001). Düşük frekanslarda daha şiddetli kavitasyonlar üretilir. Sonuçta daha yüksek lokalize olmuş sıcaklıklar ve basınçlar meydana gelir (Vajnhandl ve Marechal, 2005).

Ses dalgasının yoğunluğu; ses dalgası yoğunluğu arttıkça akustik genlik de artacaktır ve daha şiddetli baloncuk patlamalarına sebep olacaktır (Adewuyi, 2001).

Çözücü Özellikleri; yüksek buhar basıncı, düşük viskozite ve düşük yüzey gerilimi özelliğine sahip çözücülerde kavitasyon daha kolay oluşmaktadır (Adewuyi, 2001). Bununla birlikte yüksek buhar basıncında daha fazla buhar baloncunun içine girdiği için kabarcığın içeri doğru patlamasının şiddeti azalacaktır (Peters, 1996).

Gaz özellikleri; Çözünebilir gaz varlığında daha fazla sayıda kavitasyon baloncucu oluşur. Fakat yüksek gaz çözünürlüğü kavitasyonel baloncukların içerisine daha fazla gaz molekülü girmesine neden olur. Bu da içeri doğru çökmenin, patlamanın şiddetini azaltır (Vajnhandl ve Marechal, 2005). Gazların ısı kapasitesi oranı (C_p/C_v), politropik oranı (γ) ve ısı iletkenliği de patlama süresince açığa çıkan ısı miktarını etkiler (Peters, 1996; Adewuyi, 2001).

Dıştan basınç etkisi; dışarıdan uygulanan yüksek basınç sıvı buhar basıncını azaltır ve kavitasyonun meydana gelmesi için daha fazla şiddete ihtiyaç duyulur (Vajnhandl ve Marechal, 2005).

Sıcaklık; uçucu olmayan substratlar için, reaksiyon sıcaklığını düşürmek sonokimyasal reaksiyon oranlarında bir artış ile sonuçlanacaktır. Azalan buhar basıncı kavitasyonun oluşumunu artırır ve böylece baloncuklar içine difüzyon eden buhar miktarını azaltarak kavite sönmesini tamponlar (Destailats ve diğ., 2003; Adewuyi, 2001).

2.6.3 Gıdalarda ultrases uygulamaları

Ultrases gıdalarda çok farklı gıdalara uygulanabilmesi, ucuz, basit ve verimli olması nedeniyle geleneksel tekniklere iyi bir alternatif olarak son yıllarda sıklıkla

kullanılmaya başlanmıştır (Wang ve Weller, 2006). Ekstraksiyon işlemlerinde ekstraksiyon etkinliğine bağlı olarak ekstraksiyon hızını artırır. Fermantasyon sonrası CO₂ gazını gidermede, köpük gidermede, etin olgunlaştırılması, hijyenik ve daha az kayıplı kesme işlemlerinde, pestisit kalıntılarının giderilmesi gibi işlemlerde de kullanılmaktadır (Brennan, 2006). Gıda uygulamalarında ultrasesin kullanıldığı bazı alanlar ve etkileri Çizelge 2.9’da verilmiştir (Paniwnyk, 2014).

Çizelge 2.9 : Gıda uygulamalarında ultrasesin kullanıldığı bazı alanlar ve etkileri (Paniwnyk, 2014).

Mekanik Etkileri	Kimyasal ve Biyokimyasal Etkileri
Katı yağların ve şekerlerin kristalizasyonu	Enzim aktivitesinin inhibisyonu
Gaz giderme	Atık arıtma
Köpük kırma	Mikroorganizmaların inaktivasyonu
Filtrasyon ve kurutma	Canlı hücrelerin modifikasyonu
Ekstraksiyon	Ekipmanların sterilizasyonu
Karıştırma ve homojenizasyon	
Ultrason destekli dondurma	
Hava kaynaklı tozların çökeltilmesi	
Etin olgunlaştırılması	
Kesme	

2.6.3.1 Düşük yoğunluklu ultrases

Düşük yoğunluklu ultrases uygulamalarında frekanslar 100 kHz’den yüksek 1 W/cm²’den düşüktür. Düşük yoğunluklu ultraseste çok düşük miktarda enerji kullanıldığı için ultrasonik dalgalar maddelerden geçerken maddelerin fiziksel ya da kimyasal özelliklerinde herhangi bir değişimi neden olmazlar (Coupland, 2004).

Gıdalara uygulanan farklı tipte sinyal ve konfigürasyonlarını ölçen çeşitli metotlar vardır (Carcel ve diğ, 2012). Sinyal tipine göre ölçenler darbeleri ya da sürekli.

Tek bir frekanstaki sürekli dalga, daimi genliğe sahip sünizoidal dalgadır. Kesikli dalga, basınç genliği sürekli değildir ve belli bir zamanda sıfırlanır. Hiçbir ses enerjisi darbeler arasında yayılmaz, dağınık halde değildir. Yani her bir darbedeki ses enerjisi paketler halindeymiş gibi uygulandığı ortamdan geçer (Damez ve Clerjon, 2008). Uygulamanın süresi farklı kombinasyonlarda olabilir. Bu darbeleri vurguların ölçülmesi, ultrases parametrelerinin hesaplanması, basit, hızlı ve kolay bir şekilde otomatikleştirilmesinden ötürü gıda analizlerinde geniş çapta uygulamaya sahiptir (Pico, 2012). Tipik ultrases cihazlarında düşük yoğunluklu ultrases için transdüser, titreşim alıcı ve gösterici (dijitalleştirici) ekipmanları bulunmaktadır.

Transdüserler; bir enerji türünü başka bir enerji formuna çeviren cihazlardır. Ultrasonik transdüserler elektrik enerjisini ses formundaki mekanik enerjiye çevirir ve de tersine işlem yapabilirler. Transdüserler ultrases dalgası üretiminde farklılaşabilirler. En yaygın tipleri pizoelektrik (basınçsal elektrik), kapasitif (sıgıal), manyetostriktif ve elektromekaniktir. Farklı modda dalga üretilip çeşitli yönlerde kesilebilen pizoelektrik seramik transdüser günümüzde en yaygın kullanılanıdır (Bellido ve diğ, 2010).

Titreşim alıcısı; titreşim üreticisi kısa, geniş genlikteki elektrik titreşimlerini harekete geçirir. Bu elektiksel titreşimler ultrasonik transdüser iletilir. Transdüserde elektrik titreşimleri ultrases titreşimlerine dönüştürülür. Elektrik titreşimleri ultrases titreşimlerine dönüştükten sonra alıcı bölmesine gelir. Transdüser tarafından alıcı bölmesinin içinde voltaj sinyalleri üretilir. Buradan ultrases dalgaları güçlendirilip yansıtılır (Pico, 2012).

Dijitalleştirici; ultrasesler transdüserde tekrar elektrik titreşimlerine çevrilerek dijital göstericilerde gösterilirler. Osiloskop (salınım gözler), video adaptörü dijital tarayıcılarda dönüştürülüp görünür hale getirilir (Pico, 2012).

Ultraseste bütün bunlar proses değişkenlerinin kontrolünde ve gıda özelliklerinin gözlenmesinde kullanılır. Örnek verecek olursak özellikle et ürünleri ve proseslerinin, süt ve süt ürünlerinin, peynir, tahıl, taze meyve ve sebzelerin hasat öncesi ve sonrası proseslerinin, katı ve sıvı yağ proseslerinin izlenmesinde kullanılır (Benedito ve diğ, 2002; Coupland, 2004; Mulet ve diğ, 1999).

2.6.3.2 Yüksek yoğunluklu ultrases

Yüksek yoğunluklu ultrases dalgaları çeşitli gıda proseslerinde kullanılmaktadır. Bu prosesler aşağıda özetlenmiştir:

a. Temizlik ve dezenfeksiyon

Ultrasonifikasyon besin, renk özelliklerinde herhangi bir değişime sebep olmadan mikroorganizmaları inaktif ederek gıdaların korunmasını sağlayan ısı olmayan bir metottur (Bermudez-Aguirre ve diğ, 2009; Brilhante Sao Jose ve Dantas Vanetti, 2003; Caminiti ve diğ, 2012; Ferrante ve diğ, 2007; Juraga ve diğ, 2011; Munoz ve diğ, 2011). Örneğin, kümes hayvanları kesiminde kullanılan ekipmanların temizlenmesindeki sistemlerde, özellikle mevcut yöntemlerle kolay temizlenemeyen

boruların iç temizliğinde kullanılır. Duvar tipi sistemlerle havadaki tozların giderilmesi ve atık gazların tozlarının giderilmesinde de etkilidir (Brennan, 2006).

b. Emülsifikasyon ve homojenizasyon

Birbirine karışmayan sıvılarda kavitasyonla baloncukların patlamasına neden olarak etkili bir karışım sağlar. Düşük enerji verildiğinde çok iyi formlar oluşturur ve böylece yüksek stabilitede emülsiyon gerçekleşir (Koochehi ve diğ, 2009; Wordon ve diğ, 2012). Sos, ketçap, süt tozunun suyla karıştırılması, çorba gibi gıdalarda homojenlik sağlamada oldukça etkilidir (Mongenot ve diğ, 2000).

c. Filtrasyon

Vibrasyonel olarak sağladığı enerjiyle süspansiyonlar içindeki partiküllerin tutulmasına, hareket etmesine ve filtre kanallarında solventten kolayca ayrılmasına yardımcı olur (Patist ve Bates, 2008).

d. Kristalizasyon ve çöktürme

Yüksek güçte uygulanan ultrases dalgaları kristalizasyon prosesindeki kristal çekirdeklenmenin başlangıç aşamasında, kristallerin büyüme oranının kontrolünde, küçük ve eşit kristalleşmenin oluşumunda, yüzeyin yeni oluşan kristallerce kirlenmesini önlemede etkilidir (Patist ve Bates, 2008).

e. Dondurma prosesi

Donmada kristal büyüklüğü kontrolü ve buz kristali oluşumunda geçen sürenin kısaltılmasında kullanılmaktadır (Brennan, 2006). Ticari olarak kullanımı tam gelişmemiş olmakla birlikte ultrasesin dondurma prosesinde kullanımı gelecek için umut vaat edicidir. Özellikle yüksek değere sahip gıdalar, katkı maddeleri ve farmasötik ürünlerin üretiminde önemli olacağı düşünülmektedir (Zheng ve Sun, 2006).

f. Dehidrasyon prosesleri

Ultrases uygulamaları gıdaların kurutulmasında sadece kütle transferinde değil, kaliteli ürün oluşumunda da önemli bir etkiye sahiptir. Ultrases yardımıyla materyaller önemli derecede ısınmadığı için daha kaliteli ürünler oluşmaktadır (Bantle ve Eikevik, 2011; Brncic ve diğ, 2010; Carcel ve diğ, 2007; Deng ve Zhao, 2008; Fernandes ve diğ, 2008; Garcia-Perez ve diğ, 2007; Jambrak ve diğ, 2007).

Sıcak havayla kurutmada daha düşük sıcaklıklarda ve hava akım hızlarında kurutma etkinliğini artırarak yüksek verimle kurutma sağlar (Brennan, 2006).

g. Gıda bileşenlerinin fonksiyonelliğinin geliştirilmesi

Bazı proteinlerin ve polisakkaritlerin fonksiyonel özelliklerinin geliştirilmesi, bazı gıdaların antioksidan kapasitelerinin artırılması ve laktobasillerin çoğalmasının artırılması yüksek yoğunluktaki ultrases dalgalarıyla sağlanmaktadır (Arzeni ve diğ, 2012; Jambrak ve diğ, 2010a, 2010b; Jambrak ve diğ, 2008; Nguyen ve diğ, 2006; Priego-Capote ve de Castro, 2007).

h. Biyoproseslerde uyarıcı

Ultrases biyolojik iyileştirmede, mikrobiyal fermentasyonlarda ve biyopolimerlerin enzimatik hidrolizinde kullanılan ayırık enzim sistemlerini uyarır (Kwiatkowska ve diğ, 2011). Sütteki bifidobakterilerin fermentatif aktivitelerinin uyarılması en son yapılan uygulama olarak tanımlanmaktadır (Nguyen ve diğ, 2006; Nguyen ve diğ, 2012). Örneğin yoğurt üretiminde *Lactobacillus* etkinliği %40 arttırılmıştır. Bu işlemlerde hücre duvarına zarar verilmeksizin hücrelerin etkinliği arttırılarak sağlanır. Ayrıca tohum çimlenmesi ve balık yumurtası oluşumunda da etkili görülmüştür (Brennan, 2006).

i. Ekstraksiyon

Bitkisel gıdalardan klasik yöntemle solvent ekstraksiyonu uygun solventin seçimine, karışma ve sıcaklık durumlarına dayanır. Ultrases artan sıcaklıklar olmaksızın daha fazla miktarda ekstraksiyon sağlar (Koiwai ve Masuzawa, 2007; Vilkhue ve diğ, 2008).

Polifenollerin, antosiyanidinlerin, polisakkaritlerin, kateşinlerin, yağların ve fonksiyonel bileşiklerin potansiyel ekstraksiyonunu ön işlem olarak uygulandığında artırır (Koiwai ve Masuzawa, 2007; Vilkhue ve diğ, 2008). Katı örneklerin doğrudan analizinin mümkün olmadığı ya da kolayca çözünmediği durumlarda çözünmeyi sağlamakta etkilidir (Priego-Capote ve de Castro, 2007).

Çözücü, sıcaklık, parçacık büyüklüğü ve dağılımı, katı / sıvı oranı olmak üzere ekstraksiyona etki eden dört temel faktör vardır (Kutlular, 2007). Bu parametreler klasik ekstraksiyon yönteminde olduğu kadar ultrasesle ekstraksiyon yönteminde de etkilidir (Goula, 2013). Çözücünün pH değeri, yüzey aktif maddeler, tuz gibi özel

katkılar, bitkideki inert bileşenler, çözünen maddelerin absorpsiyonu ve ekstraksiyon süresi ekstraksiyonda göz önünde tutulması gereken diğer önemli parametrelerdir (Kutlular, 2007).

Çözücü; lipidleri diğer bileşenlerden ayırmak için bazı kimyasal ya da organik çözücüler kullanılmalıdır. Çünkü lipidler suda çözünmezken eter, kloroform, hekzan gibi çözücülerde çözünebilirlik göstermektedir. Lipitler gıdalarda bazen lipo-protein ve lipo-polisakkarit bileşenler olarak bulunurlar. Bu nedenle lipidlerin ekstraksiyonunda bir çeşit çözgen kullanımı verimli bir sonuç elde edebilmek için etkili bir faktördür. Etkili bir ekstraksiyon için lipidlerle protein veya karbonhidrat arasındaki bağları parçalamak sonra da uygun bir çözgenle yağı ekstrakte etmek gerekir. İdeal bir ekstraksiyon için çözücü; seçici, hızlı ve kolay uygulanabilir, ucuz ve otamasyona uygun, kaynama noktası, yüzey gerilim katsayısı ve buharlaşma özellikleri uygun olmalı, gıdalardaki bileşenlerle kimyasal reaksiyona girmemeli, istenilen maddeleri çözme hızı ve kapasitesi yüksek olmalıdır (Kutlular, 2007).

Parçacık büyüklüğü ve dağılımı; kütle transferi teorik olarak katı ve sıvı arasındaki yüzeyle orantılıdır. Bu ara yüzeyin artırılabilmesi ise parçacık boyutunun küçültülmesiyle mümkündür. Parçacık küçüldükçe ara yüzey artacaktır. İnce öğütme ile bitkisel hücreler parçalanacağından ekstraksiyon hızına da artırıcı etkide bulunacaktır. Ancak süzme ve etken maddeyi saflaştırma gibi daha sonraki işlemlerde herhangi bir zorlukla karşılaşılmayacak ise prensip olarak örneğin ince öğütülmüşü tercih edilmelidir. Yağlı tohumların ekstraksiyonunda örnekler çok ince öğütülerek kullanılacaksa ya karıştırılmalı ekstraktör tipleri tercih edilmeli ya da öğütülen tohumlar özel yöntemlerle preslenerek ince pulcuklar haline getirilmelidir (Kutlular, 2007).

Sıcaklık; sıcaklıkla birçok maddenin bir çözücüdeki çözünürlüğü ve çözünme hızı artar. Bu nedenle çoğu yağlı tohumların ekstraksiyonu çözücünün kaynama noktasına yakın sıcaklıklarda yapılır. Ancak sıcaklığın artmasıyla istenmeyen inert maddeler çözeltiye geçebileceğinden ve yüksek sıcaklıklardan dolayı çözücü kaybı maliyeti artıracığından dikkatle uygulanmalıdır (Kutlular, 2007).

Katı / sıvı oranı (örnek / çözgen oranı); ekstraksiyon işlemlerinde çözücü oranının artırılması yani katı / sıvı oranının azaltılması ekstraksiyon verimini artıracaktır. Böylece çözülebilen bütün maddelerin çözeltiye geçmesini sağlayacaktır. Ancak

avantaj gibi görünen bu durumda çok seyreltik bir çözeltinin buharlaştırılması işleminde aşırı enerji gerekecektir (Kutlular, 2007).

2.6.4 Ultrasesle yapılan çalışmalar

Ultrases dalgaları çok farklı çalışmalarda kullanılmıştır ve bunlardan bazılardan aşağıda bahsedilmiştir.

Wu ve diğ. (2001) tarafından yapılan ginseng saponinlerinin ekstraksiyonunun ultrases destekli sistemle geleneksel soxhelet ekstraksiyonunun karşılaştırıldığı bir çalışmada ultrases destekli sistemin ekstraksiyon hızını üç kat arttırdığı bulunmuştur.

Toma ve diğ. (2001), kuru bitkisel materyallerde banyo ya da prob gibi ultrosonik cihazların etkisinin sadece bitki hücrelerini kırma gibi mekanik etkide bulunmadığını; karıştırma, sıcaklık artışı ya da titreşim gibi işlemlerinin ekstraksiyonu hızlandırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bunu da ekstraksiyonda şişme ve hidrasyon (su alma) işlemlerini kolaylaştırarak, bitkisel materyalin çözücü içinde ıslanması, difüzyon ve osmotik işlemleri sırasında materyalden çözücüye çözülebilir bileşenlerin geçmesiyle açıklamışlardır.

Vinatoru (2001)' da, ultrases uygulamalarında ekstraksiyonun gerçekleşebilmesi için gerekli olan hidrasyon (su alma), şişme işlemlerini kolaylaştırabileceğini ve hücre duvarlarının gözeneklerinin genişlemesini sağlayabileceğini belirtmiştir.

Böylece difüzyon sırasında ve hücre duvarlarının parçalanmasıyla hücre içeriğinin serbest kalmasına yardımcı olduğunu ifade etmiştir. Ancak bu durumun ekstraksiyon performansına bağlı olduğunu, partiküllerin parçalanma boyutu küçüldükçe ekstraksiyona maruz kalan hücre sayısının artacağını da bildirmişlerdir. Ultrason destekli ekstraksiyon sistemi kullanarak şifalı otlardan biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyon veriminin arttığı gözlemlenmiştir.

Karabuğday kabuğundan hemiselüloz eldesi işleminde ultrases destekli ekstraksiyon kullanmıştır. Bitkilerin farklı dokularından polisakkaritlerin ekstrakte edilmesinde ultrases destekli ekstraksiyon işleminin endüstriyel açıdan önemli ve büyük bir potansiyel olduğu kabul edilmiştir (Hromádková ve Ebringerová, 2003).

Hızlı bir metot olarak sızma zeytinyağlarının oksidatif stabilitelerinin belirlenmesinde ultrases tekniği kullanılmıştır. Bu çalışmada zeytinyağları doğrudan ultrases dalgalarına maruz bırakılıp, oksidasyon süreci 270 nm'de gözlenmiştir.

Ransimat cihazıyla ultrases işlemi kullanılarak yapılan sonuçlar benzer olup, ultrases işlemi ile daha çabuk sonuca ulaşılmıştır (Cañizares-Mac'ias ve diğ, 2004).

Pirinadan fenolik bileşenlerin ekstraksiyonunun yapıldığı bir çalışmada ultrasonik prob'dan yararlanılmıştır. Ultrases 450 W, su/metanol (3:1) oranında ve akış hızı: 2 mL/dk olarak oda sıcaklığında 13 dakika uygulandıktan sonra kapiler elektroforez-diyo sistemini kullanılmıştır. Bu metotla, fenolik maddelerin tayininde Folin-Ciocalteu spektrofotometrik metodundan daha az zamanda, daha seçici ve daha fazla bilgi sağlandığını rapor etmişlerdir (Priego-Capote ve diğ, 2004).

Albu ve diğ. (2004), farklı sıcaklık ve zamanlarda ultrasesi hem prob yardımıyla hem de ultrasonik banyo olarak biberiyeden karnosik asit ekstraksiyonunda kullanmışlardır.

Yüksek verim elde etmek için ultrases uygulaması badem, kayısı ve pirinç kepeğinden yağ ekstraksiyonunda parçalanmış sulu fazlarına 2, 4 ve 6 dk ultrases uygulanmış ve 1 saatte badem, kayısı ve pirinç'ten sırasıyla % 87, % 77 ve % 88 yağ ekstrakte edilmiştir (Sharma ve Gupta, 2004).

Wang ve Weller (2006), dereotunun ekstraksiyonunda geleneksel ekstraksiyona göre ultrason destekli ekstraksiyon uygulamasının 1.3-2 kat daha hızlı olduğunu bulmuşlardır. Ultrasound destekli ekstraksiyonun geleneksel ekstraksiyon tekniklerine alternatif olarak ucuz, basit ve verimli olduğunu, katı-sıvı ekstraksiyonunda hızlı kinetiği ile ekstraksiyon verimini artırması, ısı kararsızlığı olan bileşiklerin ekstraksiyonu için işlem sıcaklığının azaltılmasını mümkün kılabilirdiğini belirtmişlerdir. Yeni ekstraksiyon tekniklerinden olan mikrodalga destekli ekstraksiyon teknikleriyle karşılaştırıldığında ultrases cihazının ucuz olması, ekstraksiyon işleminin daha kolay olması, çok çeşitli çözücülerin kullanılabilmesi gibi avantajlarından bahsedilmiştir.

Ancak verim ve kinetik üzerine kullanılan ultrases işlemlerinin etkili olabilmesinin bitki matriksinin yapısı gibi bazı etkenlere bağlı olduğu da belirtilmiştir. Ayrıca sıvı ortamda çözünmüş bir faz varlığında ultrasonik dalgaların sönmülenebileceğini ve ultrases dalgalarının ses yayıcının etrafında aktif olarak sınırlanabilme ihtimaline karşılık, ultrases destekli ekstraksiyonun dizaynında bu iki faktöre dikkat edilmesi gerektiğine değinmişlerdir. Frekanstaki küçük bir değişimin pire otu çiçeklerinden piretrinlerin (pire otu bitkisinin kurutulmuş çiçeklerinden elde edilen, hastalık taşıyan

böcekleri öldürmede kullanılan bir madde) ultrases destekli katı-hekzan ekstraksiyonunda ekstraksiyon verimini yaklaşık %32 artırabilirken, çivitotu tohumlarından yağ ekstraksiyonunda hem verim hem de kinetik üzerine zayıf etkilere sahip olmasını da bitki materyalinin doğasına bağlı olarak değişebileceğini belirtmişlerdir.

Keten tohumundan yağ ekstraksiyonunun yapıldığı bir çalışmada ultrases uygulamasının keten tohumundaki hücrelerin yapısına etkide bulunarak yağ asidi kompozisyonunu değiştirdiğini Zhang ve diğ. (2008) tarafından belirtilmiştir.

Sivakumar ve diğ. (2006), ekstraksiyon verimini artırmak, işlem süresini azaltmak, daha uygun şartlarda işlem gerçekleştirebilmek adına Halile (*Terminalia*) bitkisi türlerinden tanen ekstraksiyonunda ultrases desteği kullanmışlardır. Dışarıdan herhangi bir ısıtma ya da soğutmanın yapılmadığı 20, 40, 60, 80 ve 100 W ultrasonik güç uygulanan bu çalışmalarda, gücün 20W'dan 100W'a çıkarılması sırasında verimin, 30°C'de mekanik etki kullanılmadan gerçekleştirilen kontrol denemelerine göre 3-5 kat arttığını belirtmişlerdir. Dışarıdan ısıtma olmadan 100 W'da uygulanan ultrases işleminin ekstraksiyon verimi % 90, 70°C'de 4 saat ısıl işlem uygulanan kontrolün ekstraksiyon verimi % 77 bulunmuştur. Ultrasenin darbeleri uygulamalarında sürekli modda % 70 verim elde edilmiştir. Daha iyi bir verim için ekstraksiyon edilen madde miktarına bağlı olarak en uygun ultrases koşullarının sağlanabileceğini belirtmişlerdir.

Adaçayından biyoaktif maddelerin ekstraksiyonu için 40°C'de, % 70 etanollü su ve petrol eteri kullanılarak ultrases desteği uygulanmıştır. Verimin çözelti polarlığı artıkça arttığı ve ekstraksiyonun klasik yöntemlerden daha kısa sürede, 20 dk'da gerçekleştiği belirtilmiştir. Bu sürenin ekstraksiyon koşullarına ve ultrases uygulanacak bitki materyaline göre değişebileceği belirtilmiştir (Velickovic ve diğ., 2006).

Wang ve diğ. (2008) çalışmalarında, buğday kepeğinden fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu 40 kHz sabit frekansta ultrasonik banyoda; 43, 50, 60, 70, 77 etanol konsantrasyonlarında (%), 33°C, 40°C, 50°C, 60°C, 67°C sıcaklık değerlerinde ve 11, 15, 20, 25, 29 dk sürelerinde oluşturulan deney planına göre işlemler uygulanmıştır. Buğday kepeğinden fenolik bileşenlerin ekstraksiyonu işleminde ultrases uygulamasının ekstraksiyon kinetiğini ve ekstraktın kalitesini de arttırdığını,

en uygun işlemin de % 64'lük etanolle 60 °C'da 25 dakika süreyle uygulanan ultrasonik ekstraksiyonla elde edildiği vurgulanmıştır.

Şeran (2011)'nin yaptığı çalışmada, çörekotu ve kolza tohumlarına 20 kHz sabit frekansta, % 30 genlikte, % 70, % 80, % 96 etanol konsantrasyonlarında soğuk pres öncesi ultrases destekli ön işlem uygulanmıştır. Çörek otu tohumuna presleme öncesinde uygulanan ısı ön işlemin, pres yağlarının oksidasyon stabilitesinin azalmasına neden olduğu görülmüştür. Etanol ortamında uygulanan ultrasonik destekli ön işlem sonunda elde edilen pres yağlarının oksidasyon stabilitesi ise 29 saatten 63 saate yükselirken, aynı yağın serbest asit içeriği ise % 5 civarından % 2,6'ya düştüğü gözlenmiştir. Kolza tohumuna uygulanan ısı ön işlem sonunda, presleme ile elde edilen yağın oksidasyon stabilitesi 32 saatten 49 saate yükselirken, serbest asit içeriği % 1'den % 0,7'e düştüğü ifade edilmiştir. Kolza tohumlarının ultrasonik destekli alkollü ön işlemi sonunda ise, bu değerler sırasıyla 54 saat ve % 0,6 olarak ölçüldüğü belirtilmiştir.

Karataş (2015)'in susam tohumlarına yaptığı bir çalışmada 165°C ve 210°C sıcaklık değerlerinde, 5 dk ve 25 dk kavurma işlemi; 2450, 1330, 931, 665 ve 399 MHz güçlerinde, 1 cm ve 2 cm derinliğinde mikrodalga işlemi; 20 kHz frekansta, % 75 ve % 90 genliklerinde, 1/5 ve 1/10 katı:sıvı oranlarında, % 50, % 75, % 96 etanol oranlarında, 15 dk ve 30 dk sürelerinde ultrases işlemi uygulanmıştır. Susam tohumlarının yağ miktarları 210°C kavurma ile %48.7'den %56.6'e, mikrodalga uygulamada 1 cm derinlikte orta derecedeki güçte %63.3'e, katı/sıvı:1/10 ultrasonik uygulamada ise %62.5'e yükseldiğini gözlemlemiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Kullanılan Materyaller

Bu çalışmada, Fındık Tanıtım Grubu'ndan temin edilen 1 kg'lık vakumlu ambalajlarda bulunan herhangi bir işlem görmemiş Giresun (tombul) cinsi iç fındık kullanılmıştır. Çalışmada Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO) ve Merck (Darmstadt, Almanya) marka kimyasallar kullanılmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılan çözelti ve kimyasallar kromatografik veya analitik saflıktadır.

3.2. Metodlar

3.2.1 Fındıkların karakterizasyonu

3.2.1.1 Nem miktarı

Nem tayini Denver marka IR 35 (Göttingen, Almanya) model infrared ısıtıcılı nem tayini cihazında yapılmış olup, örnek kabına öğütülmüş fındık içinden 3-5 gr ağırlıklarında tartılıp, haznesindeki petri kabına yayılarak nem miktarına bakılmıştır (Corredor ve diğ, 2011).

3.2.1.2 Kül tayini

Organik maddelerin yakılıp, inorganik maddelerin bulunması prensibine dayanarak kül tayini yapılmıştır. Her bir kroze 3'er gr öğütülmüş fındık içi konulup üzerine 1-2 ml etil alkolle ön yakma işlemi uygulanmıştır. Önceden ısınmış kül fırınında 600° C' de 30-45 dk, 550° C' de 1 gece yakılmıştır. Yakma işlemi sonunda desikatörde soğutulan krozeler tartılıp Eşitlik 3.1' e göre (kuru bazda) hesaplama yapılmıştır (Uylaşer ve Başoğlu, 2004).

$$\% \text{ Toplam kül miktarı} = \frac{100(a-b)}{\bar{O}} \times \frac{100}{100-N} \quad (3.1)$$

a: kül ve porselen kroze ağırlıkları toplamı (g),

b: porselen krozenin ağırlığı (g),

Ö: örnek miktarı (g),

N: örneğin nem miktarı (%)’dır.

3.2.1.3 Yağ tayini

Numunelerin bir çözücü ile ekstrakte edilip, çözücünün uzaklaştırılması ilkesine dayanarak Gerhardt marka Soxtherm Multistat SX PC model (Königswinter-Almanya) otomatik yağ tayin cihazı kullanılarak işlem yapılmıştır. Fındık içleri 3'er gr tartılıp, filtre kağıtlarına konulmuştur. Dışarıya numunenin çıkmasını engelleyecek katlama şekline uygun bir biçimde filtre kağıtları katlanmıştır. Katlanan numuneler kartuşlara yerleştirilip üzerlerine 150 ml hekzan konulmuştur. Elde edilen ekstrakt darası alınmış balon jojeye konularak kalan hekzan evaporatörde uçurulmuştur. Hekzanı uçurulup sadece yağ kalan balon jojenin ağırlığı ve tartım sonuçlarına göre % yağ miktarı eşitlik 3.2' e göre hesaplanmıştır (Nielsen, 2003).

$$\% \text{ Yağ (g/100g)} = \frac{(a-b)}{\bar{O}} \times 100 \quad (3.2)$$

a : Son tartımdaki balon ve toplam yağ ağırlığı (g).

b : Sabit tartıma getirilmiş balonun ağırlığı (g) (dara).

Ö : Cihaza konulan örneğin ağırlığı (g)dır.

Soxhelet ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ham yağ miktarı kuru madde üzerinden yüzde (%) olarak da hesaplanmıştır ve hesaplamada eşitlik 3.3' te belirtilen formül kullanılmıştır (Nielsen, 2003).

$$\% \text{ HamYağ (KM de)} = \frac{(C-A)}{B} \times \frac{100}{(100-N)} \quad (3.3)$$

A: Dara (balon) (g)

B: Örnek miktarı (g)

C: Dara + yağ (g)

N: Tohum nemi (%)

3.2.1.4 Protein tayini

Yöntemin amacı gıdalardaki azot miktarını bularak protein miktarını hesaplamaktır. Kjeldahl metoduna göre azot miktarı tayin edilip hesaplamada N x 6.25 faktörü kullanılmıştır. Buna göre 10 gr potasyum sülfat, 0.3 gr bakır sülfat, 1 gr öğütülmüş

findık içi tartılıp Büchi marka SpeedDigester K-425 / K-350 (Flavil, İsviçre) model protein tayini cihazının tüpüne konulduktan sonra üzerine 25 ml derişik sülfirik asit eklenmiştir. Mavi-yeşil renk verene kadar örnek 3 saat cihazda yakılmıştır. Üzerine 50 ml saf su konularak destilasyon cihazında sodyum hidroksitle (NaOH) destile edilmiştir. Destilasyonda elde edilen amonyak, 4'er damla metilen mavis ve metilen kırmızısı eklenmiş %4'lük 25 ml borik asit içinde tutulmuştur. Tutulmuş amonyak 0,2 N hidroklorik asitle (HCl) titre edilmiştir. Hesaplanan % N (Eşitlik 3.4a) miktarından protein miktarı (eşitlik 3.4b) hesaplanmıştır (James 1995).

$$\% N (g/100g) = \frac{(V_1 - V_0) \times \text{Normalite} \times 0.014}{m} \times 100 \quad (3.4a)$$

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ Azot (N)} \times F \quad (3.4b)$$

V_1 = Titrasyonda harcanan HCl çözeltisi miktarı (mL)

V_0 = Kör deneme titrasyonunda harcanan HCl çözeltisi miktarı (mL)

N = Titrasyonda kullanılan HCl çözeltisinin normalitesi (0.2 N)

0,014 = Azotun mili ekivalen ağırlığı

m : Alınan gıda örneği miktarı (g veya mL)

F: Genel faktör olarak 6.25 kullanılmıştır.

3.2.1.5 Kırılma indisi

Herhangi bir işlem görmemiş ham findıktan elde edilen findık yağının kırılma indisine Abbe refraktometresiyle bakılmıştır. Yağ numunesi rutubet ve tortu maddelerinin giderilmesi için süzgeç kağıdı ile süzölüp, cihazın sıcaklığının 20 °C olması ve ışık alması sağlanmıştır. Prizmaların temiz ve kuru olmasına dikkat edilerek alt prizma üzerine pipetle bir iki damla yağ konulmuştur ve üst prizma dikkatlice kapatılmıştır. Okülerden bakılarak makro vida yardımıyla çakıştırma işlemi yapıp mikro vida ile çizgi netleştirilmiştir. Karanlık ve aydınlık skalalar tam olarak eşitlendiğinde alt skaladan kırılma indisi değeri okunmuştur.

3.2.2 Ön işlem uygulamaları

3.2.2.1 Isıl ön işlem

Literatürde yapılmış çalışmalar dikkate alınarak ısıl işlem uygulama sıcaklığını belirlemek üzere bir ön çalışma yapılmıştır. İç findıklar farklı sıcaklık ve süre

kombinasyonlarında petri kaplarına ince bir tabaka halinde yayılarak etüve konulmuş ve homejen bir şekilde ısıtılması sağlanmıştır. Sıcaklık değeri ve süre değerleri 130°C’ de 30 dakika, 130°C’ de 50 dakika, 140°C’ de 30 dakika ve 150°C’ de 30 dakika olacak şekilde bir ön çalışma yapılmıştır. Bu ön işlem sonucunda elde edilen yağın serbest yağ asitliği değerine göre 140°C’de 30 dakika ısıl ön işlem uygulamasına karar verilmiştir. Bundan sonraki ısıl ön işlem karşılaştırmaları ve işlemleri 140°C’de 30 dakika etüvde ince tabaka halinde kavrulmuş iç fındıklar üzerinden devam edilmiştir.

3.2.2.2 Ultrasonik destekli ön işlem

Bu çalışmada, fındık tohumlarında ham yağ eldesi için ultrason destekli ekstraksiyon, Şeran (2011) ve Goula (2013) tarafından kullanılan yöntem ve uygulamalar örnek alınarak uyarlanmıştır. İşlemler 2 tekrarlı olacak şekilde yapılmıştır.

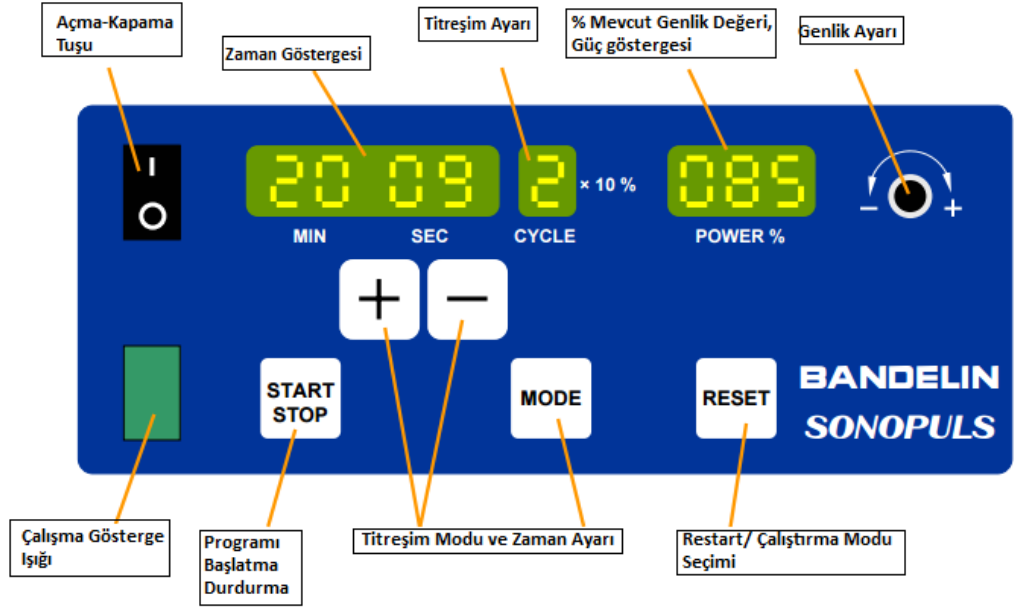
Ultrasonik uygulama toplam gücün %30’u ile Bandelin Sonopuls marka HD 2200 model (Berlin, Almanya) 20 kHz frekanslı problu sistemde (Şekil 3.1, Şekil 3.2) gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1 : Bandelin Sonopuls HD 2200 cihazı.

Bu deneylerde 100 gram fındık içi 500 ml’ lik polikarbonat bir beher içine konularak üzerine %96’lık etanol ilave edilmiştir. Behere 1:2 (kütle:hacim) katı sıvı oranında 100 gr fındık, 200 ml etil alkol karışımı hazırlanmıştır. Ultrasonik prob beherin ortasında ve ucu beherin dibine yakın olacak şekilde karışımın içine daldırılmıştır. Cihazın güç ayarı %30 da iken 0, 3, 6 ve 9 cycle (vuruş, darbe) ayarlarında 30 dakika

ve 60 dakika sürelerinde uygulama yapılmıştır. Güç ayarının %30' da tutulması genlik değerinin %30 da sabit olup ses dalgalarının darbe aralıklarında değişiklikler yapıldığı anlamına gelmektedir. İşlem sonunda etanolün uzaklaştırılması için ultrases uygulanmış fındıklar filtre kağıtları üzerinde bir gece kurumaya bırakılmıştır. Tüm işlemler bittikten sonra kuruyan fındıklar presleme işlemi için hazırlanmıştır.



Şekil 3.2 : Bandelin Sonopuls HD 2200 cihazının önden görünümü.

Cihazdaki cycle olarak ifade edilen değer titreşimdeki darbeyi ifade etmektedir ve bu darbenin aktif olduğu zaman aralıkları kullanım kılavuzunda bahsedildiği şekilde Çizelge 3.1' de verilmiştir (Url-2).

Çizelge 3.1 : Darbeli modun aktif ve pasif olduğu zaman aralığı.

Darbeli Mod (cycle) Değeri	Aktif Zaman Aralığı (Saniye)	Pasif Zaman Aralığı (Saniye)
1	0.1	0.9
2	0.2	0.8
3	0.3	0.7
4	0.4	0.6
5	0.5	0.5
6	0.6	0.4
7	0.7	0.3
8	0.8	0.2
9	0.9	0.1
-	1	0

3.2.3 Tohumlardan soğuk presleme ile yağ elde edilmesi

Isıl ön işlem ve ultrases ön işlemlerinden sonra fındık içlerinden yağ elde için preslemeye hazırlanmıştır. Fındıklar Arçelik marka Valso model robotta öğütölüp 50'şer gram tartılmıştır. Çalışmada Fred S. Carver Inc. marka (Amerika) hidrolik pres kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : Çalışmada kullanılan hidrolik pres.

Fındıklar öğütölüp 50 gram cihaza yerleştirilmiş ve 9071.85 kg (20000 lbs) sıkma kuvveti ile 20 dk preslenmiştir. Presleme işleminin bitiminde geride kalan pres küspesi tartılmış ve Soxhelet yöntemi ile içerisinde kalan yağ miktarı hesaplanmıştır. Preslemeye giren, çıkan tohum ve yağ miktarlarının kütle dengesine dayanarak presleme ile elde edilen yağ miktarı ve verimi hesaplanmıştır. Eşitlik 3.5 ve Eşitlik 3.6' da pres verimi ve toplam yağ miktarı hesabı gösterilmektedir.

$$\% \text{ Pres verimi} = \frac{\text{Presten elde edilen yağ miktarı}}{\text{Toplam yağ miktarı}} \times 100 \quad (3.5)$$

Formülde presten elde edilen yağ miktarı; toplam yağ miktarından küspedeki yağ miktarı çıkarılarak bulunur. Küspedeki yağ miktarı ise Soxhelet cihazı yardımıyla analiz yapılarak % bileşiminden içerisinde kalan yağ miktarı hesaplanır.

Toplam yağ miktarı; preslenen fındıktan küspe miktarını çıkarılarak presten elde edilen yağ miktarı bulunur ve küspedeki yağ miktarı ile toplandığında toplam yağ miktarı elde edilir. Fındıktan elde edilebilir yağ miktarını (%) hesaplayabilmek için de Eşitlik 3.6 kullanılmıştır.

$$\% \text{ Toplam Yağ Miktarı} = \frac{\text{Fındıktaki toplam yağ miktarı}}{\text{Preslenen fındık miktarı}} \times 100 \quad (3.6)$$

Yağlara karışmış olabilecek partikülleri ayırmak için tüplere konulmuş yağlar Hettich marka Universal 32 R model (Kirchlengern, Almanya) santrifüj cihazına yerleştirilmiş ve 5000 dev/dk devirde 10 dk santrifüjlenmiştir.

3.2.4 Serbest yağ asidi içeriğinin belirlenmesi

Serbest yağ asitliği, (SYA), 100 g yağdaki serbest asitleri nötralize etmek için gerekli NaOH'in mg olarak miktarıdır. Farklı ön işlemler görüp pres sonrası elde edilen yağlarda serbest yağ asitliği AOAC (1990) yöntemine göre tayin edilmiştir. Bir erlene 0.5-1.0 g yağ 0,0001 g hassasiyet ile tartılıp üzerine 40 ml dietil eter-etanol (hacmen 1:1) karışımı eklenmiştir. Fenolftalein indikatörlüğünde faktörü bilinen 0.1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Oleik asit cinsinden serbest yağ asidi (SYA) yüzde olarak titrasyondaki NaOH harcama miktarına göre aşağıdaki Eşitlik 3.7 yardımıyla hesaplanmıştır (Anonymous, 1990; Paquot ve Hautfenne, 1987). Analizler her yağ için en az iki tekrarlı ve iki paralelli olacak şekilde yapılmıştır.

$$\% \text{ SYA} = \frac{282 \times N_{\text{NaOH}} \times V_{\text{NaOH}}}{10 \times m} \quad (3.7)$$

Formülde;

N_{NaOH} : Titrasyonda kullanılan NaOH çözeltisinin normalitesi

V_{NaOH} : Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisinin hacmi (ml)

m : Analiz için alınan numune miktarı (g)

282: Oleik asitin molekül ağırlığı (g/mol)'dir.

3.2.5 Toplam fenolik madde tayini

Toplam fenolik madde tayini için Fuentes ve diğ. (2012)'nin yaptığı çalışmadan yola çıkılarak Folin-Ciocalteu metodu kullanılmıştır. Fındık yağlarından fenolik bileşenlerin ekstrakte edilmesi de bu çalışmadaki gibi yapılmıştır.

Fenolik maddelerin ekstraksiyonu: Yağlardan fenolik madde ekstraktı için 2.5 g yağ numuneleri 5 ml hekzanda çözünerek 3 ml metanol/su (60:40, v/v) ile 2 dk vortekslenmiştir. Karıştırma işleminden sonra iki fazın ve fenolik bileşenlerin kolaylıkla ayrılabilmesi için 3500 rpm de 10 dk santrifüjlenmiştir. Tüplerin üst kısmında ayrılan hekzan fazı pipetle ayrı tüplere alınıp tekrar 3 ml metanol/su (60:40, v/v) karışımıyla vorteks ve santrifüj işlemine devam edilmiştir. Hekzan fazı tekrar alınıp iki işlem sonunda elde edilen metanollü ekstraktlar birleştirilmiştir (Fuentes ve diğ, 2012).

Standart çözeltinin hazırlanması ve kalibrasyon eğrisinin çizimi: Toplam fenolik madde analizinde, kalibrasyon eğrisinin hazırlanmasında gallik asit standart çözeltileri kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrisi hazırlığı için (1, 2, 3, 4, 5 mg/L ve 0 – kör) konsantrasyonlarında gallik asit çözeltileri metanol/su (60:40, v/v) ile hazırlanmıştır. Hazırlanan bu dilüsyonlara da Folin-Ciocalteu metoduna göre örneklerle uygulanan tüm işlemler uyguladıktan sonra Optima marka SP 3000 UV VIS (Tokyo, Japonya) spektrofotometrede 725 nm okunmuştur.

Folin-Ciocalteu Metodu: Fındıklardan elde edilen metanollü ekstraktlardan 0,2 ml alınıp 2,5 ml'ye saf su ile tamamlanmıştır. Folin ayırıcından 0,25 ml eklendikten 3 dk sonra 0,5 ml sodyum karbonat (%35'lik) ilave edilip karıştırılmıştır. Toplam miktarı 5 ml'ye tamamlamak için 1,75 ml saf su eklenip 2 saat sonra absorbansları spektrofotometrede 725 nm'de tanık çözeltiye karşı okunmuştur (Fuentes ve diğ, 2012). Tüm işlemler 3 paralelli çalışılmıştır.

3.2.6 DPPH metodu ile antioksidan aktivitesi tayini

Çalışmalar sonucu elde edilen fındık yağlarının toplam antioksidan aktivitesinin tayini için Kalantzakis ve diğ. (2006) ve Altun ve diğ. (2013)' nin uyguladığı metotlar modifiye edilerek uygulanmıştır. Fındık yağlarından antioksidan ekstraksiyonunda da bu çalışmalardaki yöntem kullanılmıştır. Yağlardan 2,5 g alınarak 5 ml hekzan ve 5 ml metanol/su (60:40, v/v) birlikte 2 dk vortekslenmiştir ve 3500 rpm'de 10 dk santrifüj işlemi uygulanmıştır. Böylece metanol su karışımında çözünmeyen kısım hekzanda çözünüp ekstrakte olmuştur.

Metodun uygulanışı: DPPH çözeltisinden 10^{-4} M konsantrasyonda 250 ml hazırlayabilmek için 0,0986 g DPPH tartılıp balon jojede metanol/su (60:40, v/v) ile hacme tamamlanmıştır (DPPH'in molekül ağırlığı 394,32 g/mol'dür.).

Metanol/su (60:40, v/v) ile ekstrakte olmuş fındık yağı numunelerinden tüplere 100 µl alınıp üzerine 10⁻⁴ M konsantrasyondaki DPPH çözeltisinden 1 ml eklenmiştir. Oda koşullarında, karanlık bir yerde 30 dk bekletildikten sonra tanık çözeltiye karşı (metanol/su (60:40, v/v)) 517 nm’de Optima marka SP 3000 UV VIS (Tokyo, Japonya) spektrofotometrede okunmuştur. Antioksidan aktivite (AA), Eşitlik 3.8’deki formül kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar DPPH % radikal yakalama aktivitesi olarak verilmiştir (Altun ve diğ, 2013).

$$\% AA = \left[\frac{(A_{DPPH} - A_{\text{Örnek}})}{A_{DPPH}} \right] \times 100 \quad (3.8)$$

% AA : Yüzde antioksidan aktivite

A_{DPPH} : DPPH çözeltisinin absorbansı

A_{Örnek} : Yağ numunelerinin absorbansı

3.2.7 Yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi

Farklı ön işlemler uygulanarak pres sonucu elde edilen fındık yağlarının yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi için TS EN ISO 12966-1 metodu kullanılmıştır. GC-FID cihazında ve Fused silika kapiler kolonunda (DB 23, Supelco 2880 SP) analiz yapılmıştır. Kullanılan kimyasallar kromatografik saflıktadır (Anonim, 2015). Gaz kromatografisi analiz koşulları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 : Gaz kromatografisindeki analiz koşulları

Enjeksiyon Koşulları	
Enjeksiyon miktarı	1 µl
Enjeksiyon modu	Split
Taşıyıcı gaz	Hidrojen
İnlet sıcaklığı	250°C
Split oranı	20:1
Lineer velocity modu	
Fırın sıcaklığı	
Programlı çalışma	Başlangıç : 0 - 60°C (1 dk.) 1. aşama: 20 - 165°C (30 dk) 2. aşama: 10 - 190 (35 dk) 3. aşama: 20- 210°C (10 dk.)
Dedektör Koşulları	
Dedektör tipi	FID
Dedektör sıcaklığı	250°C
Hidrojen akış hızı	30 ml/dk
Hava akış hızı	300 ml/dk
Oluşturulan akış hızı	30 ml/dk

Metodun uygulanışı: Tüplere yağlardan 0,1 mg alınır, 2ml n-heptan eklenip çalkalanır. Üzerine 0,2 ml 2N metanollü KOH eklenip yağlar beyazlaşınca kadar kuvvetlice çalkalandıktan sonra dinlenmeye bırakılır. Berraklaşma tamamlanınca üst kısımdaki fazdan alınıp gaz kromatografisine enjekte edilir (Anonim, 2015).

3.2.8 İstatistiksel analiz

İstatistiksel analiz amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve Tukey çoklu karşılaştırma testi ile %95 güvenirlik seviyesinde örnekler arasında bir fark olup olmadığı SPSS (version 20.0.0, IBM) (ABD) paket programı kullanılarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Fındıkların Karakterizasyonu

Fındık tohumlarının genel karakteristik özelliklerini belirlemek üzere yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 : Fındıkların bazı karakteristik özellikleri.

İçerik	Kuru Madde Bazlı (g/100g)	Literatür ¹ (g/100g)	Literatür ² (g/100g)	Literatür ³ Tombul (g/100g)	Literatür ⁴ Tombul (g/100g)
%Protein	18.2 ± 0.9*	16.6	10 - 24 g	21.2	17.5
% Yağ	60.6 ± 2.2	61.9	50 - 73 g	60.7	64.6
% Kül	2.3 ± 0.6	-	1 - 3.4 g	2.4	2.4
% Nem	4.6 ± 0.2	4.7	2 - 6.5 g	4.2	4.6
Kırılma indisi	1.464	1.468-1.473**			

*% N x 6.25;

**Türk Gıda Kodeksi, fındık yağı kırılma indisi (nD20) (Url-3)

¹Schlörmann ve diğ. (2015)

²Şimşek (2004); Kırbaşlar ve Erkmen (2003)

³Özdemir ve Akıncı (2004)

⁴Köksal (2002)

Çalışmada kullanılan fındıkların karakteristik özelliklerinin, literatürde yapılan diğer çalışmaların değerleriyle benzer olduğu görülmektedir.

4.2 Isıl Ön işlem Denemeleri

Isıl işlem uygulamaları yağlı tohumun çeşidine göre 80 °C ile 150 °C arasındaki sıcaklıklarda değişir (Veldsink ve diğ., 1999). Fındıklara genellikle karakteristik duyuşsal veya doku özellikleri elde etmek için ısıl işlem özellikle kavurma işlemi yapılır (Amaral ve diğ., 2006). Düzgün doku oluşumu ve fındık tadı oluşumunu geliştirmenin yanı sıra mikroorganizmaları yok etmek, çekirdeklerin zarlarını (tohum kat) kaldırmak, enzimleri inaktive etmek ve su aktivitesini azaltmak için kavurma işlemi uygulanır (Özdemir ve diğ, 2001; Fellows, 2000). Sıcaklık değeri 130-140°C'den daha yüksek uygulanan işlemlerde, hidroperoksitler stabil değildir ve daha yüksek oranda kendi formlarından ayrışır. Böylece yüksek derecelerdeki kavurma

işlemlerinde proses için önemli olan ikincil oksidasyon ürünleri oluşur (Dobarganes ve diğ, 1999; Masson ve diğ, 1997). Kavurma işleminde değişen fizikokimyasal değişimler sonucunda yağ oksidasyon oranı değişebilecektir. Dış kabuk olmadan, tohum hızla bozunma değişiklikleri yaşar ve raf ömrü kısalmır. Lipidlerin oksidasyonu ve acılaştırmanın oluşum hızı sıcaklığa son derece bağlıdır ve yüksek sıcaklıklarda hızla artar (Nogala-Kalucka ve Gogolewski, 2000; Senesi ve diğ, 1996, 1991; Sattar ve diğ, 1990).

Literatürdeki bilgilerden yola çıkarak, bu çalışmada ultrases işlemiyle karşılaştırılacak olan ısı ön işleminde kavurma sıcaklığını belirlemek için farklı ısı işlem denemeleri yapılmıştır. İç fındıklara 130°C’de 30 dk, 140°C’de 30 dk, 150°C’de 30 dk ve 130°C’de 50 dk olmak üzere ısı işlem uygulamaları yapılarak Soxhelet cihazıyla elde edilen yağların serbest yağ asidi içerikleri belirlenmiştir. SYA değerleri Çizelge 4.2’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.2 : Fındıklara uygulanan ısı ön işlem sonrası yağların SYA değerleri.

Isıl ön işlemler	% SYA
130°C, 50 dk	1,48 ± 0,42 ^a
130°C, 30 dk	1,52 ± 0,02 ^a
140°C, 30 dk	1,18 ± 0,03 ^a
150°C, 30 dk	1,75 ± 0,79 ^a

İstatistiksel açıdan SYA değerleri arasında önemli bir fark bulunmamış olup, en düşük serbert yağ asit değerine sahip olan, uygulama süresinin az olduğu 140°C, 30 dk’lık ön işlem deney planının devamında uygulanacak ön işlem olarak tercih edilmiştir.

4.3 Ultrases Uygulaması

Ultrasonik uygulama 1:2 (kütle:hacim) katı sıvı oranında 100 gr fındık, 200 ml etil alkol kullanılarak, cihazın güç ayarı %30 da iken 0, 3, 6 ve 9 cycle (vurgu) ayarlarında 30 dakika ve 60 dakika sürelerinde uygulanmıştır.

Alkolü uzaklaştırılan fındıklar prestan geçirilerek küspe miktarı, elde edilen yağ miktarı, küspede kalan yağ miktarı değerleriyle pres verimi ve toplam yağ oranları hesaplanmıştır. Fındıktaki toplam yağ miktarı küспенin % yağ içeriği Soxhelet cihazında hesap edilerek bulunmuştur (Şeran, 2011).

Pres işlemi ön işlem gören ya da ön işlem görmeyen tüm fındıklara uygulanmış olup, esas görmek istediğimiz uygulanan ultrases işlemlerinin ve ısıl işlemin fındıktan ne kadar yağ çıkarabildiğidir. Presle elde edilen yağlarda serbest yağ asitliği analizi yapılmış ve uygulanan işlemlerin % toplam yağ miktarı, % pres verimi ve % SYA sonuçlarının kontrol değerleriyle ve birbiriyle karşılaştırılmasının istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 : İşlemlerin % toplam yağ miktarı, % pres verimi ve % SYA sonuçları ve istatistik analizi.

İşlemler	Toplam yağ miktarı (%)	Pres verimi (%)	SYA (%)
0 (Kontrol)	59.3 ± 2.2 ^c	45,4 ± 0,9 ^a	1,12 ± 0,03 ^a
Ultrases işlemleri (vurgu, süre)			
1 (sürekli, 30 dk)	65.4 ± 2.5 ^{ab}	48,9 ± 17,6 ^a	0,66 ± 0,04 ^{cd}
2 (% 30 , 30 dk)	66.9 ± 0.5 ^{ab}	45,6 ± 9,0 ^a	0,77 ± 0,06 ^{bcd}
3 (% 60 , 30 dk)	65.8 ± 2.5 ^{ab}	47,6 ± 0,0 ^a	1,13 ± 0,1 ^a
4 (% 90 , 30 dk)	65.9 ± 0.9 ^{ab}	41,7 ± 7,2 ^a	0,72 ± 0,04 ^{cd}
5 (sürekli, 60 dk)	62.8 ± 0.0 ^{abc}	50,1 ± 3,9 ^a	0,97 ± 0,14 ^{abc}
6 (% 30, 60 dk)	64.1 ± 0.1 ^{abc}	45,1 ± 2,3 ^a	0,62 ± 0,05 ^d
7 (% 60, 60 dk)	61.7 ± 1.7 ^{bc}	46,3 ± 2,5 ^a	0,78 ± 0,16 ^{bcd}
8 (% 90, 60 dk)	58.7 ± 1.4 ^c	49,9 ± 2,6 ^a	1,19 ± 0,19 ^a
Isıl işlem (sıcaklık, süre)			
9 Isıl (140°C, 30dk)	68.7 ± 0.3 ^a	49,8 ± 6,2 ^a	1,04 ± 0,20 ^{ab}

Aynı sütunda farklı harf (a, b, c) taşıyan değerler arası fark önemli bulunmuştur (P<0.05).

Frekans bir saniyede oluşan dalga (titreşim) sayısıdır. Burada bütün ultrases işlemlerinin frekansı aynı olup cihazdaki cycle değerleri değiştirilerek darbenin saniyede aktif olduğu zaman aralığı değiştirilmektedir.

Kullandığımız cihaz Bandelin Sonopuls'un 3 cycle ayarında dalganın % 30'luk kısmı boyunca daha güçlü olup bir darbe oluşumu söz konusudur. Diğer bir yorumla dalga başlangıcından 0.3 saniye boyunca bir vurgu oluşmaktadır.

Saniyenin tamamı boyunca aktif olunan sürekli ve sabit güç ayarı verilen değer 1 işlemi olup 'sürekli' olarak ifade edilmiştir. Burada 1 saniyenin hepsinde aktif olduğu için diğer ayarlar gibi dalganın içinde bir vurgu oluşumu söz konusu değildir.

Çizelge 4.3'ten vurgunun sinyal başlangıcının ilk zamanlarında aktif olması sürekli aktif olmasından ve dalganın son kısımlarına kadar aktif olmasından az da olsa daha etkili olduğu görülmektedir. Aktif zaman aralığı % 30 olan ultrases işlemleri toplam yağ miktarını en çok artıran vurgu modudur.

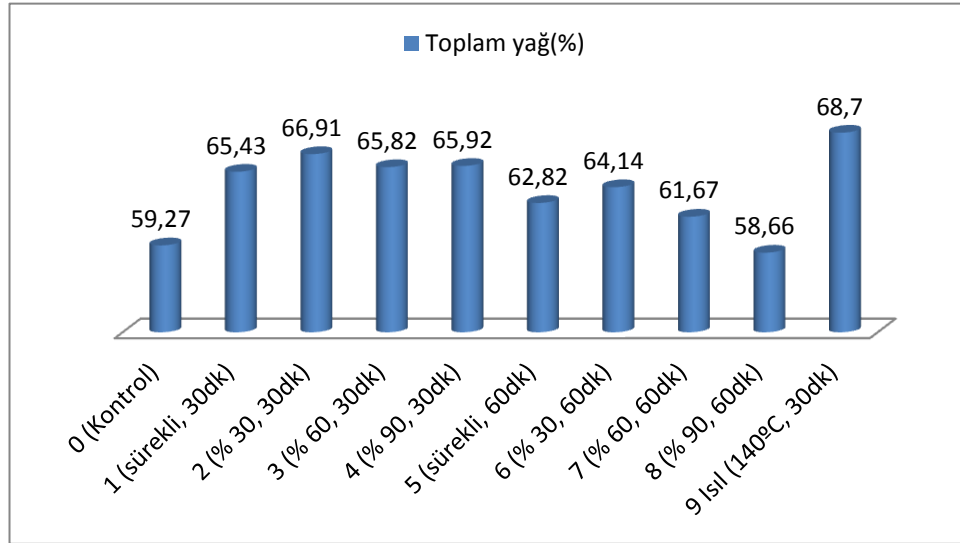
Sun ve Ye (2013)'nin yaptığı çalışmada sürekli aktif modun ve darbeli modun etkililiği araştırılmış ve darbeli modun sürekli moddan daha etkili olmasının darbe zaman aralıklarına ve uzunluğuna bağlı olarak değişebileceği belirtilmiştir. Ayrıca darbeli modun artan ya da azalan sonokimyasal aktivitesi hakkında sürekli modla karşılaştırıldığında kesin bir yargıya varılamadığı belirtilmiştir. Darbe uzunluğunun 0,1 sn de yani % 10 vurgulu darbeye herhangi bir etkiye sahip olmadığını, ancak darbenin 0,1-1 sn artan aralıklarında sürekli aktif moda göre darbeli modun sonokimyasal aktivitesinin azaldığı görülmüştür. Bu da toplam yağ miktarındaki artışın aktif zaman aralığı % 30 (0,3 sn) olan ultrases işlemlerinde daha fazla olmasını açıklamaktadır.

Goula (2012), nar tohumundan yağ ekstraksiyonu yaptığı çalışmada 2 dk ve 40 dk arasında değişik sürelerde farklı ultrases işlemleri uygulamış ve ekstraksiyon süresinin 2 dk ile 20 dk arasında artış gösterirken 20 dk'dan 40 dk'ya ekstraksiyon veriminde fazla bir artış gözlemlenmemiştir. Maksimum verim ise 20 dk civarında bulunmuştur. Birinci aşamada verimin daha fazla artış göstermesini çözücünün hücre duvarına zarar vermesi ve hücre içinde bulunan maddelerin çözücüye geçmesiyle açıklarken; ikinci aşamadaki verim azalışını, içindeki çözünür maddeleri çözücüye geçmiş geriye kalan kütleye tekrar çözünmüş bileşiklerin dış difüzyonu ile açıklanmaktadır. Zang ve diğ. (2008)'de keten tohumunda ultrases destekli işlemin en etkili ilk 30 dk içinde olduğunu belirtmişlerdir. Ultrasonik dalgaların hücre duvarına zarar vermesiyle çözücü ve bileşenler arasında geniş yüzey alanının oluştuğunu ve daha fazla yağın yüzeyde görüldüğünü ifade etmişlerdir. Bununla birlikte bu etki hücre iç duvarından mesafe arttıkça azaldığını rapor etmişlerdir.

Goula (2012) ve Zang ve diğ. (2008)'n çalışmalarında ifade edildiği üzere toplam yağ miktarının (%) ilk 30 dk boyunca daha etkili olması başlangıçta çözücü ile fındık maddeleri arasında geniş yüzey alanı oluşup fındık içindeki yağ maddeleri hızla çözücüye geçerken, süre arttıkça yağı büyük oranda çözücüye geçmiş fındık materyaline yağ bileşenleri tekrar dış difüzyon oluşturmaktadır. Ultrases ön işlemlerinin 30 dk uygulanması daha uygun görülmektedir.

Elde edilen toplam yağ miktarlarının preslenen fındık miktarlarına oranları incelendiğinde (% toplam yağ miktarı) işlemler arasında istatistiki olarak fark mevcuttur. Isıl işlem uygulaması kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

Çizelge 4.3’de ilk dört işlem kendi arasında önemli bir farka sahip değilken kontrol grubundan farklıdır. Bu dört işlem 30 dk’lık sürede farklı periyotlarda uygulanan ultrases işlemlerini içermektedir. İşlemlerden 5, 6, 7 ve 8 ile numaralandırılmış olanlar kontrol grubundan farklı değildir. Uygulanan ısıl işlemin elde edilen yağ miktarının ham fındığa göre % 9.4 dolayında bir artışa neden olduğu ve istatistiksel olarak önemli olduğu yorumu yapılabilir. Uygulanan ilk dört işlemin de ısıl işlem kadar etkili olduğu ve bu dört işlem içinde, kontrole göre en çok miktar artışının % 7.6 ile 30 dk’da % 30’luk darbe (3 cycle) uygulanan ultrases işlemi ile sağlandığı görülmüştür. Uygulanan ultrases işlemlerinde sürenin 60 dk’ya arttırılması yağ miktarını arttırmamış aksine azaltıcı bir etki göstermiştir. Ancak bu azalışın 8. işlem haricinde istatistiki olarak bir önemi yoktur. İşlemlerin toplam yağ miktarları (%) Şekil 4.1’de grafik olarak verilmiştir.



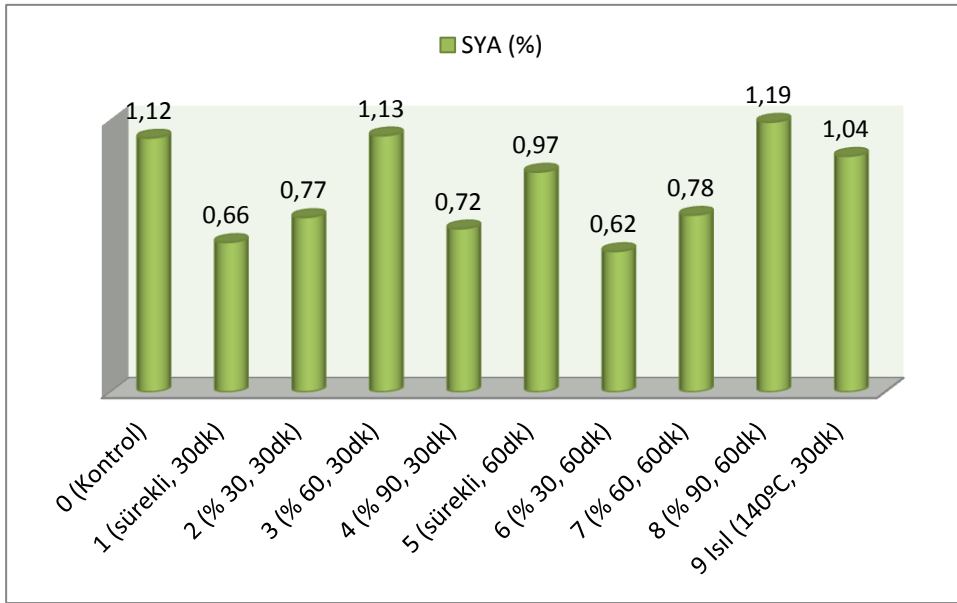
Şekil 4. 1 :İşlem yağlarının toplam yağ (%) değerlerinin grafik üzerinde gösterimi.

Pres verimi incelendiğinde işlemler arasında hiçbir farklılık görülmemektedir. Yani presin etkinliği bütün işlemler için homojen olup yapılan pres işlemleri birbirinden farklı değildir. Ancak yapılan işlemler küspede kalan miktarıyla birlikte elde edilebilen yağ miktarı ve tohum miktarına oranlarında (% toplam yağ miktarında) fark oluşturmuştur.

SYA (%) incelendiğinde en düşük değere sahip olan 0,62 ile % 30 vurgulu 60 dk uygulanan ultrases işlemi ve en yüksek değere sahip olan 1,19 ile % 90 vurgulu 60 dk uygulanan ultrases işlemleridir.

Kontrolle arasında istatistiksel olarak fark olan işlemler sırasıyla 0,66; 0,77; 0,72; 0,62 ve 0,78 değerleriyle 1, 2, 4, 6, 7 olarak numaralandırılmış işlemlerdir. Bu işlemlerin serbest yağ asitliği kontrol yağının serbest yağ asitliğinden daha düşüktür. Isıl işlemle elde edilen yağ ile kontrol yağının serbest yağ asitliği arasında önemli bir fark yoktur. Isıl ön işlemle görülen SYA değerindeki düşüş önemli bulunmamaktadır. En düşük serbest yağ asitliğine 0,62 değeriyle % 30' luk vurgulu (3 cycle) 60 dk'da uygulanan 6. işlem sahip olmakla birlikte 1., 2., 4. ve 7. işlemlerin 6.' dan istatistiksel olarak bir farkı yoktur. Yani 1., 2. ve 7. işlemler de düşük SYA değerine sahiptirler.

Uygulanan ultrases işleminin çoğunda SYA değerinde önemli bir düşüş görülmekte, ultrases işlemi yağın SYA değeri bakımından kalitesini artırmaktadır. İşlemlerin serbest yağ asidi değerleri Şekil 4.2'de grafik olarak verilmiştir. Sonuçlara göre ultrases işleminin lipaz enzimlerinin inaktif olmasında daha etkili olduğu söylenebilir.



Şekil 4.2 : İşlem yağlarının SYA (%) değerlerinin grafik üzerinde gösterimi.

Toplam yağ miktarında (%), vurgu gruplarının 30 dk ve 60 dk sürelerinin kontrol grubu ve ısıl işlem sonuçlarıyla istatistik olarak karşılaştırılması Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4 : Toplam yağ miktarı (%).

İşlemler				
0 (Kontrol)	59,3 ± 2,2 ^b	59,3 ± 2,2 ^c	59,3 ± 2,2 ^b	59,3 ± 2,2 ^b
9 (Isıl işlem)	68,7 ± 0,3 ^a	68,7 ± 0,3 ^a	68,7 ± 0,3 ^a	68,7 ± 0,3 ^a
	<u>Sürekli</u>	<u>% 30 vurgulu</u>	<u>% 60 vurgulu</u>	<u>% 90 vurgulu</u>
30dk ultrases	65,4 ± 2,5 ^{ab}	66,9 ± 0,5 ^{ab}	65,8 ± 2,5 ^{ab}	65,9 ± 0,9 ^a
60dk ultrases	62,8 ± 0,0 ^{ab}	64,1 ± 0,1 ^b	61,7 ± 1,7 ^{ab}	58,7 ± 1,4 ^b

Aynı sütunda farklı harf (a, b, c) taşıyan değerler arası fark önemli bulunmuştur (P<0.05).

Uygulanan cycle değerlerine göre 30 dk'lık, 60 dk'lık ve ısıtma işlemin toplam yağ miktarının yüzde olarak kontrolle karşılaştırıldığında da bazı farklılıklar bulunmaktadır.

Cycle 0 ayarında sürekli aktif mod için; ultrases işleminin 30 dk ve 60 dk uygulanması hem kontrol grubuyla hem de ısıtma işlemle arasında bir fark oluşturmamıştır. Bu işlem dalganın ortasında vurgunun oluşmadığı stabil, sürekli ve güçlü olarak oluşan ses dalgasıdır.

Cycle 3 ayarında 0,3 saniye aralığında aktif yani dalganın % 30'nun vurgulu olduğu işlem için; 30 dk ve 60 dk uygulanan işlemde kontrolle arada fark oluşurken işlemin 30 dk uygulanması ya da 60 dk uygulanması önemli bir fark oluşturmamıştır.

Cycle 6 ayarında 0,6 saniye aralığında aktif yani dalganın % 60'nın vurgulu olduğu işlem için; 30 dk ve 60 dk'lık işlemlerle kontrol arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Süre değerleri kendi aralarında ve ısıtma işlemle aralarında anlamlı bir farklılığa sahip değildir.

Cycle 9 ayarında 0,9 saniye aralığında aktif yani dalganın % 90'nın vurgulu olduğu işlem için; 30 dk ve 60 dk'lık işlemler arasında anlamlı bir farklılık vardır. 60 dk'lık işlemle kontrol arasında bir farklılık görülmezken 30 dk'lık işlem kontrolden istatistiksel olarak farklıdır. Isıtma işlemle 30 dk'lık işlem arasında fark görülmemektedir.

İşlemlerin 30 dk'lık ve 60 dk'lık sürelerde yapılmış olması, toplam yağ miktarını (%) artırmada istatistiksel olarak bir öneme sahip değildir (Çizelge 4.4) Hatta 60 dk uygulanan işlemler yüzde olarak 30 dk'lık işlemlere göre azalış göstermekle birlikte bu azalış istatistiksel olarak % 90 vurgulu haricinde önem arz etmemektedir. Ultrasesin % 90 vurgulu olarak uygulanan 60 dk'lık işlemi ise 30 dk'lık işleme göre azalma göstermekte ve bu fark istatistiksel olarak önemlidir. Ayrıca burada kontrolle arasında

fark görülen işlemler % 30 vurgulu uygulanan 30 dk ve 60 dk işlemle, % 90 vurgulu uygulanan 30 dk'lık işlemidir.

Serbest yağ asitliğinde (%), vurgu gruplarının 30 dk ve 60 dk sürelerinin kontrol grubu ve ısıtma işlem sonuçlarıyla istatistik olarak karşılaştırılması Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 : Serbest yağ asitliği (%).

	İşlemler			
0 (Kontrol)	1,12 ± 0,03 ^a	1,12 ± 0,03 ^a	1,12 ± 0,03 ^a	1,12 ± 0,03 ^b
9 (Isıl işlem)	1,04 ± 0,20 ^a	1,04 ± 0,20 ^{ab}	1,04 ± 0,20 ^{ab}	1,04 ± 0,20 ^{ab}
	<u>Sürekli</u>	<u>% 30 vurgulu</u>	<u>% 60 vurgulu</u>	<u>% 90 vurgulu</u>
30dk ultrases	0,66 ± 0,04 ^b	0,77 ± 0,06 ^{bc}	1,13 ± 0,06 ^a	0,72 ± 0,04 ^b
60dk ultrases	0,97 ± 0,14 ^{ab}	0,62 ± 0,05 ^c	0,78 ± 0,16 ^b	1,19 ± 0,19 ^a

Aynı sütunda farklı harf (a, b, c) taşıyan değerler arası fark önemli bulunmuştur (P<0.05).

Uygulanan cycle değerlerine göre 30 dk'lık, 60 dk'lık ve ısıtma işlemin SYA (%) değerlerinin kontrolle karşılaştırmalarında da bazı istatistiksel olarak farklılıklar bulunmaktadır.

Sürekli aktif modda ultrases için; 30 dk'lık işlemin SYA değeriyle 60 dk'lık işlemin SYA değeri arasındaki fark önemli değildir. Kontrol, ısıtma işlem ve 60 dk'lık işlemler arasında da istatistiksel olarak fark yokken 30 dk işlemin SYA değeri kontrol yağı ve ısıtma işlem yağının asitlik değerinden anlamlı düzeyde farklıdır. Bu değer 0,66 olup SYA değeri açısından oldukça iyi bir değerdir.

Ultrasesin % 30 vurgulusu için; en düşük değere 0,62 ile 60 dk'lık işlem sahiptir. Ancak 30 dk'lık ve 60 dk'lık işlemlerin SYA değerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. İkisinin de SYA değeri kontrol grubundan önemli bir fark göstermektedir. Isıtma işlemle kontrol arasındaki SYA değerinde fark olmadığından ısıtma işlemle de fark görülmektedir.

Ultrasesin % 60 vurgulusu için; 30 dk'lık ve 60 dk'lık işlemlerin SYA değerleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Ultrasesin 30 dk'lık işlem sonuçları kontrol sonuçlarından ve ısıtma işlem sonuçlarından farklı değildir. Ultrasesin 60 dk'lık işlem sonucu ise ısıtma işlem sonucundan farklı değilken kontrolle aralarında istatistiksel olarak fark vardır.

Ultrasesin % 90 vurgulusu için; 30 dk'lık ve 60 dk'lık işlemlerin SYA ortalamaları istatistiksel olarak fark içermektedir. Ultrasesin 30 dk'lık işlemin SYA değeri kontrol

ve ısıtıl işleminden anlamlı bir farklılığa sahip değildir. Ultrasesin 60 dk'lık işlem sonucu ise ısıtıl işleminden farklı olmamakla birlikte kontrolle aralarında önemli bir farklılık göstermektedir.

Sürekli aktif mod ve % 30 vurgulu (cycle 3) ayarında uygulanan ultrases işleminin 30 dk ve 60 dk arasındaki SYA değerinde önemli bir fark olmazken, % 60 vurgulu ve % 90 vurgulu işlemlerindeki 30 dk ve 60 dk arasında fark istatistiksel olarak önemlidir (Çizelge 4.5). Daha önceki SYA değerlendirmelerinde SYA asitliği bakımından en iyi sonuçları veren işlemler 1., 2., 4., 6. ve 7. işlemlerin olduğu belirtilmişti ki burada da SYA değerinde en düşük değeri (sırasıyla 0,77 ve 0,62) hem 30 dk'da hem de 60 dk'da veren işlem % 30 vurgulu ultrases işlemidir. Serbest yağ asitliğinde en başarılı sonucu veren %30 vurgulu (cycle 3) ayarında uygulanan ultrases işlemleri olduğu söylenebilir. Toplam yağ miktarını artırmada da en yüksek sonucu veren uygulama yine % 30 vurgulu uygulanan ultrases işlemidir.

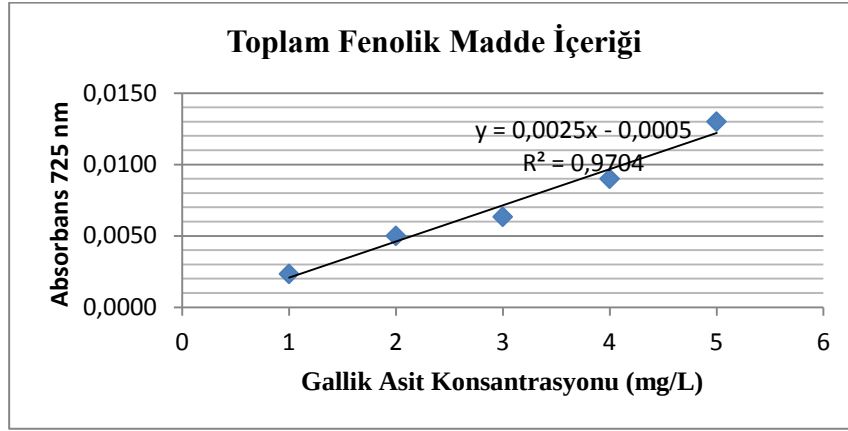
Luque-Rodriguez ve diğ, (2005), artan sıcaklık uygulamalarının triaçilgliserollerden istenmeyen serbest yağ asidi oluşumlarına sebep olduğunu belirtmiştir. Buna göre ısıtıl ön işlemin SYA değerlerinin ultrasese göre fazla olması anlaşılabilir. Isıtıl işlem yağının SYA değerinin kontrol yağının SYA değerinden düşük olması, ısıtıl işlemin uygun ısıtıl değerlerde kullanıldığında lipaz enzimini inaktif etmesi ile açıklanabilir (Özdemir ve diğ, 2001; Fellows, 2000). Bazı ultrases işlemlerinin daha yüksek çıkması henüz tam yargıya varılamayan darbe modlarının etkisine bağlıdır.

4.4 Toplam Fenolik Madde Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Numunelerin absorbans değerlerine karşılık konsantrasyon değerleri yardımıyla kalibrasyon eğrisi gallik asit (mg/kg) cinsinden hesap edilerek ifade edilmiştir. Kalibrasyon eğrisi ve toplam fenolik madde içerikleri Şekil 4.3 ve Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6'da uygulanan işlemlerin bazılarının ham fındıktaki fenolik bileşenlerin yağa geçişini artırdığı bazılarının ise azalttığı görülmektedir. En yüksek GAE (mg/kg) değerine 37,6 ile 5. işlem (sürekli, 60 dk); en düşük GAE (mg/kg) değerine 3,8 ile 2. işlem (% 30 vurgu, 30dk) ve 6. işlem (% 30 vurgu, 60dk) sahiptir. Ultrases işleminin % 30 vurgulu uygulanması fenolik madde içeriğini azalttığı görülmektedir. İşlemler arasında fenolik bileşen miktarlarındaki farklılıklar istatistik açıdan önemli bulunmuştur. Kontrol grubundan farklı bulunan 5 ve 7 işlemler olmakla birlikte bu

işlemlerin değerleri (sırasıyla 37,6 mg/kg ve 34,1 mg/kg) kontrol grubundan (17,0 mg/kg) daha yüksektir.



Şekil 4.3 : Gallik asit kalibrasyon eğrisi.

Çizelge 4.6 : Fındık yağlarındaki fenolik bileşenlerin gallik asit cinsinden değerleri.

İşlem Yağları	mg GAE/kg
0 (Kontrol)	17,0 ± 0,3 ^{cde}
1 (sürekli, 30 dk)	5,9 ± 0,3 ^e
2 (% 30, 30 dk)	3,8 ± 1,4 ^e
3 (% 60, 30 dk)	29,5 ± 1,4 ^{abc}
4 (% 90, 30 dk)	9,5 ± 1,4 ^{de}
5 (sürekli, 60 dk)	37,6 ± 1,0 ^a
6 (% 30, 60 dk)	3,8 ± 2,4 ^e
7 (% 60, 60 dk)	34,1 ± 4,4 ^{ab}
8 (% 90, 60 dk)	15,2 ± 3,3 ^{cde}
9 Isıl (140°C, 30 dk)	22,1 ± 4,6 ^{bcd}

Aynı sütunda farklı harf (a, b, c) taşıyan değerler arası fark önemli bulunmuştur (P<0.05).

Isıl işlem uygulanmış fındıklardan elde edilen yağların fenolik içeriği kontrol grubundan sayısal değer olarak yüksek olmasına rağmen istatistiksel açıdan fark önemli bulunmamıştır.

Isıl işlem yağlarının fenolik madde sonuçları ile ultrases işlemi sonucunda elde edilen yağların fenolik içerikleri arasında fark bulunan gruplar 1, 2, 5 ve 6 işlemleridir. Sayısal değerleri sırasıyla 5,9 mg/kg, 3,8 mg/kg, 37,6 mg/kg ve 3,8 mg/kg'dır. Bunlar arasında ısıl işleme göre yüksek değere sahip olan 5 numaralı yani sürekli aktif modda 60 dk uygulanan ultrases işlemidir. Diğer ultrases işlemlerindeki yağların fenolik içeriği ile ısıl işlem sonucu elde edilen yağın fenolik içerikleri istatistik açıdan farklı değildir. Buna rağmen istatistik açıdan önemli görülmesine de 29,5 mg/kg, 34,1 mg/kg değerlerine sahip % 60 vurgulu ultrases işlemi uygulanan 30

dk'lık ve 60 dk'lık 3. ve 7. ultrases işlemleri miktar olarak ısıl işlem uygulanmış fındıkların fenolik içeriklerinden daha yüksek bulunmuştur. Burada % 60 vurgulu işlemin fenolik bileşenleri yağa geçirme etkisinin diğer işlemlere göre daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Ancak en yüksek fenolik içeriğine sürekli aktif modda uygulanan 60 dk'lık 5. işlem (37,6 mg/kg) olduğu görülmektedir. Etanollü ortamda uygulanan ultrases işlemi sırasında darbe ve ultrases dalgalarının etkisiyle fındığın iç kabuk kısmında bulunan fenoliklerin yağa geçişinin artması söz konusudur.

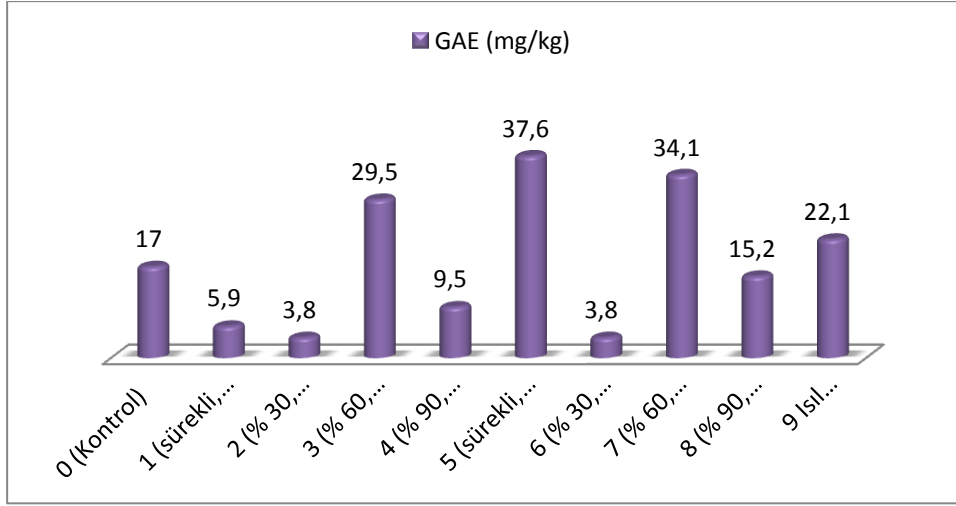
Şimşek (2004) 'in bazı fındık çeşitlerine uyguladığı kavurma işlemleri sonucunda fındıkta yaptığı fenolik değerleri incelenmiştir. Bu sonuçlara göre ham fındıkta gallik asit cinsinden 25,2 mg/kg; 145°C de 36 dk kavrulmuş fındıkların fenolik içerikleri 10,0 mg/kg bulunmuştur.

Isıl ön işlem yağının toplam fenolik madde değerinin kontrol grubu yağının toplam fenolik madde değerinden yüksek olmasıyla, Karataş (2015)'nin susam tohumlarına yaptığı ısıl işlemlerde 210°C'de kavurma işleminin 165°C kavurma işlemine göre gallik asit cinsinden daha yüksek toplam fenolik madde değerlerine ulaşması benzer bulunmaktadır. Artan derecelerde ısıl işlem uygulamaları toplam fenolik madde miktarını artırabileceği yorumu yapılabilir.

Ma ve diğ, (2009)'nin yaptığı çalışmalarda ultrasesin artan güç oranları narenciye kabuklarından fenolik maddelerin verimine pozitif etkisi görülmüştür. Gücün 3,2 W'den 30 W'a artması fenolik maddelerin verimini arttırırken 30 W'dan sonra aşamalı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. Ma ve diğ, (2009)'nin yaptığı çalışmalarda da görüldüğü üzere; çalışmada darbe aşamalarında gücün daha kuvvetli olması % 60 vurguda daha iyi sonuçlar elde edilmesini ve sürekli modda güçlü dalga uygulamasının en yüksek fenolik madde miktarına sahip olmasını açıklamaktadır.

Şimşek (2004)'in bazı fındık çeşitlerine uyguladığı kavurma işlemleri sonucundaki fenolik madde miktarları incelenmiştir. Kavurma prosesinin ilk başlarında uzaklaşan zar tabakası ile fenolik maddelerin önce düştüğü daha sonra artan sıcaklık dereceleri ve süreleri ile bazı fenolik maddelerin arttığı gözlemlenmiştir. Fındık zar tabakasında (testa) önemli düzeyde fenolik bileşiklerin bulunduğu belirtilmiştir.

Şimşek (2004)'in çalışmasında olduğu gibi ısıl işlemin fenolik madde içeriği kontrol grubunun fenolik madde içeriğinden daha fazla olması ısı işleminin kabuktaki fenolik maddeleri artırmasıyla açıklanabilir.



Şekil 4.4 : Fındık yağlarının fenolik madde içeriklerinin gallik asit eşdeğerlerinin karşılaştırılması.

4.5 DPPH Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Antioksidan aktivitesini tayin etmek amacıyla yapılan DPPH analiz sonuçları Çizelge 4.7’de belirtilmiştir. En yüksek antioksidan aktivitesine sahip olan yağ sürekli aktif modda 60 dk uygulanan 78,8 değeriyle 5. işlem yağıdır. En düşük antioksidan aktivitesine sahip olan yağ ise 63,1 değeriyle 3. işlem (% 60, 30 dk) yağıdır (Şekil 4.3).

Isıl ön işlem uygulanıp elde edilen yağların antioksidan aktivite değerleri işlem görmeyen fındıkların yağlarından daha düşük bulunmuştur. Kontrol grubundan istatistiksel olarak farklı olan tek uygulama % 60 vurgulu 30 dk’da uygulanan 3. işlem olup, kontrolden daha düşük değere sahiptir. İstatistiksel olarak 3. işlem (% 60, 30 dk) farklı bulunanlar 5. işlem (sürekli, 60 dk) ve 6. işlem (% 30, 60 dk)’ dir. Diğer işlemler ve kontrol grubu arasındaki fark istatistik açıdan önemli bulunmamıştır. Yani hem ısıl işlem hem de ultrases işlemleri antioksidan aktivite bakımından çok farklı bulunmamaktadır. Buna rağmen ısıl işlem yağındaki değer 64,7 iken ultrases uygulanan 5. işlem (78,8) ve 6. İşlem (78,3) kontrol (77,2) yağından sayısal değer olarak daha yüksektir.

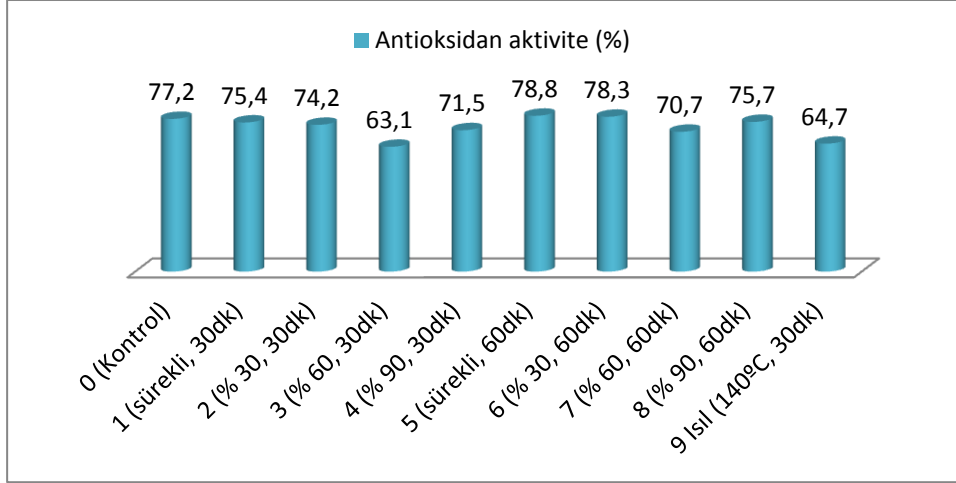
Çalışmada elde edilen sonuçlar Yetim (2011) ve Altun ve diğ. (2013)’nin çeşitli fındık türlerine herhangi bir işlem uygulanmamış fındık yağlarının ve kavrulmuş fındık yağlarının DPPH analiz sonuçlarıyla da karşılaştırıldığında antioksidan aktivite değerleri benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.7 : Fındık yağlarında serbest radikal yakalama kapasitesi (DPPH - % antioksidan aktivite).

İşlem Yağları	Antioksidan Aktivite-(%) radikal yakalama	Altun ve diğ. (2013)		Yetim (2011)		
				Fındık Cinsi	Kavrulmamış	Kavrulmuş
0 (Kontrol)	77,2 ± 1,1 ^{ab}	Tombul	84	Foşa	83,71	67,47
1 (sürekli, 30dk)	75,4 ± 2,0 ^{abc}	Acı	69			
2 (% 30, 30dk)	74,2 ± 1,1 ^{abc}	Foşa	71	Palaz	67,44	63,79
3 (% 60, 30dk)	63,1 ± 1,3 ^c	Palaz	58			
4 (% 90, 30dk)	71,5 ± 4,7 ^{abc}	Kuş	76	Giresun	74,63	67,18
5 (sürekli, 60dk)	78,8 ± 1,5 ^a	İncekara	66			
6 (% 30, 60dk)	78,3 ± 0,6 ^{ab}	Kalınkara	56	G. Yabanisi	88,24	73,44
7 (% 60, 60dk)	70,7 ± 0,2 ^{abc}	Uzunmusa	75			
8 (% 90, 60dk)	75,7 ± 2,4 ^{abc}	Çakıldak	66	Mincane	70,46	64,4
9 Isıl (140°C, 30dk)	64,7 ± 8,2 ^{bc}	Mincane	68			

Aynı sütunda farklı harf (a, b, c) taşıyan değerler arası fark önemli bulunmuştur (P<0.05).

Yetim (2011)'in Giresun (tombul) cinsi fındıklardaki çalışmasında da kavurma işlemi uygulanan fındıkların antioksidan aktivite değerleri (% 47-67) kavurma işlemi uygulanmayan fındıkların antioksidan aktivite değerlerinden (% 48- 74) düşük olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.5 : Antioksidan aktivite sonuçlarının grafik üzerinde karşılaştırılması.

Çağdaş ve diğ. (2011), deve diken tohumlarında uygulanan ultrases destekli ekstraksiyon işlem süresinin artmasıyla örneklerden elde edilen fenolik bileşen miktarında ve bu bileşenlerin antioksidan aktivitelerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir.

Kavitasyon sırasında su molekülleri parçalanarak yüksek aktiviteye sahip serbest radikallerin oluşmasına sebep olabileceğini Riesz ve Kondo (1992) bahsetmiştir. Chemat ve diğ. (2004), ayçiçeği yağı, zeytinyağı ve soya yağı üzerinde emülsifikasyon çalışmalarında ultrases uygulamasının oksidasyona neden olması sebebiyle negatif etki yaptığını belirtmişlerdir. Soria ve Villamiel (2010), ultrasesin kimyasal etkisinin kavitasyon sürecinde su moleküllerini parçalanabilmesi nedeniyle olumlu veya olumsuz etkilerin ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir.

Bahsedilen çalışmalarda görüldüğü gibi ultrases işlemi antioksidan aktiviteyi artırmakta, ancak bazı ultrases işlemlerinde kavitasyon sırasında serbest radikallerin oluşumu söz konusu olup, antioksidan aktivitenin olumsuz etkilendiği yorumu yapılabilir.

4.6 Yağ Asitleri Kompozisyonu

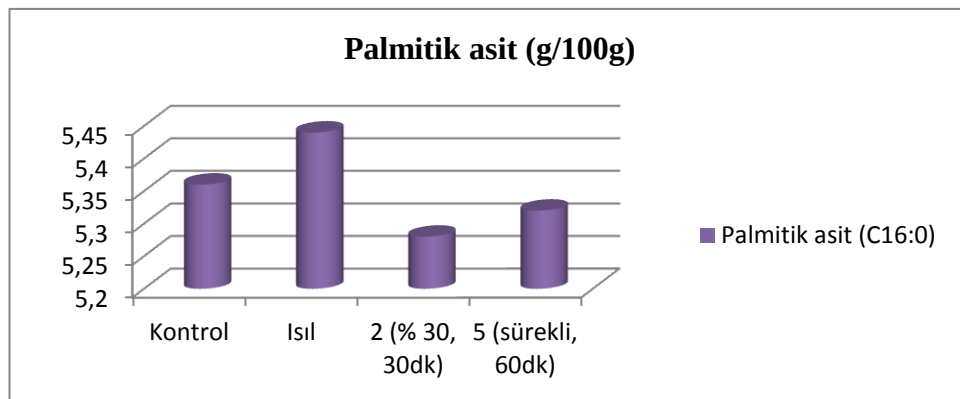
Bazı fındık yağlarında yağ asidi kompozisyonu analizi yapılmıştır. Karşılaştırma yapılabilmek amacıyla kontrol yağı, ısıl işlem yağı ve ultrases işlmelerinden en yüksek % toplam yağ miktarına sahip 2. işlem ile fenolik madde miktarı ve antioksidan aktivitesi en yüksek olan 5. işlem yağları seçilmiştir. Bu yağların yağ asidi kompozisyonları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 : Bazı işlem görmüş fındık yağlarının yağ asitleri (g/100g).

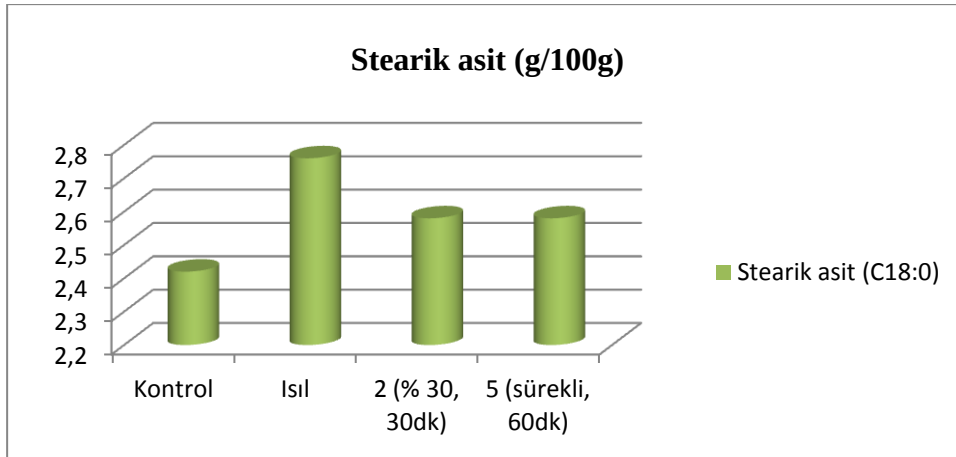
Yağ Asiti	Kontrol yağı	Isıl ön işlem yağı	2. işlem yağı (% 30, 30dk)	5. işlem yağı (sürekli, 60dk)
Mirisitik (C14:0)	0,03	0,03	0,03	0,03
Palmitik (C16:0)	5,36	5,44	5,28	5,32
Palmiteolik (C16:1)	0,18	0,16	0,17	0,17
Heptadekanoik (C17:0)	0,04	0,04	-	-
Heptadeseonoik (C17:1)	0,07	0,06	0,07	0,07
Stearik (C18:0)	2,42	2,76	2,58	2,58
Oleik (C18:1 n-9)	82,89	82,72	82,09	82,55
Linoleik (C18:2 n-6)	8,75	8,50	9,52	9,01
Araşidik (C20:0)	0,11	0,12	0,11	0,11
Eikosenik (C20:1)	0,16	0,16	0,17	0,16

İşlem görmemiş fındık yağının yağ asidi kompozisyonu Alaşalvar ve diğ. (2003)’nin yaptığı çalışmalarla benzer değerleri içermektedir.

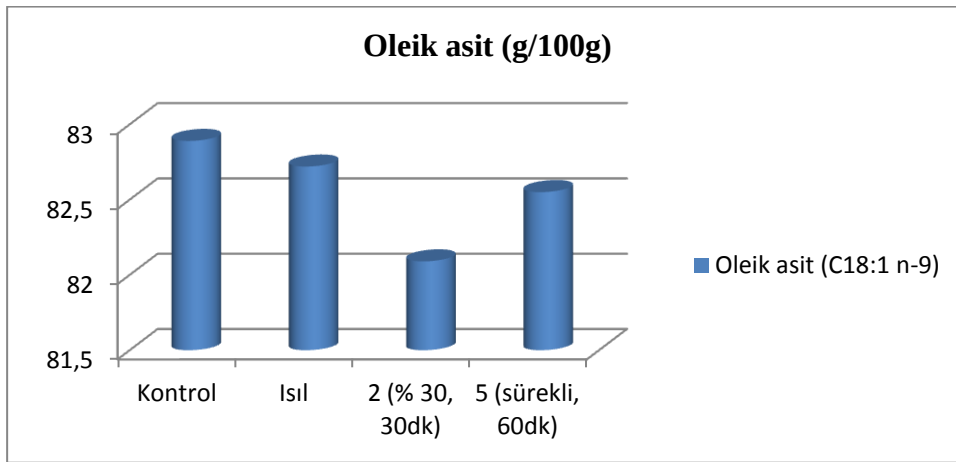
Çizelge 4.8’den de görüleceği üzere fındık yağlarında en çok oleik asit bulunmaktadır. Oleik asiti sırasıyla linoleik asit, palmitik asit ve stearik asit takip etmektedir. Bu dört yağ asitinin işlemler arasında ve birbirleriyle karşılaştırmaları Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de grafikte gösterilmiştir.



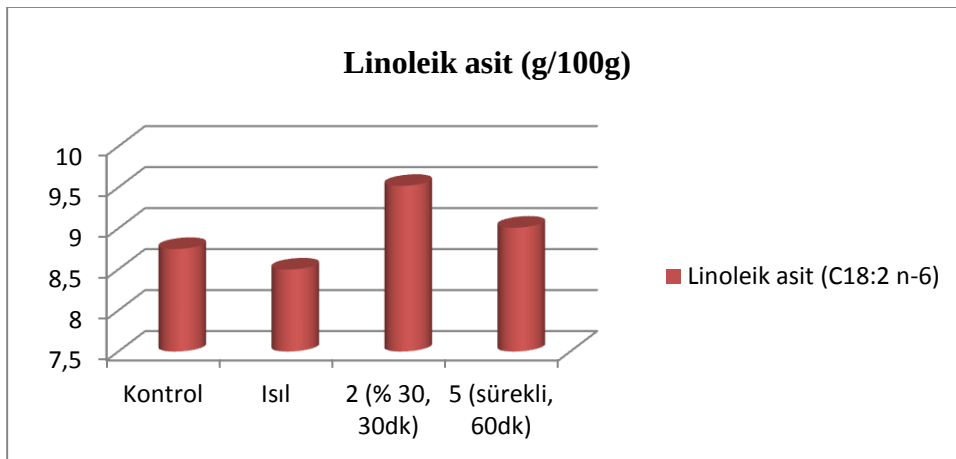
Şekil 4.6 : Bazı işlem yağlarının palmitik asit içeriklerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.7 : Bazı işlem yağlarının stearik asit içeriklerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.8 : Bazı işlem yağlarının oleik asit içeriklerinin karşılaştırılması.



Şekil 4.9 : Bazı işlem yağlarının linoleik asit içeriklerinin karşılaştırılması.

Bütün yağ asidi çeşitlerinin değerleri birbirlerine çok yakındır. Ancak her bir yağ asidi işlemlere göre farklı azalış ya da artış göstermektedir. Palmitik asit değeri (Şekil 4.5) ısıtma işlem yağında kontrole göre artış göstermektedir ve en yüksek değere

kontrolden 0,08 (g/100g) farkla sahiptir. Ultrases işlemleri palmitik asit değerini düşürmüştür. Sırasıyla 2. ve 5. işlem sonuçlarında kontrole göre 0.08 ve 0.04 (g/100g) azalma görülmüştür. Uygulanan ısı işlem palmitik asit değerini kontrole göre % 1,5 artırmış, 2. işlem % 1,5 azaltmış, 5. işlem % 0,7 azaltmıştır.

Stearik asit içeriğine en fazla sahip olan yağ yine ısı işlem görmüş fındık (2,76 g/100g) yağıdır. Kontrolden 0,34 (g/100g) farkla % 14 daha fazladır. Ultrases işleminden sonra elde edilen yağların stearik asit değerinde sayısal olarak fark yoktur, ancak kontrol yağına göre 0,16 (g/100g) farkla % 6,6 artış göstermektedir.

Oleik asit içeriği en yüksek kontrol yağında olup, yapılan işlemler oleik asit miktarını düşürmüştür. Azalma yüzdeleri ısı işlemde % 0,2; ultrases işlemlerinden 2 no'lu işlemde % 1 ve 5 no'lu işlemde % 0,4 olmuştur. En fazla düşüş palmitik asitteki gibi 2. işlemde olmuştur.

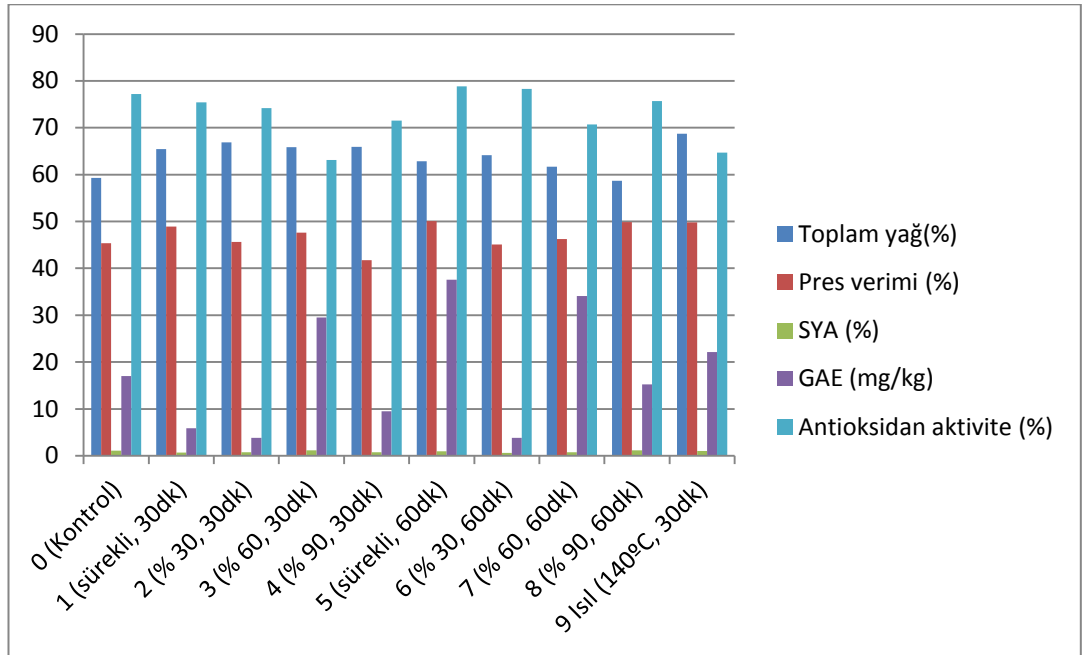
Linoleik asit değerleri incelendiğinde diğer yağ asitlerinden farklı olarak 2. ultrases işlemi linoleik asit miktarını % 8,8 oranında artırmış ve en yüksek değere sahiptir. Ultrases işlemlerinden 5 no'lu işlemin de % 3'lük bir artış sağladığı görülmektedir. Ultrases işlemleri linoleik asit değerini arttırırken, ısı işlem düşürücü etki göstermiştir. Bu düşüş % 2,9 oranındadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuçların hepsini birlikte inceleyebilmek için hepsi toplu halde Şekil 5.1’de verilmiştir.

Uygulanan ısı işlem, elde edilen yağ miktarında ham fındık yağına göre % 9.43’lük ve istatistiksel açıdan önemli bir artışa sebep olmuştur. Uygulanan ilk dört işlem de istatistiksel olarak ısı işlem kadar etkilidir.

İlk dört işlem kendi arasında önemli bir farka sahip değilken, kontrol grubundan farklı bulunmuştur. Ultrases işlemlerinden en fazla artışı % 7,64 değeriyle % 30 vurgulu 30 dk uygulanan ultrases ön işlemi sağlamıştır. Kontrolle arasında fark görülen işlemler % 30 vurgulu uygulanan 30 dk ve 60 dk işlemle, % 90 vurgulu uygulanan 30 dk’lık işlemidir. Uygulanan ultrases işlemlerinde 60 dk’lık işlem süre; yağ miktarını artırıcı bir etki göstermemekle birlikte 30 dk’lık işleme göre azaltıcı bir etki göstermiştir. Ultrases işleminde uygulama süresi arttıkça toplam yağ miktarında (%) artış olmamaktadır.



Şekil 5.1: Bütün sonuçların grafik üzerinde karşılaştırılması.

Sürekli aktif modda uygulanan ultrases işlemlerinde, 30 dk ve 60 dk uygulanan ultrases işlemleri toplam yağ miktarı (%) bakımından kendi aralarında, ısıl işleme ve kontrole göre farklı bulunmamıştır.

Ultrases dalgalarının % 30'unun vurgulu olduğu işlemde; 30 dk ve 60 dk işlemleriyle kontrol arasında önemli bir fark varken birbirlerinden farklı değiller.

Ultrases dalgalarının % 60'nın vurgulu olduğu işlemde; 30 dk ve 60 dk'lık işlemlerle kontrol arasında anlamlı bir farklılık yoktur. Kendi aralarında ve ısıl işlemle aralarında anlamlı bir farklılığa sahip değildir.

Darbenin oluşum aralığı uzun süreli olmayan değerlerde toplam yağ miktarı artışı daha fazla olmaktadır. Bu durum dalgalardaki bir anda azalan güçle hücre içine girişin kolaylaşıp birden artmasıyla da kavitasyonun artması şeklinde açıklanabilir. Aktif zaman aralığı % 30 vurgulu olan ultrases işlemleri toplam yağ miktarını en çok artıran vurgu modudur.

Pres verimi açısından işlemler arasında fark bulunmamaktadır.

SYA (%) incelendiğinde de işlemler arasında farklı asitlik değerleri görülmektedir. Kontrolle arasında istatistiksel olarak fark olan işlemler sırasıyla 0,66; 0,77; 0,72; 0,62 ve 0,78 değerleriyle 1, 2, 4, 6, 7 olarak numaralandırılmış işlemlerdir. Bu işlemlerin serbest yağ asitliği kontrol yağının serbest yağ asitliğinden daha düşüktür. Isıl işlemle elde edilen yağ ile kontrol yağının serbest yağ asitliği arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. En düşük serbest yağ asitliğine 0,62 değeriyle % 30'luk vurgu (3 cycle) ile 60dk' da uygulanan 6. işlem sahiptir ve 1., 2. 4. ve 7. işlemlerin 6.'dan istatistiksel olarak farkı yoktur.

Isıl işlem SYA içeriğine bir etkide bulunmazken uygulanan çoğu ultrases işleminde SYA değerinde önemli bir düşüş görülmekte, ultrases işlemi yağın SYA değeri bakımından kalitesini artırmaktadır. Serbest yağ asitliğinde en başarılı sonucu veren % 30 vurgulu (cycle 3) ayarında uygulanan ultrases işlemleri olduğu söylenebilir. Toplam yağ miktarını artırmada da en yüksek sonucu veren uygulama yine % 30 vurgulu uygulanan ultrases işlemidir.

İşlemler arasında fenolik bileşenler bakımından anlamlı farklılıklar vardır. Kontrol grubundan farklı bulunan 5. ve 7. işlemler olmakla birlikte bu işlemlerin değerleri (sırasıyla 37,6 mg/kg ve 34,1 mg/kg GAE) kontrol grubundan (17,0 mg/kg GAE) daha yüksektir. Bunlar arasında ısıl işleme göre yüksek değere ve en yüksek değere

sahip olan 5 numaralı yani sürekli aktif modda 60 dk uygulanan ultrases işlemidir. Diğer ultrases işlemlerindeki yağların fenolik madde içeriği ile ısıl işlem sonucu elde edilen yağın fenolik madde içerikleri istatistik açıdan farklı değildir. Fenolik madde içerikleri 29,5 mg/kg, 34,1 mg/kg değerlerine sahip % 60 vurgulu işlem uygulanan 30 dk ve 60 dk'lık 3. ve 7. ultrases işlemleri miktar olarak ısıl işlem uygulanmış fındıkların fenolik madde içeriklerinden daha yüksek bulunmuştur.

Literatürde uygulanan çalışmalarda ultrases gücü arttıkça fenolik madde miktarında artışlar görülmüştür. Fenolik bileşenleri yağa geçirme etkisi % 60 vurgulu işlemlerde diğer işlemlere göre daha fazla olması bu durumla açıklanabilir. Sürekli aktif modda 60 dk uygulanan ultrases işleminin en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olması da bu durumla açıklanabilir. Ancak sürekli aktif modda 30 dk'lık uygulama fenolik maddeleri yağa geçirmede çok etkili olamamıştır. Sürekli modun aktifliğinin her zaman darbeliden daha iyi olduğunun söylenemeyeceği, darbenin aktif ve pasif olduğu zaman aralıkları ile uygulanış sürelerinin etkili olduğu yorumu yapılabilir.

Yağların antioksidan aktiviteleri incelendiğinde ısıl işlemin antioksidan aktiviteyi kontrole göre düşürdüğü görülmüştür. Ancak istatistiksel açıdan önemli değildir. Hem ısıl işlem hem de ultrases işlemleri antioksidan aktivite bakımından çok farklı bulunmamaktadır. Buna rağmen ısıl işlem yağındaki değer % 64,7 iken, ultrases uygulanan 5. işlem (% 78,8) ve 6. işlem (% 78,3) kontrol (% 77,2) yağından daha yüksektir. En yüksek antioksidan aktiviteye sahip olan yağ sürekli aktif modda 60 dk uygulanan % 78,8 değeriyle 5. işlem yağıdır. Ultrases uygulama süresi arttıkça antioksidan aktivite değerlerinde artış görülmektedir. Ancak ultrases işlemlerinde su moleküllerinin parçalanmasıyla serbest radikallerin ortaya çıkabileceği bilinmektedir. Bu sebeple ultrases işlemleri arasındaki farklılıklar ultrasesin kimyasal etkisinden kaynaklanabileceği yorumu yapılabilir.

Yağ asitleri içerikleri incelendiğinde, ultrases işlemlerinin palmitik asit değerini düşürdüğü görülmüştür. Isıl işlem yağında ise palmitik asit kontrole göre artış göstermektedir. Stearik asit içeriğine en fazla sahip olan yağ yine ısıl işlem görmüş fındık (2,76 g/100g) yağıdır. Ultrases işlem yağlarının stearik asit değerinde sayısal olarak fark yoktur. Ancak bu sefer kontrol yağından 0,16 (g/100g) farkla % 6,6 artış göstermektedir. Oleik asit içeriğine ise en fazla sahip olan kontrol yağıdır. Yapılan işlemler oleik asit miktarını düşürmüştür. Yine en fazla düşüş palmitik asitteki gibi 2. işlemde olmuştur. Linoleik asit değerlerine bakıldığında diğer yağ asitlerine zıt

olarak 2. ultrases işlemi linoleik asit miktarını % 8,8 oranında artırmıştır ve en yüksek değere sahiptir. Ultrases işlemlerinden 5. işlemin de % 3 lük bir artış sağladığı görülmektedir. Ultrases işlemleri linoleik asit değerini arttırırken ısı işlem düşürücü etki göstermiştir. Bu düşüş % 2,9 oranındadır.

En yüksek toplam yağ verimine ısı işlem sahiptir ancak SYA, GAE ve antioksidan aktivite değerlerinde daha iyi değerlere sahip ultrases işlemleri bulunmaktadır. Yağ asidi kompozisyonu bakımından ise ısı işlem palmitik ve stearik asidi arttırırken, oleik ve linoleik asidi düşürmüştür. Ultrases işlemleri ise palmitik ve oleik asit içeriğini düşürürken, stearik ve linoleik asit içeriğini artırmıştır.

Fenolik madde ve antioksidan aktivite bakımından ve de pres verimi açısından en yüksek değere 5. işlemin sahip olduğu görülmektedir. Ancak serbest yağ asidi değeri diğer yağların değerlerinden yüksek kalmaktadır. Toplam yağ miktarında ise 5. işlem % 62,8 ile ısı işlem (% 68) ve 2. işlemden (% 66) istatistiksel olarak farklı görülmesine de yüksek ticaret kapasiteli yağ üreticileri için ısı işlem ve 2. işlemden düşük olması ekonomik açıdan önem arzedebilir.

Ultrases işlemlerinden 2. işlem (% 66,9) ultrases işlemlerinin en yüksek toplam yağ miktarına sahip olanıdır. Pres verimi, SYA ve antioksidan aktivite bakımından istatistiksel olarak en yüksek değerlerden farklı bulunmamaktadır. Yalnız gallik asit eşdeğeri açısından oldukça düşüktür.

Son olarak, işlemler yağ miktarı açısından irdelendiğinde, 2. ultrases işlemi (% 30, 30dk); fenolik madde açısından zengin bir yağ elde etmek isteniyorsa 5. ultrases işlemi (sürekli, 60dk) ön işlem olarak uygulanabilir.

Etanole geçen fenolik madde analizlenebilir. Ultrases işlemi ısı işleme alternatif görülmesine rağmen, ikisinin birlikte kullanımı sinerjistik etki yaparak daha iyi verim ve kalite özellikleri sağlanabilir. Bu nedenle çalışmanın bu şekilde genişletilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adewuyi, Y. G.** (2001). Sonochemistry: environmental science and engineering applications. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 40(22), 4681-4715.
- Alaşalvar, C., Amaral, J. S., Satır, G., & Shahidi, F.** (2009). Lipid characteristics and essential minerals of native Turkish hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.). *Food Chemistry*, 113(4), 919-925.
- Alaşalvar, C., Karamac, M., Amarowicz, R., & Shahidi, F.** (2006). Antioxidant and antiradical activities in extracts of hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut green leafy cover. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13), 4826-4832.
- Alaşalvar, C., Shahidi, F., Ohshima, T., Wanasundara, U., Yurttaş, H. C., Rodrigues, F. B.** (2003). Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.). 2. Lipid characteristics and oxidative stability. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(13), 3797-3805.
- Albu, S., Joyce, E., Paniwnyk, L., Lorimer, J. P., & Mason, T. J.** (2004). Potential for the use of ultrasound in the extraction of antioxidants from *Rosmarinus officinalis* for the food and pharmaceutical industry. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11(3), 261-265.
- Altun, M., Çelik, S. E., Güçlü, K., Özyürek, M., Erçağ, E., & Apak, R.** (2013). Total antioxidant capacity and phenolic contents of Turkish hazelnut (*Corylus Avellana* L.) kernels and oils. *Journal of Food Biochemistry*, 37(1), 53-61.
- Amaral, J. S., Ferreres, F., Andrade, P. B., Valentao, P., Pinheiro, C., Santos, A., & Seabra, R.** (2005). Phenolic profile of hazelnut (*Corylus avellana* L.) leaves cultivars grown in Portugal. *Natural product research*, 19(2), 157-163.
- Anonim,** (2015). Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlar- Yağ asidi metil esterlerinin gaz kromatografisi (TS EN ISO 12966-1). Türk Standardları Enstitüsü, Ankara Türkiye.
- Anonymous.** (1990). Oils and fats. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th. Ed., p. 485-518. Washington DC, USA.
- Arzeni, C., Martinez, K., Zema, P., Arias, A., Perez, O. E., & Pilosof, A. M. R.** (2012). Comparative study of high intensity ultrasound effects on food proteins functionality. *Journal of Food Engineering*, 108(3), 463-472

- Azadmard-Damirchi, S., Habibi-Nodeh, F., Hesari, J., Nemati, M., & Achachlouei, B. F.** (2010). Effect of pretreatment with microwaves on oxidative stability and nutraceuticals content of oil from rapeseed. *Food Chemistry*, 121(4), 1211-1215.
- Babadoğan, G.**, (2009). Fındık ve Fındık Mamulleri, T. C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi. Erişim: 30 Mayıs 2015, <http://www.tgdf.org.tr/turkce/tgdfraporlari/igmfindik.pdf>.
- Bantle, M., & Eikevik, T. M.** (2011). Parametric study of high-intensity ultrasound in the atmospheric freeze drying of peas. *Drying Technology*, 29(10), 1230-1239.
- Baş, F., Ömeroğlu, S., Türdü, S., & Aktaş, S.** (1986). Önemli Türk Fındık Çeşitlerinin Bileşim Özelliklerinin Saptanması. *Gıda Dergisi*, 11(4).
- Bellido, G. G., & Hatcher, D. W.** (2010). Ultrasonic characterization of fresh yellow alkaline noodles. *Food research international*, 43(3), 701-708.
- Benedito, J., Carcel, J. A., Gonzalez, R., & Mulet, A.** (2002). Application of low intensity ultrasonics to cheese manufacturing processes. *Ultrasonics*, 40(1), 19-23.
- Bermudez-Aguirre, D., Corradini, M. G., Mawson, R., & Barbosa-Cánovas, G. V.** (2009). Modeling the inactivation of *Listeria innocua* in raw whole milk treated under thermo-sonication. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(2), 172-178.
- Bockisch, M.** (1998). *Fats and oils handbook*. AOCS press.
- Brennan, J. G.** (2006). *Food Processing Handbook*. Wiley-VCH, Germany, 582 p.
- Brilhante Sao Jose, J. F., & Dantas Vanetti, M. C.** (2003). Effect of ultrasound and commercial sanitizers in removing natural contaminants and *Salmonella enterica* Typhimurium on cherry tomatoes. *Food Control*, 24(1-2), 95-99.
- Brncic, M., Karlovic, S., Penava, A., Bosiljkov, T., Jezek, D., & Tripalo, B.** (2010). Textural properties of infra red dried apple slices as affected by high power ultrasound pre-treatment. *African Journal of Biotechnology*, 9(41), 6907.
- Caminiti, I. M., Noci, F., Morgan, D. J., Cronin, D. A., & Lyng, J. G.** (2012). The effect of pulsed electric fields, ultraviolet light or high intensity light pulses in combination with manothermosonication on selected physico-chemical and sensory attributes of an orange and carrot juice blend. *Food and bioproducts processing*, 90(3), 442-448.
- Canizares-Maci, M. P., Garci, J. A., & de Castro, M. L.** (2004). Fast ultrasound-assisted method for the determination of the oxidative stability of virgin olive oil. *Analytica chimica acta*, 502(2), 161-166.
- Capelo, J. L., Filgueiras, A. V., Lavilla, I., & Bendicho, C.** (1999). Solid-liquid extraction of copper from slurried samples using high intensity probe sonication for electrothermal atomic absorption spectrometry. *Talanta*, 50(4), 905-911.

- Carcel, J. A., Benedito, J., Rossello, C., & Mulet, A.** (2007). Influence of ultrasound intensity on mass transfer in apple immersed in a sucrose solution. *Journal of food engineering*, 78(2), 472-479.
- Carcel, J. A., García-Pérez, J. V., Benedito, J., & Mulet, A.** (2012). Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound. *Journal of Food Engineering*, 110(2), 200-207.
- Cercaci, L., Rodriguez-Estrada, M. T., & Lercker, G.** (2003). Solid-phase extraction–thin-layer chromatography–gas chromatography method for the detection of hazelnut oil in olive oils by determination of esterified sterols. *Journal of Chromatography A*, 985(1), 211-220.
- Champagne, E. T., Hron Sr, R. J., & Abraham, G.** (1991). Stabilizing brown rice products by aqueous ethanol extraction. *Cereal Chem*, 68(3), 267-271.
- Chemat, F., & Khan, M. K.** (2011). Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. *Ultrasonics sonochemistry*, 18(4), 813-835.
- Chemat, F., Grondin, I., Shum Cheong Sing, A., & Smadja, J.** (2004). Deterioration of edible oils during food processing by ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry*, 11, 13e15.
- Chen, D.** (2012). Applications of ultrasound in water and wastewater treatment. In: Chen D, Sharma SK, Mudhoo A (eds), *Handbook on application of ultrasound: sonochemistry for sustainability*. CRC Press.
- Chowdhury, P., & Viraraghavan, T.** (2009). Sonochemical degradation of chlorinated organic compounds, phenolic compounds and organic dyes—a review. *Science of the total environment*, 407(8), 2474-2492.
- Contini, M., Baccelloni, S., Massantini, R., & Anelli, G.** (2008). Extraction of natural antioxidants from hazelnut (*Corylus avellana* L.) shell and skin wastes by long maceration at room temperature. *Food Chemistry*, 110(3), 659-669.
- Coupland, J. N.** (2004). Low intensity ultrasound. *Food Research International*, 37(6), 537-543.
- Cristofori, V., Ferramondo, S., Bertazza, G., & Bignami, C.** (2008). Nut and kernel traits and chemical composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(6), 1091-1098.
- Çağdaş, E., Kumcuoğlu, S., Güventürk, S., & Tavman, Ş.** (2011). Ultrasound-assisted extraction of silymarin components from milk thistle seeds (*Silybum marianum* L.). *GIDA/The Journal of FOOD*, 36(6).
- Çolak, F.** (2006). *Işınlamanın çörek otunun (nigella sativa l.) bazı fizikokimyasal, mikrobiyolojik özellikleri ve yağ asitleri kompozisyonuna etkisi.* (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Damez, J. L., & Clerjon, S.** (2008). Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. *Meat Science*, 80(1), 132-149.

- Danso-Baoteng, E.** (2011). Effect of enzyme and heat pretreatment on sunflower oil recovery using aqueous and hexane extractions. *Eng Technol*, 80, 839-845.
- Demirci Ercoşkun, T. (2009).** *Bazı işlenmiş fındık ürünlerinin raf ömrü üzerine araştırmalar.* (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Deng, Y., & Zhao, Y.** (2008). Effects of pulsed-vacuum and ultrasound on the osmodehydration kinetics and microstructure of apples (Fuji). *Journal of Food Engineering*, 85(1), 84-93.
- Destailats, H., Hoffmann, M. R., Wallace, H. C.** (2003). Sonochemical degradation of pollutants. In: Tarr, M. A. (ed.), *Chemical degradation methods for wastes and pollutants. Environmental and industrial applications.* Marcel Dekker, Inc., USA
- Ebrahim, K. S., Richardson, D. G., Tetley, R. M., & Mehlenbacher, S. A.** (1994). Oil content, fatty acid composition and vitamin E concentration of hazelnut varieties, compared to other types of nuts and oil seeds. *Acta Hort.* 351, 685–692.
- Fernandes, F. A., Linhares, F. E., & Rodrigues, S.** (2008). Ultrasound as pre-treatment for drying of pineapple. *Ultrasonics Sonochemistry*, 15(6), 1049-1054.
- Ferrante, S., Guerrero, S., & Alzamora, S. M.** (2007). Combined use of ultrasound and natural antimicrobials to inactivate *Listeria monocytogenes* in orange juice. *Journal of Food Protection*, 70(8), 1850-1856.
- Fuentes, E., Baez, M. E., Bravo, M., Cid, C., & Labra, F.** (2012). Determination of total phenolic content in olive oil samples by UV–visible spectrometry and multivariate calibration. *Food Analytical Methods*, 5(6), 1311-1319.
- Garcia-Perez, J. V., Cárcel, J. A., Benedito, J., & Mulet, A.** (2007). Power ultrasound mass transfer enhancement in food drying. *Food and Bioproducts Processing*, 85(3), 247-254.
- Goula, A. M.** (2013). Ultrasound-assisted extraction of pomegranate seed oil– Kinetic modeling. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 492-498.
- Gunstone, F. D., & Harwood, J. L.** (2007). Occurrence and characterization of oils and fats. *The lipid handbook*, 3, 37-142.
- Hromadkova, Z., & Ebringerova, A.** (2003). Ultrasonic extraction of plant materials—investigation of hemicellulose release from buckwheat hulls. *Ultrasonics sonochemistry*, 10(3), 127-133.
- Jambrak, A. R., Herceg, Z., Subaric, D., Babic, J., Brncic, M., Brncic, S. R., ... Gelo, J.** (2010). Ultrasound effect on physical properties of corn starch. *Carbohydrate Polymers*, 79(1), 91-100.
- Jambrak, A. R., Mason, T. J., Lelas, V., & Kresic, G.** (2010). Ultrasonic effect on physicochemical and functional properties of α -lactalbumin. *LWT-Food science and Technology*, 43(2), 254-262.

- Jambrak, A. R., Mason, T. J., Lelas, V., Herceg, Z., & Herceg, I. L.** (2008). Effect of ultrasound treatment on solubility and foaming properties of whey protein suspensions. *Journal of Food Engineering*, 86(2), 281-287.
- Jambrak, A. R., Mason, T. J., Paniwnyk, L., & Lelas, V.** (2007). Accelerated drying of button mushrooms, Brussels sprouts and cauliflower by applying power ultrasound and its rehydration properties. *Journal of Food Engineering*, 81(1), 88-97.
- John, J. A., & Shahidi, F.** (2010). Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). *Journal of Functional Foods*, 2(3), 196-209.
- Juraga, E., Salamon, B.S., Herceg, Z., Jambrak, A.R.** (2011). Application of high intensity ultrasound treatment on Enterobacteriae count in milk. *Mljekarstvo*, 61(2), 125-134.
- Kadayıfçılar, S., & Uslu, M.** (1978). *Memleketimizin şartlarına uygun fındık harman makinesi geliştirilmesi*. TÜBİTAK
- Kalantzakis, G., Blekas, G., Pegklidou, K., & Boskou, D.** (2006). Stability and radical-scavenging activity of heated olive oil and other vegetable oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108(4), 329-335.
- Karataş, G.** (2015). *Effects of pre-treatments on quality characteristics and oil yields of sesame seeds*. (Master's thesis). Istanbul Technical University, Institute of Science, Istanbul.
- Kashyap, M. C., Agrawal, Y. C., Ghosh, P. K., Jayas, D. S., Sarkar, B. C., & Singh, B. P.** (2006). Enzymatic hydrolysis pretreatment to solvent extraction of soybrokens for enhanced oil availability and extractability. *Journal of food process engineering*, 29(6), 664-674.
- Khattak, K. F., & Simpson, T. J.** (2008). Effect of gamma irradiation on the extraction yield, total phenolic content and free radical-scavenging activity of Nigella staiva seed. *Food chemistry*, 110(4), 967-972.
- Kıldiran G. ve diğ.,** (1995). Yağlı tohum ve küspelerin lipolitik hidrolize karşı etanol ile stabilizasyonu, *II. Gıda Mühendisliği Ulusal Sempozyumu 1993-1994 Araştırmaları*, Ankara, s. 153-157.
- Kırbaşlar, F.G. and Erkmen, G.** (2003). Investigation of the effect of roasting temperature on the nutritive value of hazelnuts. *Plant Foods for Human Nutrition* 58:1-10 p.
- Kim, D. O., Jeong, S. W., & Lee, C. Y.** (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food chemistry*, 81(3), 321-326.
- Koiwai, H., & Masuzawa, N.** (2007). Extraction of catechins from green tea using ultrasound. *Japanese Journal of Applied Physics*, 46(7S), 4936.

- Koocheki, A., Kadkhodae, R., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., & Taherian, A. R.** (2009). Influence of *Alyssum homolocarpum* seed gum on the stability and flow properties of O/W emulsion prepared by high intensity ultrasound. *Food Hydrocolloids*, 23(8), 2416-2424.
- Kornsteiner, M., Wagner, K. H., & Elmadfa, I.** (2006). Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. *Food chemistry*, 98(2), 381-387.
- Köksal, A. İ., Artik, N., Şimşek, A., & Güneş, N.** (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chemistry*, 99(3), 509-515.
- Kurt, T., & Aksoy, H. İ.** (2006). Ünye Ticaret Borsası Fındıkta Aflatoksin Analizi. Erişim: 23 Kasım 2015, <http://www.unyetb.org.tr/f1.pdf>
- Kutlular, Ö.** (2007). *Bazı adaçayı ve kekik türlerinin uçucu yağlarının süper ısıtılmış su ile ekstraksiyonları ve GC-MS ile karakterizasyonları.* (Yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kwiatkowska, B., Bennett, J., Akunna, J., Walker, G. M., & Bremner, D. H.** (2011). Stimulation of bioprocesses by ultrasound. *Biotechnology advances*, 29(6), 768-780.
- Li, F., Yang, L., Zhao, T., Zhao, J., Zou, Y., Zou, Y., & Wu, X.** (2012). Optimization of enzymatic pretreatment for n-hexane extraction of oil from *Silybum marianum* seeds using response surface methodology. *Food and bioproducts processing*, 90(2), 87-94.
- Luque-Garcia, J. L., & De Castro, M. L.** (2003). Ultrasound: a powerful tool for leaching. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 22(1), 41-47.
- Luque-Rodríguez, J. M., De Castro, M. L., & Pérez-Juan, P.** (2005). Extraction of fatty acids from grape seed by superheated hexane. *Talanta*, 68(1), 126-130.
- Ma, Y. Q., Chen, J. C., Liu, D. H., & Ye, X. Q.** (2009). Simultaneous extraction of phenolic compounds of citrus peel extracts: effect of ultrasound. *Ultrasonics sonochemistry*, 16(1), 57-62.
- Mason, T. J., & Lorimer, J. P.** (1989). Theory. Applications and uses of ultrasound in chemistry, *Sonochemistry*.
- Matthäus, B., & Spener, F.** (2008). What we know and what we should know about virgin oils—a general introduction. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 110(7), 597-601.
- Mongenot, N., Charrier, S., & Chalier, P.** (2000). Effect of ultrasound emulsification on cheese aroma encapsulation by carbohydrates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(3), 861-867.
- Mulet, A., Benedito, J., Bon, J., & Sanjuan, N.** (1999). Review: Low intensity ultrasonics in food technology/Revisión: Ultrasonidos de baja intensidad en tecnología de alimentos. *Food Science and Technology International*, 5(4), 285-297.

- Muñoz, A., Palgan, I., Noci, F., Morgan, D. J., Cronin, D. A., Whyte, P., & Lyng, J. G.** (2011). Combinations of high intensity light pulses and thermosonication for the inactivation of *Escherichia coli* in orange juice. *Food microbiology*, 28(6), 1200-1204.
- Nguyen, T. M. P., Lee, Y. K., & Zhou, W.** (2006). Stimulating fermentative activities of bifidobacteria in milk by highintensity ultrasound. *International dairy journal*, 19(6), 410-416.
- Okatoma, S.** (1937). Studies on the Alcoholic Extraction of Soya Bean Oil. *Contemporary Manchuria*, 1, 83-101.
- Oliveira, I., Sousa, A., Morais, J. S., Ferreira, I. C., Bento, A., Estevinho, L., & Pereira, J. A.** (2008). Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Food and Chemical Toxicology*, 46(5), 1801-1807.
- Öner, E.,** (2002), Ultrasonik Enerjinin Tekstil Endüstrisinde Kullanımı, *Marmara Üniversitesi Eğitim Fakültesi Tekstil Eğitimi Bölümü Ders Notları*, 2-10s.
http://www.uzaktanegitimplatformu.com/UEP/uep_doktora/sonokimya/sonokimya_download/SonokimyaDersNotlari.pdf
- Özay, G., Seyhan, F., Saklar, S., & Pembeci, C.** (2005). Fındıklarda Aflatoksin Oluşumuna Etki Eden Faktörlerin ve Önleyici Tedbirlerin Belirlenmesi projesi 5024143. Erişim: 23 Kasım 2015, <http://www.ftg.org.tr/files/downloads/aflatoksin.pdf>
- Özçakmak, S., & Dervişoğlu, M.** (2007). Fındıkta Aflatoksin Oluşumuna Etkili Faktörler, Avrupa Birliğinin Limit Değerlerle İlgili Düzenlemeleri ve Türk Fındığı İhracatına Etkileri. *Gıda Dergisi*, 32(1).
- Özdemir, F., & Akinci, I.** (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *Journal of Food Engineering*, 63(3), 341-347.
- Özdemir, M., Açkurt, F., Yildiz, M., Biringen, G., Gürcan, T., & Löker, M.** (2001). Effect of roasting on some nutrients of hazelnuts (*Corylus Avellana* L.). *Food Chemistry*, 73(2), 185-190.
- Pang, Y. L., Abdullah, A. Z., & Bhatia, S.** (2011). Review on sonochemical methods in the presence of catalysts and chemical additives for treatment of organic pollutants in wastewater. *Desalination*, 277(1), 1-14.
- Paniwnyk, L.,** (2014). Application of Ultrasound. *Emerging Technologies for Food Processing (Second edition)*. Chapter 15, 271–291.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124114791000152>
- Paquot, C., & Hautfenne, A.,** (1987). *IUPAC Standart Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives*, Blackwell Scientific Publications, London.
- Parcerisa, J., Richardson, D. G., Rafecas, M., Codony, R., & Boatella, J.** (1998). Fatty acid, tocopherol and sterol content of some hazelnut varieties (*Corylus avellana* L.) harvested in Oregon (USA). *Journal of Chromatography A*, 805(1), 259-268.

- Patist, A., & Bates, D.** (2008). Ultrasonic innovations in the food industry: From the laboratory to commercial production. *Innovative food science & emerging technologies*, 9(2), 147-154.
- Perren, R., Escher, F. E., & Harris, L. J.** (2013). Impact of roasting on nut quality. *Improving the safety and quality of nuts*, 173-197.
- Peters, D.** (1996). Ultrasound in materials chemistry. *Journal of materials chemistry*, 6(10), 1605-1618.
- Pico, Y.** (2012). Low-Intensity Ultrasounds. *Chemical Analysis of Food: Techniques and Applications: Techniques and Applications*, 117.
- Pilli, S., Bhunia, P., Yan, S., LeBlanc, R. J., Tyagi, R. D., & Surampalli, R. Y.** (2011). Ultrasonic pretreatment of sludge: a review. *Ultrasonics sonochemistry*, 18(1), 1-18.
- Priego-Capote, F., & de Castro, L.** (2007). Ultrasound-assisted digestion: A useful alternative in sample preparation. *Journal of biochemical and biophysical methods*, 70(2), 299-310.
- Priego-Capote, F., Ruiz-Jiménez, J., & de Castro, M. L.** (2004). Fast separation and determination of phenolic compounds by capillary electrophoresis–diode array detection: Application to the characterisation of alperujo after ultrasound-assisted extraction. *Journal of Chromatography A*, 1045(1), 239-246.
- Riesz, P., & Kondo, T.** (1992). Free radical formation induced by ultrasound and its biological implications. *Free Radical Biological Medicine*, 13, 247e270.
- Saklar, S., Urgan, S., & Katnas, S.** (2003). Microstructural changes in hazelnuts during roasting. *Food research international*, 36(1), 19-23.
- Schlörmann, W., Birringer, M., Böhm, V., Löber, K., Jahreis, G., Lorkowski, S., Müller, A. K.** (2015). Influence of roasting conditions on health-related compounds in different nuts. *Food chemistry*, 180, 77-85.
- Shahidi, F., Alaşalvar, C., & Liyana-Pathirana, C. M.** (2007). Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(4), 1212-1220.
- Sharma, A., & Gupta, M. N.** (2004). Oil extraction from almond, apricot and rice bran by three-phase partitioning after ultrasonication. *European journal of lipid science and technology*, 106(3), 183-186.
- Sivakumar, V., Verma, V. R., Rao, P. G., & Swaminathan, G.** (2006). Studies on the use of power ultrasound in solid–liquid myrobalan extraction process. *Journal of Cleaner Production*, 15(18), 1813-1818.
- Sobutay, T.** (2006). Fındık Sektör Araştırması. İstanbul Dış Ticaret Odası Dış Ticaret Şubesi Uygulama Şubesi, İstanbul, 20s. Erişim: 23 Kasım 2015, <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-33.pdf>
- Soria, A. C., & Villamiel, M.** (2010). Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(7), 323-331.

- Soto, C., Chamy, R., & Zuniga, M. E.** (2007). Enzymatic hydrolysis and pressing conditions effect on borage oil extraction by cold pressing. *Food chemistry*, 102(3), 834-840.
- Spielmeyer, A., Wagner, A., & Jahreis, G.** (2009). Influence of thermal treatment of rapeseed on the canolol content. *Food chemistry*, 112(4), 944-948.
- Sun, Y., & Ye, X.** (2013). Enhancement or reduction of sonochemical activity of pulsed ultrasound compared to continuous ultrasound at 20 kHz?. *Molecules*, 18(5), 4858-4867.
- Suslick, K. S.** (1989). The chemical effects of ultrasound. *Scientific American*, 260(2), 80-86.
- Suslick, K. S.** (1990). Sonochemistry. *Science*, 247(4949), 1439-1445.
- Şeran, E. B.** (2011). *Yağlı Tohumlara Uygulanan Ultrasonik Destekli Ön İşlem İle Soğuk Pres Yağlarında Verim Ve Kalitenin Arttırılması*. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şimşek, A.** (2004). *Değişik kavurma proseslerinin bazı fındık çeşitlerinde oluşturduğu biyokimyasal değişiklikler*. (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şimşek, A., & Aslantaş, R.** (1999). Fındığın bileşimi ve insan beslenmesi açısından önemi. *Gıda Dergisi*, 24(3).
- Tang, W. Z.** (2003). *Physicochemical treatment of hazardous wastes*. CRC Press. Retrieved from : <http://books.google.com/books>
- Tatar, F., Tunç, M. T., Kahyaoglu, T.,** (2013). Turkish Tombul hazelnut (*Corylus avellana* L.) protein concentrates: functional and rheological properties. *Journal of food science and technology*, 52(2), 1024-1031.
- Thangavadivel, K., Megharaj, M., Mudhoo, A., & Naidu, R.** (2012). Degradation of organic pollutants using ultrasound. In: Chen D, Sharma, S. K., Mudhoo, A. (eds.), *Handbook on application of ultrasound: sonochemistry for sustainability*. CRC Press.
- Toma, M., Vinatoru, M., Paniwnyk, L., & Mason, T. J.** (2001). Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction. *Ultrasonics sonochemistry*, 8(2), 137-142.
- Tzia, C., & Liadakis, G.** (2003). *Extraction Optimization in Food Engineering*. Marcel Dekker Inc. New York: Basel, pp:442.
- Vajnhandl, S., & Le Marechal, A. M.** (2005). Ultrasound in textile dyeing and the decolouration/mineralization of textile dyes. *Dyes and Pigments*, 65(2), 89-101.
- Veldsink, J. W., Muuse, B. G., Meijer, M. M., Cuperus, F. P., van de Sande, R. L., & van Putte, K. P.** (1999). Heat pretreatment of oilseeds: effect on oil quality. *Lipid/Fett*, 101(7), 244-248.

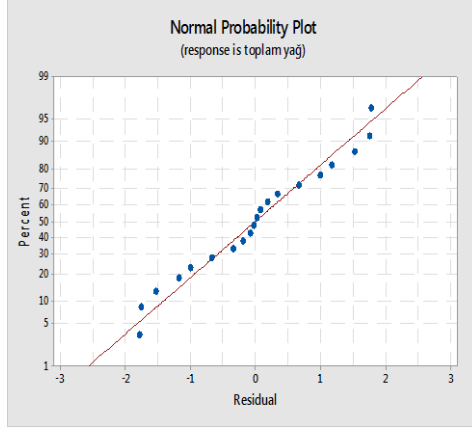
- Velickovic, D. T., Milenovic, D. M., Ristic, M. S., & Veljkovic, V. B.** (2006). Kinetics of ultrasonic extraction of extractive substances from garden (Salvia officinalis L.) and glutinous (Salvia glutinosa L.) sage. *Ultrasonics sonochemistry*, 13(2), 150-15.
- Vilkhu, K., Mawson, R., Simons, L., & Bates, D.** (2008). Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry—A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(2), 161-169.
- Vinatoru, M.** (2001). An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrasonics sonochemistry*, 8(3), 303-313.
- Wang, J., Sun, B., Cao, Y., Tian, Y., & Li, X.** (2008). Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran. *Food Chemistry*, 106(2), 804-810.
- Wang, L., & Weller, C. L.** (2006). Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. *Trends in Food Science & Technology*, 17(6), 300-312.
- Wordon, B. A., Mortimer, B., & McMaster, L. D.** (2012). Comparative real-time analysis of Saccharomyces cerevisiae cell viability, injury and death induced by ultrasound (20kHz) and heat for the application of hurdle technology. *Food Research International*, 47(2), 134-139.
- Wu, J., Lin, L., & Chau, F. T.** (2001). Ultrasound-assisted extraction of ginseng saponins from ginseng roots and cultured ginseng cells. *Ultrasonics sonochemistry*, 8(4), 347-352.
- Yavuz, G. G., & Polat, K.** (2012). Durum ve Tahmin Fındık 2011/2012. *TC Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, TEPGE*. 52s. Erişim: 23 Kasım 2015, <http://www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar/b587f54323814798884dc78ff99e6c05.pdf>
- Yetim, T.** (2011). İç zarı ayrılmış ve ayrılmamış fındıklardan elde edilen yağların oksidasyon stabilitesinin araştırılması. (Yüksek lisans tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zacchi, P., & Eggers, R.** (2008). High-temperature pre-conditioning of rapeseed: A polyphenol-enriched oil and the effect of refining. *European journal of lipid science and technology*, 110(2), 111-119.
- Zhang, Z. S., Wang, L. J., Li, D., Jiao, S. S., Chen, X. D., & Mao, Z. H.** (2008). Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed. *Separation and Purification Technology*, 62(1), 192-198.
- Zheng, L., & Sun, D. W.** (2006). Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 17(1), 16-23.
- Zorlügenç, B., (2009).** Çeşitli Gıda Maddelerinden flavobacterium aurantiacum ile Aflatoksin b1 Miktarının Azaltılması Üzerine Bir Araştırma. (Doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Url-1** <<http://koop.gtb.gov.tr/data/53319cec487c8eb1e43d7299/2014%20F%C4%B1nd%C4%B1k%20Raporu.pdf> T.C.>, erişim tarih 01.09.2015.
- Url-2** <http://bandelin.com/Bedienungsanleitung/HD/HD2xxx_GB_BANDELIN.pdf>, erişim tarihi 23.11.2015.
- Url-3** <<http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/04/20120412-7-1.pdf>>, erişim tarihi 23.11.2015.

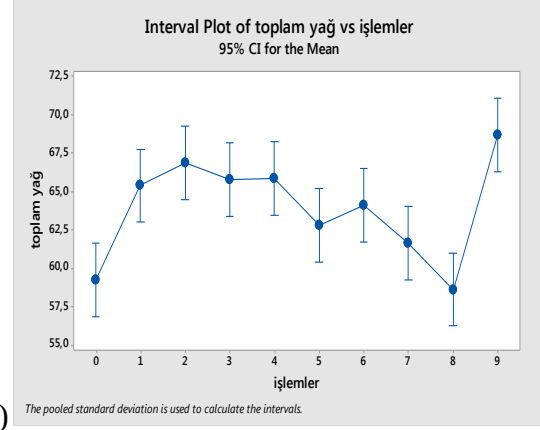
EKLER

EK A: SPSS istatistik analiz tabloları

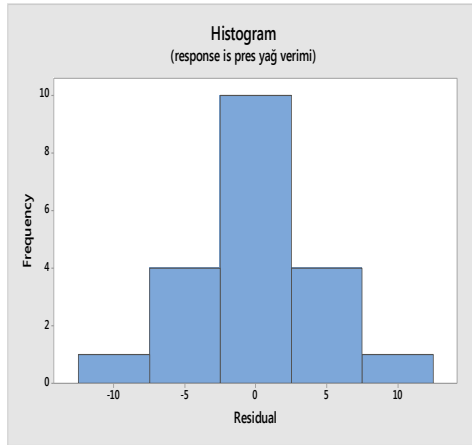
EK A



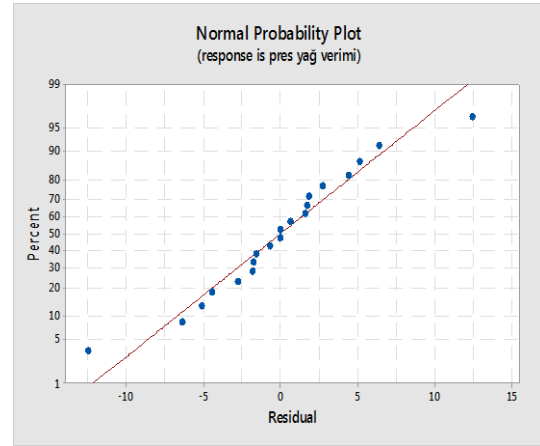
(a)



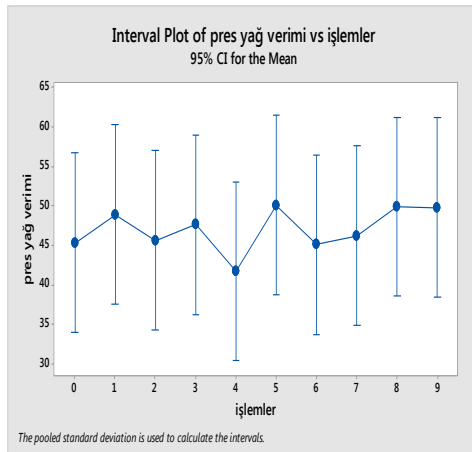
(b)



(c)

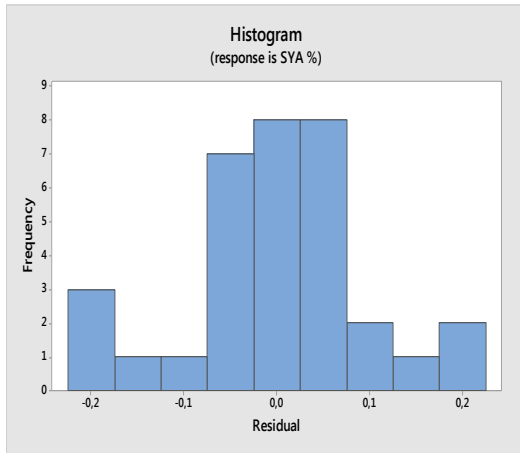


(d)

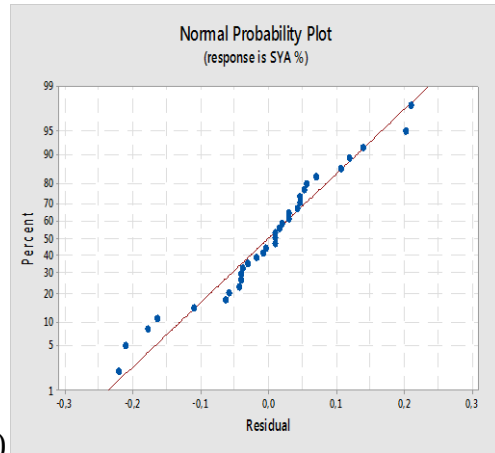


(e)

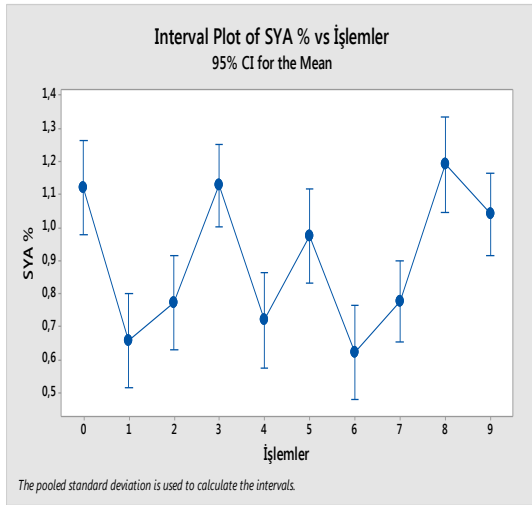
Şekil A.1 : Toplam yağ (%) ve pres verimi (%) bazı istatistik tablolar : (a) Toplam yağ (%) normal dağılım. (b) Toplam yağ (%) ortalamaları. (c) Pres yağ verim histogramı. (d) Pres yağ verim normal dağılımı. (e) Pres yağ verim (%) ortalamaları.



(a)

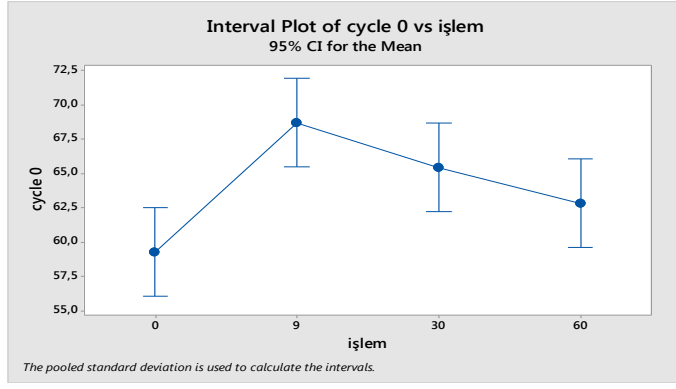


(b)

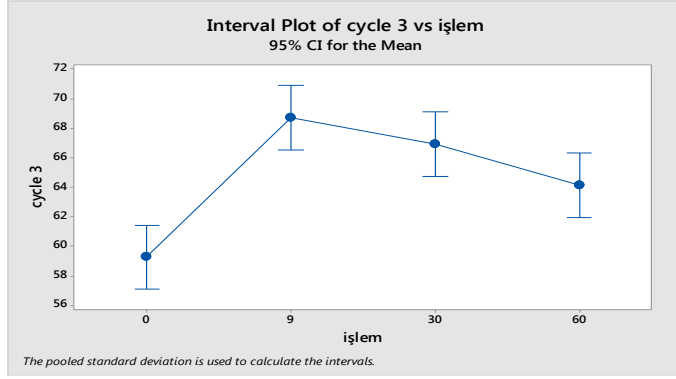


(c)

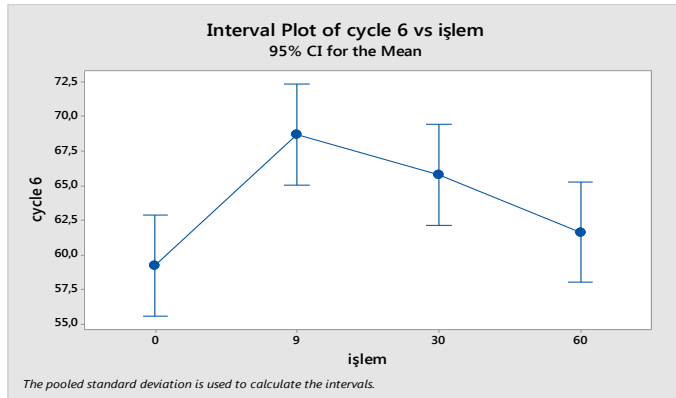
Şekil A.2 : Serbest yağ asidi istatistik tabloları : (a) SYA% histogramı. (b) SYA (%) normal dağılımı. (c) SYA (%) ortalamaları.



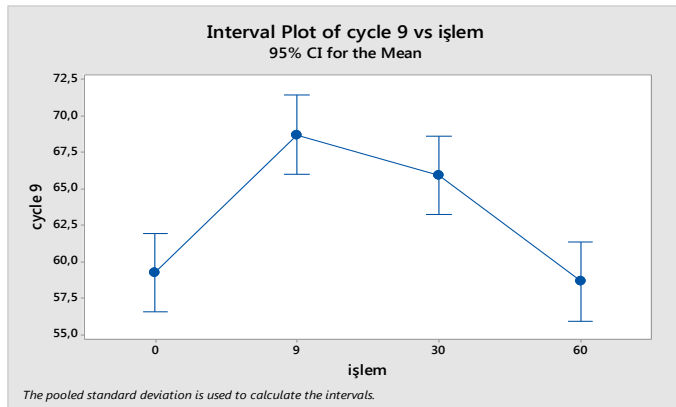
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil A.3 : İstatistik ortalamaların karşılaştırılması : (a) Ultrases sürekli mod. (b) % 30. (c) % 60. (d) % 90.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Esra BAŞARAN
Doğum Tarihi ve Yeri : 13.01.1990 - Beypazarı
E-posta : esrabasaran90@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2012, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

