T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJELERİ
KOORDİNASYON BİRİMİ

PROJE BAŞLIĞI

GİLABORU (VİBURNUM OPULUS) TOHUM YAĞININ DİĞER BAZI BİTKİSEL YAĞLAR İLE YENİLEBİLİR SÜTLÜ BUZ BİLEŞİMİNDE FONKSİYONEL OLARAK KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI VE REOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ.

Proje No:

FBY09-1101

Proje Türü
Yüksek Lisans Tez Projesi

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:
Prof. Dr. Mahmut DOĞAN
E.Ü. MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Araştırmacının Adı Soyadı
Arş. Gör. Duygu ASLAN

E.Ü. MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

TEMMUZ 2014

KAYSERİ

TEŞEKKÜR

FBY09-1101 kodlu ve **"Gilaboru (*Viburnum opulus* L.) Tohum Yağının Diğer Bazı Bitkisel Yağlar İle Yenilebilir Sütlü Buz Bileşiminde Fonksiyonel Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması ve Reolojik Yönden İncelenmesi"** başlıklı araştırma projesi kapsamında vermiş olduğu maddi destekten dolayı Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederiz.

Proje Yürütücüsü
Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR 2
İÇİNDEKİLER 3
ÖZET 4
ABSTRACT 5
1. GİRİŞ 6
2. GENEL BİLGİLER 7
2.1 Gilaboru 7
2.2 Kabak Çekirdeği 8
2.3 Fındık 9
2.4 Reoloji ve Yağ Asitleri 9
3. MATERYAL VE YÖNTEM 12
3.1 Materyal 12
3.2 Yöntem 12
3.2.1 Örnek Hazırlama 12
3.2.2 Kurumadde Analizi 13
3.2.3 Toplam Yağ Analizi 13
3.2.4 Örneklerin Yağ Asitleri Kompozisyonun Belirlenmesi 13
3.2.5 Reolojik Analizler 14
4. BULGULAR 15
4.1 Kurumadde Miktarı ve % Yağ İçeriği 15
4.2 Örneklerin Yağ Asidi Bileşimi 15
4.3 Örneklerin Reolojik Özellikleri 17
4.3.1 Yatışkın Hal (Steady State) Reolojik Özelliklerin Belirlenmesi 17
4.3.2 Dinamik Titreşimli Kayma (Dynamic Shear) Akış Davranış Özellikleri 19
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 22
6. KAYNAKLAR 25

ÖZET

Bu çalışmada, fındık, kabak çekirdeği ve gilâburu çekirdeğinin yağı ektrakte edilerek bu yağların yağ asidi kompozisyonu ile reolojik özellikleri araştırılmıştır. Çalışmada, örneklerin % kurumadde, % yağ içeriği belirlenmiştir. Gaz kromatografisi ile yağ örneklerinin yağ asidi bileşimi incelenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında ekstrakte edilen yağ örneklerinin dinamik titreşimli kayma (dynamic shear) ve yatışkın hal (steady state) reolojik özellikleri incelenerek viskoelastik özellikleri araştırılmıştır. İncelenen tohumlar arasında en fazla yağ içeriğine sahip örnek % 65.661 yağ içeriği ile fındıkta gözlenmişken en az yağ içeriği %12.271 ile gilaboru çekirdeklerinde gözlenmiştir. Gilaboru çekirdeklerinin yağ asidi bileşimi incelendiğinde en fazla oleik asit (%54.70) ve linoleik asit (%40.05) içerdiği gözlenmiş ve bunu sırasıyla palmitik, stearik, α- linoleik asitin takip ettiği saptanmıştır. Kabak çekirdeğinde en fazla bulunan yağ asidi linoleik asit (%48.14) ve oleik asit (%31.44)'tir. Fındığın genel yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde ise hâkim yağ asidinin oleik asit (%80.53) olduğu bulunmuş ve bunu sırasıyla linoleik, palmitik, stearik ve α- linoleik asidin takip ettiği gözlenmiştir. Kabak çekirdeği, fındık ve gilaboru çekirdeklerinde ekstrakte edilen yağ örneklerinin viskozite değerleri sırasıyla 0.04, 0.06, 0.05 Pa. s bulunmuştur. Bu çalışmada tüm yağ örnekleri için G" değerleri G' değerinden daha yüksek bulunmuş ve incelenen tüm yağ örneklerinin viskoz özellik gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Gilaboru çekirdeği yağı, reoloji, yağ asidi bileşimi, kabak çekirdeği yağı

ABSTRACT

In this study, the rheological properties and fatty acid compositions of the oils were investigated by being extracted hazelnut oil, pumpkin seeds and *Viburnum opulus* L. seed oil. % fat content and % dry matter of the samples were determined in this study. Gas chromatography and the fatty acid composition of the oil samples were analyzed. In addition, the viscoelastic properties were examined by investigating the dynamic shear and steady state rheological properties of the extracted oil samples. When the seeds of analyzed, the sample with a maximum fat content was found 65.661% in nuts while the sample having the least the fat content was observed 12.271% in the seeds of the V*iburnum opulus* L. When the fatty acid composition of *Viburnum opulus* L. seeds were analyzed, it was observed that *Viburnum opulus* L. seeds contained oleic acid (54.7%) and linoleic acid (40.05%) at most, and palmitic, stearic, followed by α-linolenic acid, respectively. The most abundant fatty acids in pumpkin seeds were observed in linoleic acid (48.14%) and oleic acid (31.44%).When the composition of fatty acids in nuts was analyzing, the dominant fatty was found to be acid oleic acid (80.53%) and it was followed by linoleic, palmitic, stearic and linoleic acids and α- linoleic acid were observed.In the oil samples extracted from pumpkin seed, hazelnut oil and *Viburnum opulus* L. seeds, the oil viscosity values were determined as 0.04, 0.06, 0.05 Pa.s, respectively. Also in this study, G" values of all the oil samples were found to be higher than G' values of them and it was found that all the oil samples showed the viscous property.

Keywords: *Viburnum opulus* L. seed oil, rheology, fatty acid composition, pumpkin seed oil

1. GİRİŞ

Bitkisel yağlar gıda ve gıda ürünleri için önemli hammadde olmasının yanı sıra esansiyel yağ asitleri içermesi ve yağda çözünen biyoaktif bileşenlerin kaynağı olması nedeniyle de beslenmede önemli işlevleri vardır. Yabani ve tarımı yapılan meyveler Batı ve Kuzey Avrupa ile Kuzey Amerika'da gıda ve içecekler için hammadde olarak kullanılır. Meyve suyu sıkma işlemi endüstriyel meyve işlemenin yaygın bir yoludur. Bu işlemlerin bir yan ürünü olarak, pres kalıntıları pulp/kabuk fraksiyonu ile bu meyvelerin çekirdeklerinden oluşur. Pulp/ kabuk fraksiyonu sağlığa yararlı bulunan fenolik bileşenlerin ektraksiyonunda kullanım alanı bulmaktadır [1]. Meyve çekirdekleri ise yağ bakımından zengindir [2,3]. Bazı meyve çekirdekleri yüksek oranda n-3 ve n-6 yağ asidi ve çoklu doymamış yağ asidi içermektedir [4,5]. Genellikle yağda çözünen antioksidanlarla kombinasyon halinde bulunan özgün yağ asidi bileşimi, yabani ve tarımı yapılan meyvelerin çekirdeklerini eczacılık ve fonksiyonel gıda endüstrisinin önemli bir hammadde kaynağı haline getirmektedir [5,6].

Reoloji, maddelerin akışkanlığı ve deformasyonunu inceleyen bilim dalıdır. Reolojide, akışkanların reolojik özellikleri viskozite ile, katılarınki ise elastisite ile ifade edilmektedir. Reolojik özellikler sıcaklık, kayma hızı, kayma hızının uygulanma süresi, basınç, konsantrasyon, pH, su aktivitesi, ürünün bileşimi ve yapısına bağlıdır. Gıda sanayinde, bir gıda maddesinin reolojik özellikleri, üretimi ve kalitesi açısından ele alınması gereken en önemli özelliklerdendir. Özellikle düşük maliyetli ürün geliştirme ve dolayısıyla proses dizaynı (boru, pompa, ekstrüder, karıştırıcı, kaplama, ısı değiştirici, homojenize edici gibi ekipmanların mühendislik hesaplarında) için büyük öneme sahip reolojik özellikler ayrıca, kalite kontrol analizlerinde, raf ömrü analizleri, duyusal analizlerde kullanılırlar. Reolojik özellikler gıda sanayinde, gıdaların üretimi ve kalitesi açısından da önemlidir. Gıdaların reolojik özellikleri, akış özelliklerini etkileyerek çiğneme sırasında algılanmasında ve sindirilmesi sırasında besinlerin sürümünü etkileyerek tat veya kıvam özelliklerini de tetikler [7]. Bu çalışma kapsamında fındık, kabak çekirdeği ve gilaboru çekirdeğinin yağı ekstrakte edilerek yağ asidi kompozisyonu incelenmiş ve reolojik özellikleri araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Gilaboru

Gilaboru Latince adı *Viburnum opulus* olan kırmızı renkli, kendine has acımsı tatta, üzüme benzeyen bir meyve çeşididir. Viburnum türlerinin büyük bir çoğunluğunun önemli özelliği endemik bitki olmasıdır. Örneğin*; V.opulus* Avrupa'da batı, doğu ve kuzeydoğu bölgelerinde yaygındır [8]. Dünyada European cranberrybush, American cranberrybush, cranberry tree, guelder rose, gueldres-rose, cherry-wood, rose elder, snowball bush gibi çeşitli isimlerle Türkiye'de ise bölgesel olarak değişen gilaboru, gilaburu, gileboru, gileburu, girabolu, girebolu ve gili gili gibi adlar kullanılmaktadır. Gilaboru, doğal olarak Türkiye'de başta Kayseri olmak üzere, Konya, Bursa, Sakarya, Ankara, Tokat, Sivas, Trabzon, Çorum, Maraş, Kırşehir, İstanbul, İzmir, Erzurum ve Samsun illerinde yetişmektedir [9]. Gilaboru meyvesi ile ilgili yapılmış çalışmalar daha çok bu meyvenin suyu üzerine yoğunlaşmış olsa da meyve çekirdeğinin de araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Karimova et al. [10] tarafından yapılan bir çalışmada *Viburnum opulus* L. çekirdeğinin lipit protein izolatında 15 farklı aminoasite rastlanmış, esansiyel aminoasitlerden treonin, valin, izolösin, lösin, trozin ve fenilalanin ile esansiyel olmayan aminoasitlerden aspartik asit, serin, alanin, histidin, lisin, arginin, prolin ve glutamik asit saptamışlardır. *Viburnum opulus* L. meyvesinin hâkim asidi oleik ve linoleik asit olmakla birlikte palmitik asit miktarı %2'den azdır. Meyve olgunlaşması sırasında doymuş yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit miktarı azalırken oleik ve linoleik asit miktarı artmaktadır. Bitkinin olgunlaşması esnasında linolenik asit miktarında önemli bir azalma meydana geldiği ve çiçeklenmeden sonrada bu yağ asidine hiç rastlanmadığı ifade edilmiştir [11]. *Viburnum opulus* L. meyvesinin ve çekirdeğinin incelendiği bir çalışmada [12], gilaboru meyvesinin hem etinde, hem çekirdeğinde temel organik asitler, antioksidan kapasite, toplam fenolik, toplam flavonoid ve toplam antosiyanin içerikleri tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, meyve etindeki toplam asitlerin %86'sını malik asitin oluşturduğu, meyve çekirdeğindeki toplam asitlerin %68'ini ise okzalik asitin oluşturduğu ifade edilmiş ve meyve çekirdeğinin meyve etinin yaklaşık 4 katı daha fazla toplam fenolik madde içerdiği ve yaklaşık 10 katı daha yüksek antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, meyve etinde ve çekirdeğinde sırasıyla kuru maddede yağ 1.92, 13.88; kül 0.38, 1.68 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca Sağdıç et al.. [13], yaptıkları çalışmada, gilaborunun kurutulmuş meyve ekstraktının antibakteriyel ve antioksidan aktivite özelliklerini incelemiş ve kurutulmuş

gilaboru meyve ekstraktının %2, 5, 10 ve 15'lik konsantrasyonlardaki patojen ve bozulma etmeni toplam 10 bakteriye (*Aeromonas hydrophila, Bacillus cereus, Enterobacter aerogenes, Escherichia coli, Klebsiella pneumoniae, Proteus vulgaris, Pseudomonas aeruginosa, Salmonella typhimurium, Staphylococcus aureus*) karşı antibakteriyel aktivitesi test edip %10 ile %15'lik konsantrasyonların test edilen bakterileri inhibe ettiği görülmüştür.

2.2 Kabak Çekirdeği

Dünyanın birçok bölgesinde tarımsal amaçlı, ticari ve süs bitkisi olarak yetiştirilen *Cucurbitaceae* familyasına ait olan kabakgil türlerinin genel isimleri *C.pepo*, *C. moschata*, *C. mixta ve C. maxima*'dır [14]. Türkiye'de yetiştirilmekte olan çekirdeklik kabaklar, genellikle *Cucurbita pepo* L. türünden ve *Cucurbita moschata* türüne giren bal kabaklarından elde edilmektedir [15]. Kabak çekirdeklerinin hazmının kolay olması nedeniyle mide rahatsızlığı olanlara önerildiği; ayrıca böbrek taşı ve kum düşürmede kullanıldığı, içerdiği "piperazin" maddesi nedeniyle bağırsak parazitlerine karşı öldürücü özelliği bulunduğu; bağırsaklardaki kıl kurdu ve tenyanın düşürülmesinde eskiden beri kullanıldığı bilinmektedir [16]. Çerezlik olarak tüketiminin yanında birçok faydaları ve kullanım alanı bulunan kabak çekirdeğinin iç kısmı %45-50 civarında doymamış yağ asidi (oleik, linoleik asit) içeren yeşil renkli bir yağdır. Rengi nedeniyle yemeklerde pek kullanılmamakla birlikte, sağlığa yararlı bileşenleri nedeniyle bazı ülkelerde salatalara ilave edilen kabak çekirdeği yağı, E vitamini bakımından çok zengindir. Aynı zamanda yüksek oranda A ve B vitaminleri ile fitosterolleri ve kukurbitin adı verilen bir aminoasidi içermektedir [17]. Rezig et al. [18] tarafından yapılan çalışmada *Cucurbita maxima* türüne ait kabak çekirdeklerinin kimyasal kompozisyonu incelenmiş ve toplam şeker, protein, lif, lipid ve nem miktarının sırasıyla % 0.11, % 33.92, %21.97, %31.57 ve % 8.46 olduğu ifade edilmiş ve yüksek içeriği nedeniyle endüstriyel uygulamalar için uygun olduğu sonucuna varmıştır. Yine aynı çalışmada incelenen yedi yağ asidi arasından dördünün doymamış yağ asidi olduğu ve en fazla oleik asit (% 44.11), linoleik asit (% 34.77), palmitik asit (%15.97) içerdiği belirtilmiştir.

Yapılan diğer bir çalışmada [19] , araştırmacılar karpuz çekirdeği, kırmızı biber çekirdeği ve kabak çekirdeğinin yağ asidi kompozisyonunu incelemiş ve çalışılan yağlar arasında palmitik, stearik, oleik ve linoleik asit bakımından büyük farklılıklar olduğunu saptamışlar ve kabak çekirdeği yağının % 76.5 doymamış yağ asidi içerdiğini belirtmişlerdir. İncelenen yağ örneklerinin oleik ve linoleik yağ asidi bakımından zengin olması dolayısıyla da salata ve margarinlerde kullanım alanı bulabileceğini ifade etmişlerdir.

Kavurma prosesinin kabak çekirdeğinin yağ asidi kompozisyonunda meydana getirdiği değişimlerin incelendiği diğer bir çalışmada, kavurma işleminden önce kabak çekirdeklerinin % 12.4 stearik asit, % 5.43 palmitik asit, % 27.6 oleik asit ve % 54.6 linoleik asit içerdiği belirtilmiş kavurma işleminin palmitik asit, stearik asit ve oleik asit asit içeriğinde değişim meydana getirmediği sadece linoleik asit miktarının % 54.6'dan %56.2'ye düşmesine sebep olmuş ve bu değişimin az fakat önemli olduğu belirtilmiştir [20].

2.3 Fındık

Fındık yağı, fındık (*Corylus avellana* L.) ağacının meyvelerinden elde edilen ve özellikle Türkiye'nin Karadeniz kıyılarında yetiştirilen, bu nedenle daha çok Karadeniz kültüründe önemli yeri olan ve bileşiminde yüksek oranda oleik asit bulunduran yemeklik bir yağdır [21]. Kimyasal bileşiminin zeytinyağına çok benzediği yapılan birçok çalışmada [22, 23, 24] ifade edilmiştir. Türkiye, dünya fındık toplam fındık üretiminin % 70'ini üreterek dünyanın en büyük fındık üreticisi konumundaki ülkedir [25]. Fındık yağı son zamanlarda oldukça popüler hale gelmiş ve salatalarda, kızartmalarda ve yemeklik yağ olarak geniş kullanım alanı bulmuştur [26]. Fındık yağının kimyasal bileşimi, fındığın yetiştiği bölgeye, fındık cinsine ve ekstraksiyon yöntemine göre değişmektedir. Farklı ülkelerde yetiştirilmiş, ham ve rafine fındık yağları majör ve minör bileşenleriyle karakterize edilmişlerdir. Tüm bu bileşenler, yağ asitleri, trigliseritler, mumlar, steroller, metil-steroller, terpenik ve alifatik alkoller, tokoferoller, tokotrienoller ve hidrokarbonlardır [27]. Parceria et.al [28] tarafından yapılan çalışmada fındık yağında miristik (14:0), palmitik (16:0), palmitoleik (16:1), hekzadekadienoik (16:2), stearik (18:0), oleik (18:1), linoleik (18:2), linolenik (18:3), eikosanoik (20:0) ve eikosenoik (20:1) asitlerin varlığını saptamışlar ve % 80.02 oranında oleik asit içerdiğini ve oleik asidin hakim yağ asidi olduğunu ifade etmişlerdir. Tombul türüne ait fındıklardan ekstrakte edilen yağların yağ asidi kompozisyonunun incelendiği bir çalışmada on altı adet yağ asidi tanımlanmış % 8.85 linoleik asit, % 4.81 palmitik asit, %2.69 stearik asit olduğunu bulmuşlar ve yine % 82.78 oranında oleik asit içermesi nedeniyle de oleik asidin en fazla bulunan yağ asidi olduğu belirtilmiştir [26].

2.4 Reoloji ve Yağ Asitleri

Gıdaların özellikle yarı katı ve sıvı gıdaların kalitelerinin belirlemesinde reolojik özelliklerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Reolojik özellikler ürünün duyusal özelliklerinin

belirlenmesi yanında ürünün fizikokimyasal özellikleri hakkında da fikir verebilmektedir [29]. Reoloji maddelerin akışkanlığı ve deformasyonunu inceleyen bilim dalıdır. Maddenin uygulanan kuvvet karşısında akış davranışındaki değişikliği ortaya koyar ve bir maddeye uygulanan stres ile meydana gelen sekil değişikliği arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışır. Reolojik özellikler, kuvvet ve şekil değişikliğinin zamanın bir fonksiyonu olarak ölçülmesiyle belirlenir [30].

Sıvılar akışkanlık özelliklerine göre Newtonian ve Newtonian olmayan akışkanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Newtonian akışkanlarda kesme hızı ve kesme stresi arasında doğrusal bir ilişki vardır. Newtonian sıvılarda viskozite kesme hızından bağımsızdır. Kesme hızı arttıkça doğrusal olarak kesme stresi de artış gösterir. Bunun dışındaki akış özelliği gösteren sıvılar Newtonian olmayan sıvılar olarak adlandırılır [31]. Bunun yanı sıra viskozitenin kayma hızı arttıkça azaldığı davranış biçimi psödoplastik (shear-thinning), arttığı davranış biçimi ise dilatant (shear-thickening) olarak adlandırılmaktadır. Sıvı viskozitesinin zamana bağlı olarak azalması tiksotropik, zaman bağlı olarak artması ise reopektik davranışı göstermektedir [32, 33]. Sıvı ve yarı sıvı gıdaların akış davranışlarının belirlenmesinde çeşitli modeller kullanılmaktadır. Bu modeller Üslü-Yasa (Ostwal-de-Walle), Hershel-Bulkey, Casson ve Bingham modelleridir.

Üslü Yasa Modeli $\sigma=K\gamma^{n}$

Hershel-Bulkey $\sigma=K_{H}\gamma^{n} + \sigma_{Y}$

Casson $\sigma=K_{C}\gamma^{0.5} + \sigma_{Y}^{0.5}$

Bignham Modeli $\sigma =\eta_{B}\gamma+\sigma_{Y}$

Bu eşitliklerde σ kesme stresi (Pa), γ kesme hızını (s^{-1}), n akış davranış indeksi, K kıvam katsayısını ($Pa.s^{n}$) ve ise σ_{Y} başlangıç stresini göstermektedir. Bu akış davranış modellerinden üslü yasa modeli gıdaların akış davranış özelliğinin belirlenmesinde en çok kullanılan modeldir [34]. Yalçın et al.[35] ’ın farklı kaynaklardan elde edilen yağların yağ asidi kompozisyonu ile reolojik özellikleri inceledikleri çalışmada zeytinyağı, fındık yağı, kanola, pamuk yağı, mısır yağı, soya yağı ve ayçiçeği yağının viskozitelerini sırasıyla 0.067, 0.060, 0.058, 0.054, 0.052, 0.049 ve 0.045 Pa.s bulmuşlar ve yağ asidi kompozisyonun viskozite değerlerini etkileyen temel faktör olduğunu ifade etmişlerdir. Yine aynı çalışmada çoklu doymamış yağ asidi kompozisyonu ile viskozite arasında negatif bir korelasyon olduğu belirtilmiş zeytinyağının fazla miktarda doymuş ve doymamış yağ asidi içeriği ile az miktarda

çoklu doymamış yağ asidi içeriği nedeniyle en yüksek viskozite değerine sahip olduğu saptanmıştır. Literatürde aynı zamanda bitkisel yağların uzun zincirli molekül yapılarından dolayı Newtonian akış özelliği gösterdiği de belirtilmiştir [36].

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmada materyal olarak kullanılan fındık ve kabak çekirdeği Kayseri'de bulunan marketlerden temin edilmiştir. Araştırmada ayrıca Kayseri'de yetişen gilaboru meyvesinin çekirdeği de materyal olarak kullanılmıştır. Örnekler Eylül-Ekim aylarında hasat edilmiş ve analiz zamanına kadar çeşme suyu içerisinde bekletilmiştir. Analiz sırasında gilaboru örnekleri sudan çıkarılarak ezme işlemi gerçekleştirilip posası ayrılarak gilaboru çekirdekleri elde edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Örnek Hazırlama

Proje kapsamında gilaboru (*Viburnum opulus* L.) tohum yağının diğer bazı bitkisel yağlar ile yenilebilir sütlü buz bileşiminde fonksiyonel olarak kullanım olanaklarının araştırılması ve reolojik yönden incelenmesi düşünülmüş, ancak ön denemeler ve yapılan literatür çalışmaları sonrasında, gilaboru tohum yağı ile birlikte kabak çekirdeği ve fındık yağlarının yağ asidi kompozisyonunun belirlenip bu tohumlardan elde edilen yağların reolojik yönden incelenmesi uygun görülmüştür.

Çalışmalarda kullanılacak gilaboru tohum yağlarını elde etmek için kabuk ve meyvelerinden ayrılan tohumlar etüvde (Nüve FN 120, Ankara, Türkiye) 75 ºC' de 24 saat süre ile kurutuldu. Bu işlem tohumların suyunu uzaklaştırmak ve yağ ekstraksiyonunu daha kolay ve verimli yapabilmek için uygulandı. Etüvde kurutulan tohumlar Herzog HSM100H Milling cihazında öğütülmek suretiyle yağ ekstraksiyon işlemine uygun hale getirildi. Kabak çekirdekleri ve fındık numuneleri de öğütülerek yüzey alanı artırılıp yağ ekstraksiyonuna uygun koşulların oluşturulması sağlandı.

3.2.2 Kurumadde Analizi

Boş kurutma kapları 105±2°C'ye ayarlanmış etüvde en az 30 dakika bırakılarak, kapların kurutulması sağlanmıştır. Etüvden çıkan kurutma kapları desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulup tartılmıştır. Kurutma kabına 5-8 g öğütülmüş tohumlardan tartılarak etüve yerleştirilmiş ve sabit ağırlığa ulaşıncaya dek kurutma işlemine devam edilmiştir. Sabit tartıma gelen numuneler desikatöre alınarak tartılmıştır. Örneklerin kuru madde miktarları aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır. [37].

$$KM = \frac{M_1 - M}{M_2 - M} 100$$

KM= Yüzde kuru madde miktarı

M_1= Kurutma kabı ve kurutma sonrası numune ağırlığı, g

M_2= Kurutma kabı ve numune ağırlığı, g

M= Kurutma kabı ağırlığı, g

3.2.3 Toplam Yağ Analizi

Örneklerdeki toplam yağ miktarı Soxhelet yöntemine göre belirlenmiştir. Bu amaçla öğütülen numuneler, hassas bir şekilde tartılıp kartuşlara yerleştirilerek soxhelet gövdesine konulmuştur. Çözücü olarak petrol eteri kullanılmış ve otomatik soxhelet ekstraktörü (Buchi, Almanya) kullanılmıştır. Sonuçlar % olarak hesaplanmıştır.

3.2.4 Örneklerin Yağ Asitleri Kompozisyonun Belirlenmesi

Yağ asitleri bileşiminin saptanması için yağ örnekleri Anonymous [38] 'de verilen esaslara göre belirlenmiştir. Her bir yağ numunesinden 100 mg tartılarak 100 µL 2N KOH ile sabunlaştırılmış, daha sonra bu karışıma 3 ml hekzan eklenerek 1 dakika vortekslenmiş ve 5000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir (Nüve NM 110, Türkiye). Solüsyondan 1 ml GC viallerine alınırak enjeksiyon başlatılmıştır. Gaz kromatografisi cihazının çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Gaz kromatografi cihazı: Agilent 6890

Kolon: 100 m x 0.25 mm id HP-88

Dedektör: Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)
Taşıyıcı gaz: Helyum, akış hızı: 2 mL/dakika
Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 230 °C
Enjeksiyon miktarı: 1 µL
Split oranı: 1/50
Yağ asitleri bilinen standartların alıkonma zamanlarına göre tespit edilmiştir. Sonuçlar gr yağ asidi/100 gr toplam yağ asidi olarak ifade edilmiştir.

3.2.5 Reolojik Analizler

3.2.5.1 Yatışkın Hal (Steady State) Reolojik Özelliklerin Belirlenmesi

Yağ örneklerinin reolojik özellikleri 25°C'de sıcaklık kontrollü (Haake, Karlsruhe K15 Germany) reometre (Thermo-Haake, Rheostress 1, Germany) ile yapılmıştır. Ölçümler koni-plaka konfigürasyonu ile gerçekleştirilmiştir. 0.85 ml yağ örneği mikropipet yardımıyla koni ile plaka (koni çapı: 35 mm, açı: 4°, koni plaka aralığı: 0.14 mm) arasına konulmuş ve 25 °C sıcaklık değerinde 0.1-100 s^{-1} aralığında kesmeye tabi tutulmuştur. Her bir kesme hızı değerinde 10s bekleme yapıldıktan sonra örneklerin görünür viskozite değerleri ile kesme stresi verileri tespit edilmiştir. Belirlenen kesme hızı aralığında toplam 25 adet veri elde edilmiştir. Bütün reolojik ölçümler 5 paralel olarak gerçekleştirilmiştir. Örneklere ait kıvam katsayısı ve akış davranış indeksi değerleri Newtonian modeli ile belirlenmiştir. Veri eldesinde RheoWin Data Pro yazılımı ve elde edilen verilerin reolojik modeller vasıtasıyla analizinde ise RheoWin Data Manager yazılımları kullanılmıştır.

3.2.5.2 Dinamik Titreşimli Kayma (Dynamic Shear) Akış Davranış Özelliklerinin Belirlenmesi

Yağ örneklerinin viskoelastik bölgelerinin belirlenebilmesi için basınç süpürmesi (stress sweep) testi uygulanmıştır. Bu amaçla ölçümler 0.1-10 Hz arasında yapılmış ve dinamik titreşimli akış davranış özellikleri 0.628-6.283 rad/s de ve 0.3 Pa basınç altında gerçekleştirilmiştir. Frekans süpürmesi (frequency sweep) testi 25 °C' de gerçekleştirilmiş ve örneklerin depo modülü (G'), viskoz modülü (G") değerleri belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Kurumadde Miktarı ve % Yağ İçeriği

Araştırma kapsamında incelenen tohumların % yağ içeriği ile % kurumadde içerikleri tablo 4.1 de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 İncelenen Yağlı Tohumların % Kurumadde ve Yağ İçeriği

Örnekler	Kurumadde (%)	Yağ (%)
Fındık	98.834±0.298	65.661±1.195
Kabak Çekirdeği	97.782±0,023	43.606±1.139
Gilaboru	97.308±0.304	12.271±0.304

İncelenen tohumlar arasında en fazla yağ içeriğine sahip örnek % 65.661 yağ içeriği ile fındıkta gözlenmişken en az yağ içeriği %12.271 ile gilaboru çekirdeklerinde gözlenmiştir. Örneklerin % kurumadde miktarlarının ise %97.308 ile %98.834 arasında olduğu gözlenmiştir.

4.2 Örneklerin Yağ Asidi Bileşimi

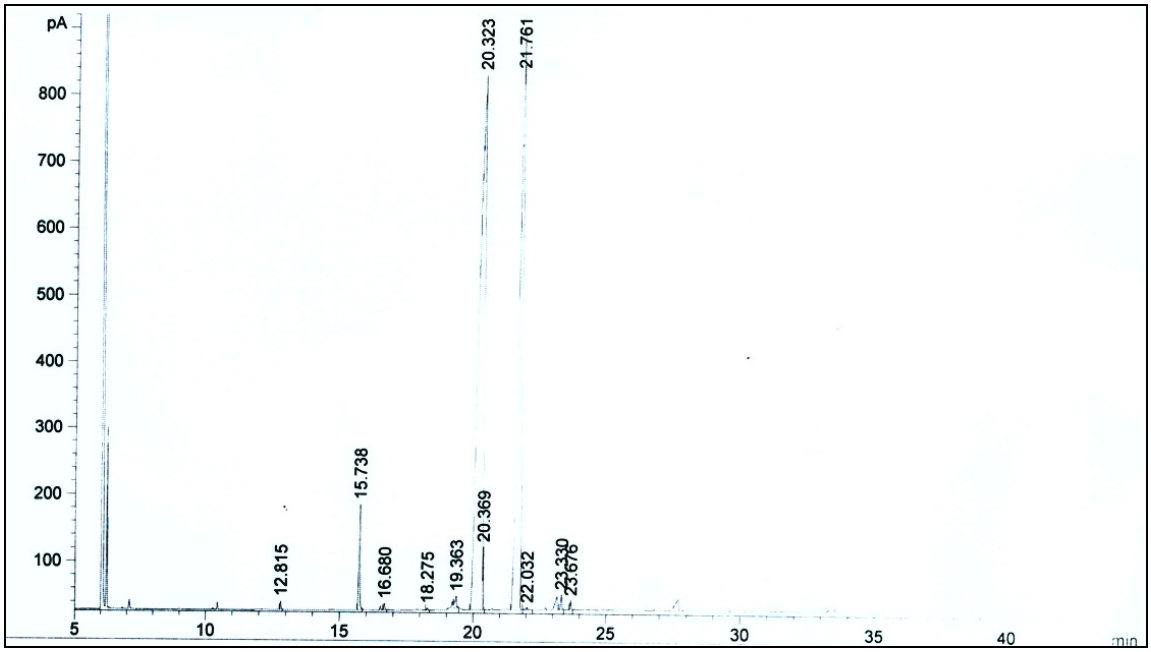
Proje kapsamında incelenen örneklerin yağ asidi bileşimi Tablo 4.2 de gösterilmiştir.

Tablo 4.2 İncelenen Yağlı Tohumların % Yağ Asidi Bileşimi

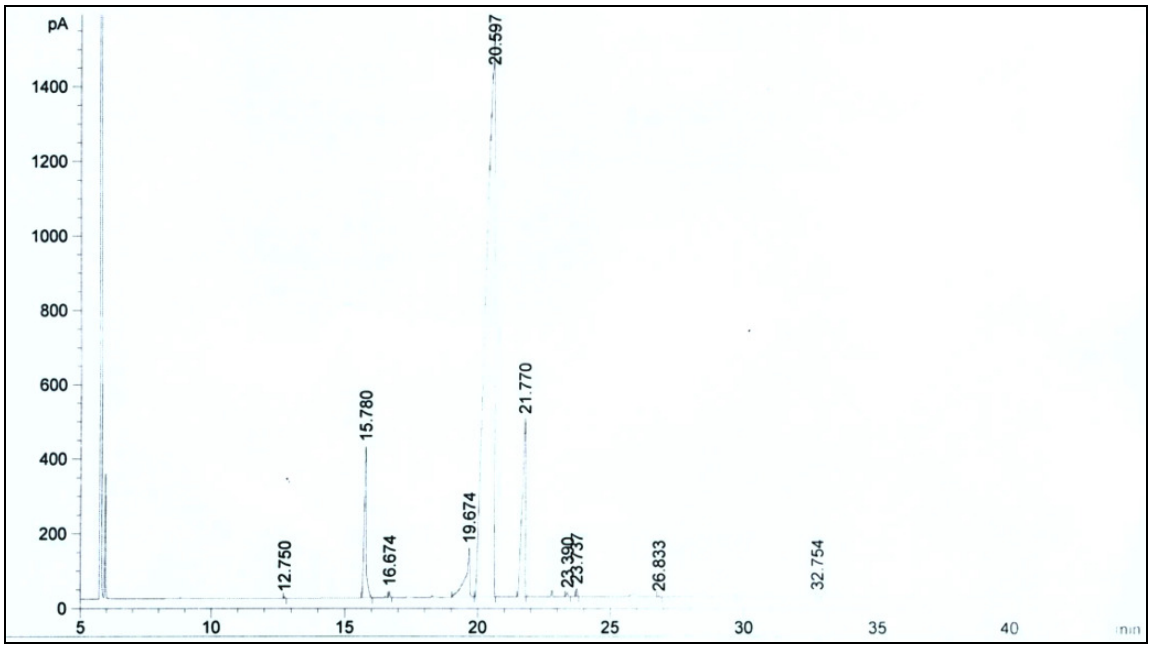
Yağ Asidi (%)	**Gilaboru**	**Kabak Çekirdeği**	**Fındık**
C14:0	0.14±0.01	0.12±0.01	0.05±0.03
C16:0	2.41±0.06	12.06±0.12	5.40±0.04
C16:1	0.13±0.00	0.10±0.01	0.12±0.00
C18:0	0.42±0.00	7.31±0.39	3.33±0.45
C18:1	54.07±0.68	31.44±0.01	80.53±0.08
C18:2	40.05±0.31	48.14±0.16	9.65±0.07
C18:3	0.18±0.00	0.01±0.00	0.15±0.01

Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'te de örneklerin GC-FID kromatogramları verilmiştir. Gilaboru çekirdeklerinin yağ asidi bileşimi incelendiğinde en fazla oleik asit (%54.7) ve linoleik asit (%40.05) içerdiği gözlenmiş ve bunu sırasıyla palmitik, stearik, α- linoleik asitin takip ettiği gözlenmiştir. Kabak çekirdeğinde en fazla bulunan yağ asidi linoleik asit (%48.14) ve oleik asit (%31.44)'tir. Fındığın genel yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde ise hakim

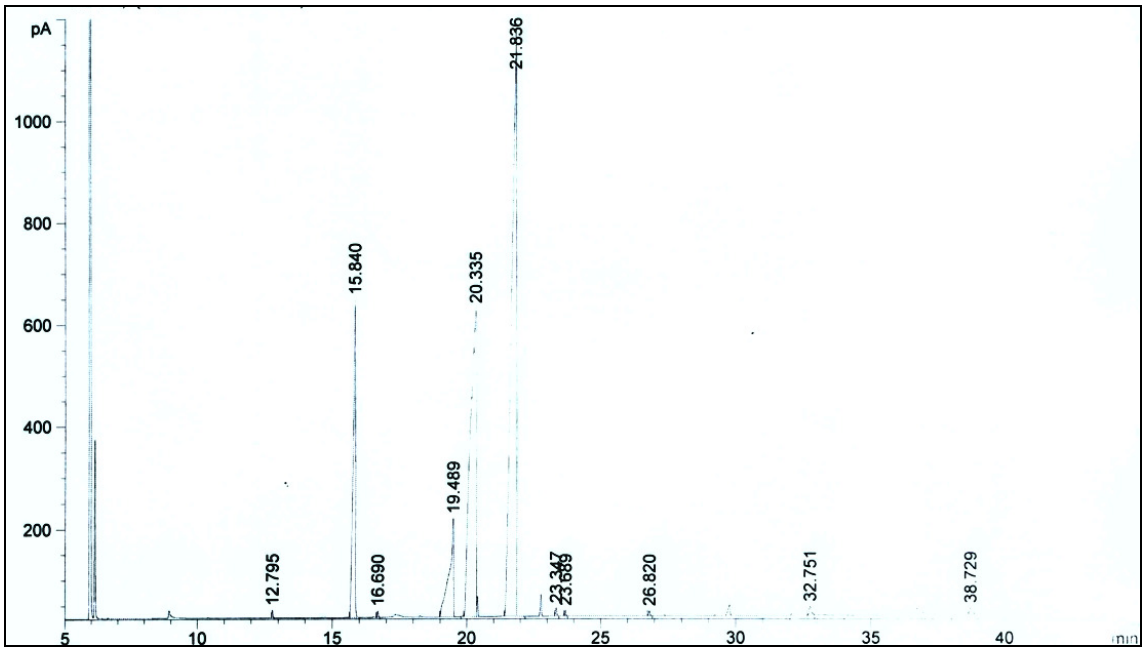
yağ asidinin oleik asit (%80.53) olduğu bulunmuş ve bunu sırasıyla linoleik, palmitik, stearik ve α- linoleik asitin takip ettiği gözlenmiştir.



Şekil 4.1 Gilaboru çekirdek yağına ait GC-FID kromatogramı



Şekil 4.2 Fındık yağına ait GC-FID kromatogramı



Şekil 4.3 Kabak çekirdeği yağına ait GC-FID kromatogramı

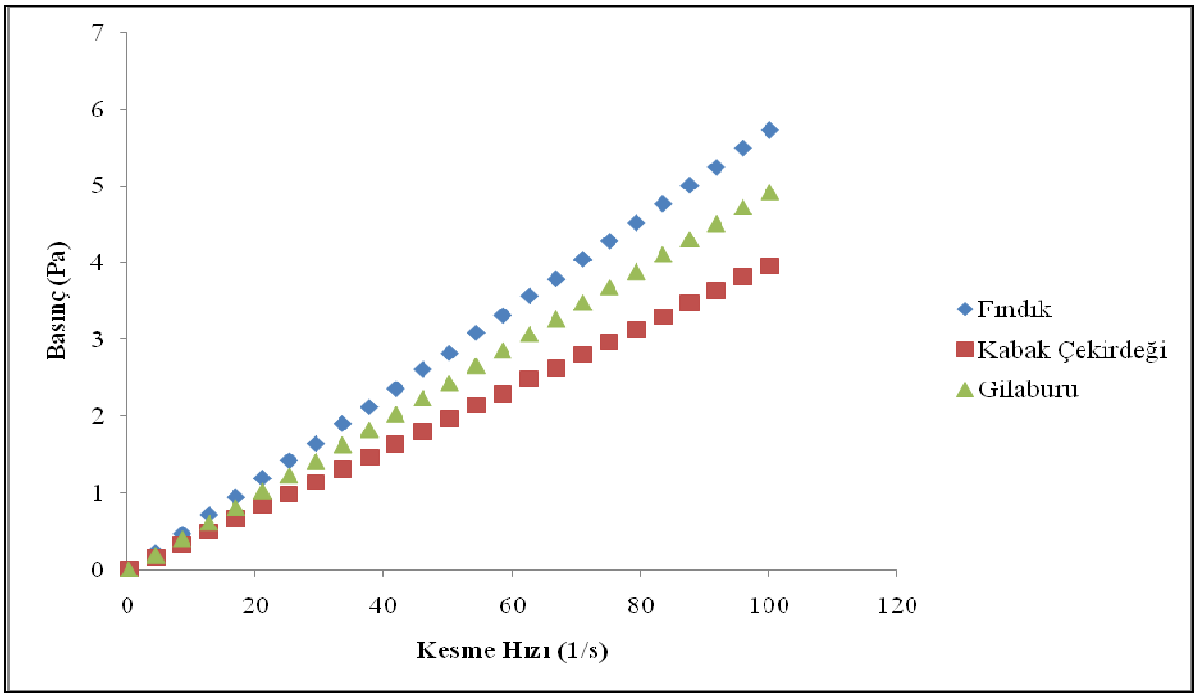
4.3 Örneklerin Reolojik Özellikleri

4.3.1 Yatışkın Hal (Steady State) Reolojik Özelliklerin Belirlenmesi

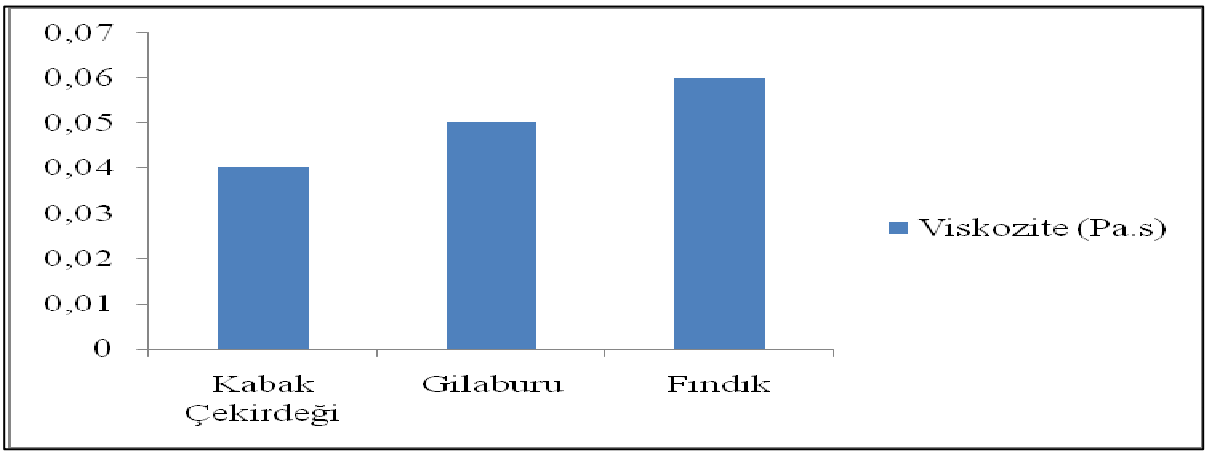
Şekil 4.4 te gilaboru, kabak ve fındık yağına ait kesme hızına karşılık uygulanan basınç değerleri gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü üzere incelenen yağ örneklerine uygulanan basınç ile kesme hızı arasında sabit bir oran vardır. Bu tip akış Newtonian akış olarak ifade edilir ve bu akış davranışının özellikleri aşağıdaki eşitlikle karar verilir;

$$\sigma = \eta\gamma$$

Bu eşitlikte σ kesme stresi (Pa), γ kesme hızını (s^{-1}) ifade etmektedir Newton Yasasına göre, kayma gerilimi ile kayma hızı arasında çizilen akış grafiği doğrusal olup eğim viskoziteyi vermektedir. Newtonian davranışta viskozite kayma hızına bağlı değildir. Viskozite sadece sıcaklık ve maddenin bileşimine bağlıdır ve Newtonain davranış gösteren gıdaların sadece tek kayma hızında viskozite ölçümleri yeterlidir [39]. Grafiğin eğimi hesaplandığında kabak çekirdeği, fındık ve gilaboru çekirdeklerinden ekstrakte edilen yağ örneklerinin viskozite değerleri sırasıyla 0.04, 0.06, 0.05 Pa.s bulunmuş ve örneklerin viskozite değerleri şekil 4.5 te gösterilmiştir.



Şekil 4. 4 Yağ örneklerinin uygulanan basınç ile kesme hızı arasındaki ilişki



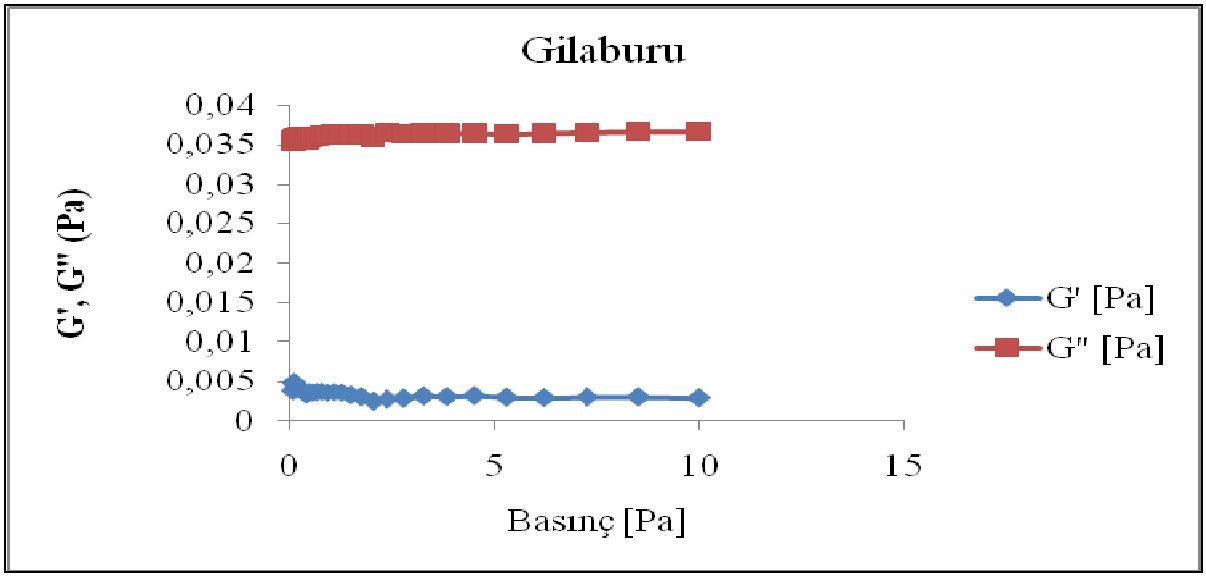
Şekil 4.5 Yağ örneklerinin viskozite değerleri

Şekilden de görüldüğü üzere en yüksek viskoziteye fındık yağının sahip olduğu ve bunu sırasıyla gilaboru çekirdek yağı ile kabak çekirdeği yağının izlediği bulunmuştur.

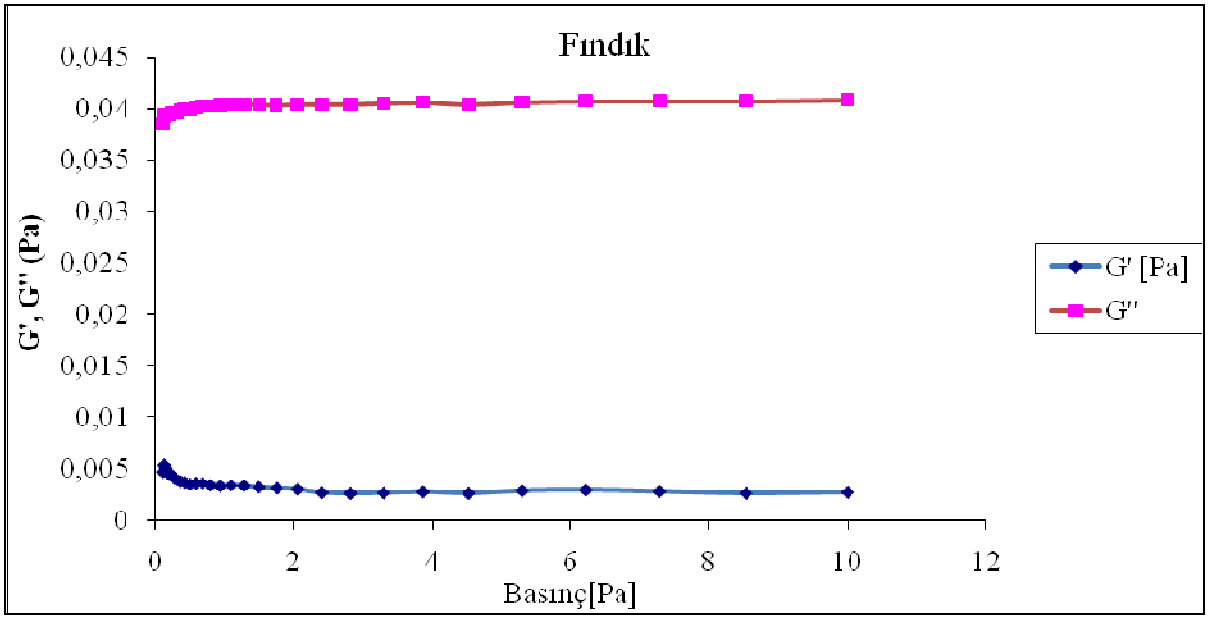
4.3.2 Dinamik Titreşimli Kayma (Dynamic Shear) Akış Davranış Özellikleri

4.3.1.2 Basınç Süpürmesi (Stress Sweep) Testi

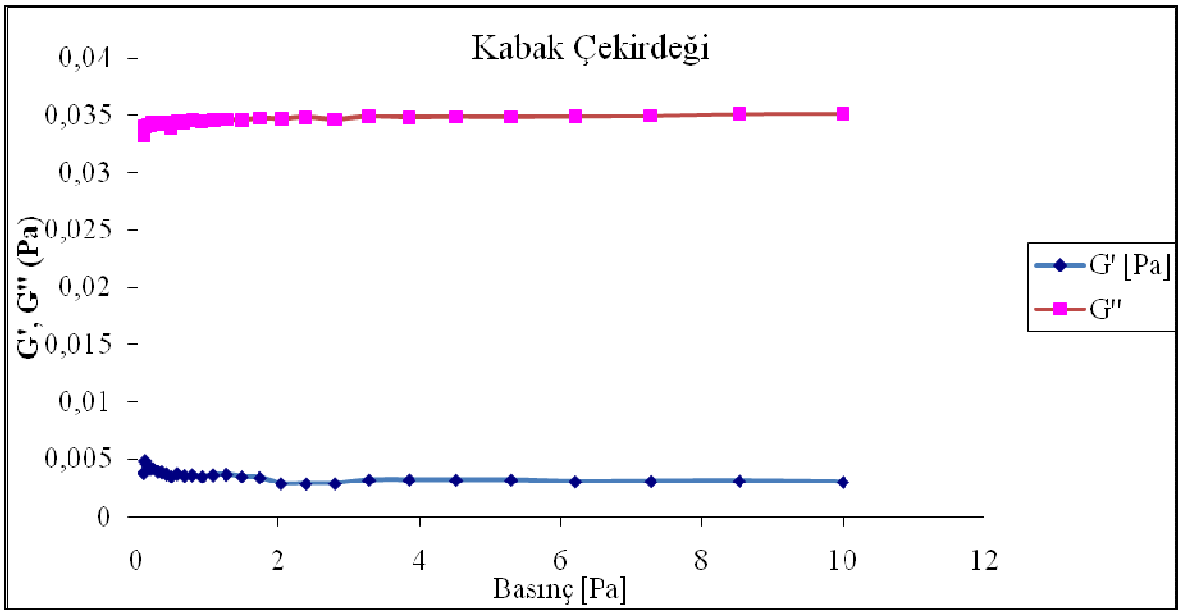
Basınç Süpürmesi yöntemi ile yağ örneklerinin lineer viskoelastik bölgesinin başladığı nokta tespit edilmiş ve bu değerin 0.3 Pa olduğu belirlenmiştir. Araştırma kapsamında incelenen yağ örneklerinden gilaboru yağı (Şekil 4.6), fındık yağı (Şekil 4.7) ve kabak çekirdeği yağının (Şekil 4.8) strese göre G' (depo modül) ve G" (kayıp modül) grafikleri verilmiştir.



Şekil 4.6 Gilaboru çekirdek yağının strese göre G' ve G"grafiği



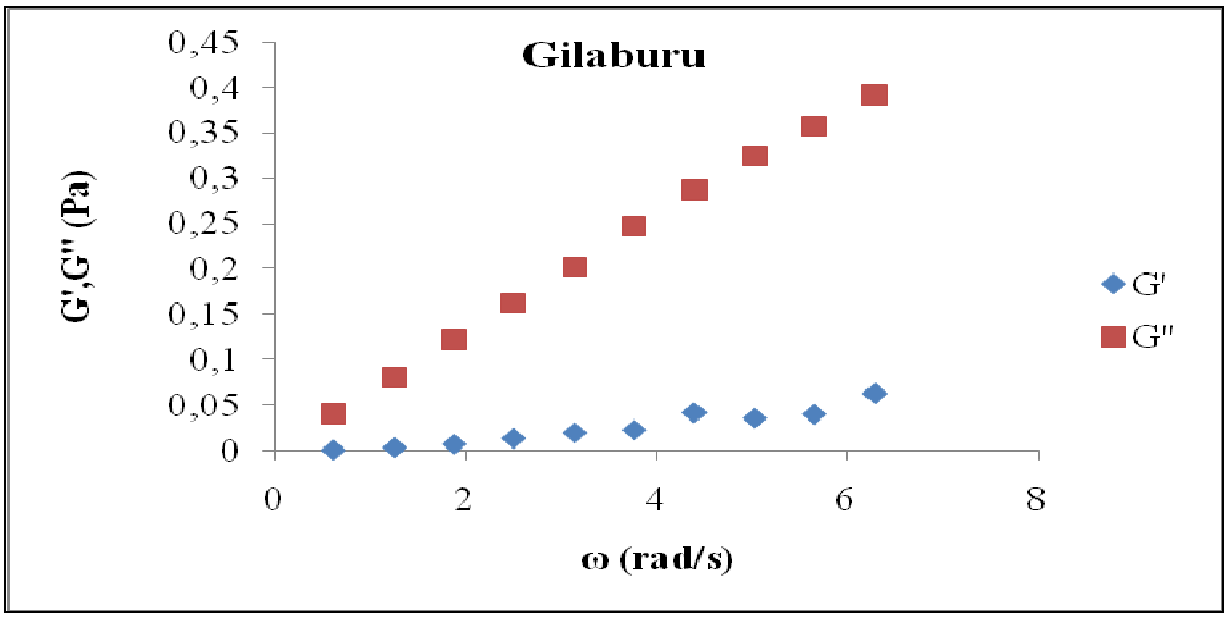
Şekil 4.7 Fındık yağının strese göre G' ve G"grafiği



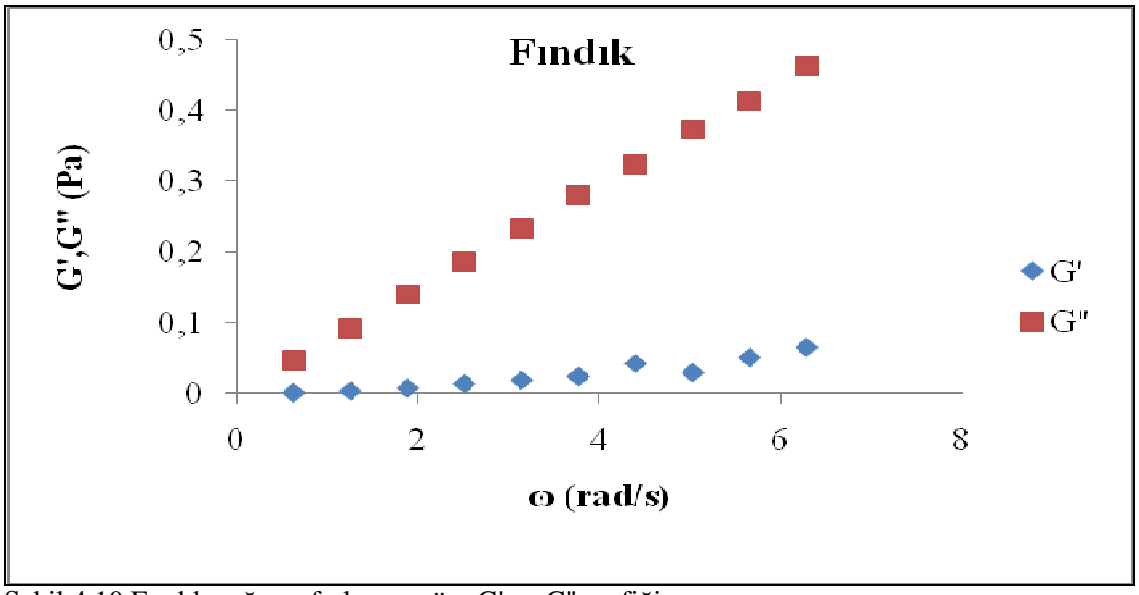
Şekil 4.8 Kabak çekirdeği yağının strese göre G' ve G''grafiği

4.3.1.2 Frekans Süpürmesi (Frequency Sweep) Testi

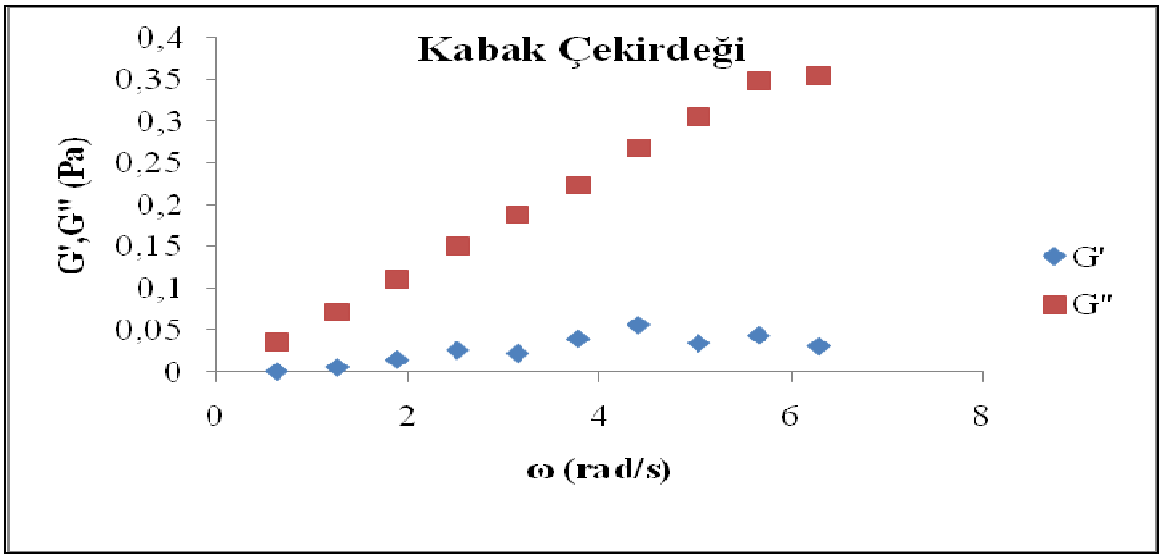
Proje kapsamında incelenen yağ örneklerinden gilaboru (Şekil 4.9), fındık yağı (Şekil 4.10) ve kabak çekirdeği yağının (Şekil 4.11) dinamik özellikleri gösterilmiştir. Her üç yağ örneğin de de G' (depo modül) değerinin G'' (kayıp modül) değerinden küçük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.9 Gilaboru çekirdek yağının frekansa göre G' ve G'' grafiği.



Şekil 4.10 Fındık yağının frekansa göre G' ve G'' grafiği.



Şekil 4.11 Kabak çekirdeği yağının frekansa göre G' ve G'' grafiği.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Proje kapsamında üç farklı yağ örneğinin reolojik özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Araştırma kapsamında incelenen yağ örneklerinden gilaboru çekirdeğinin %12.27 yağ içerdiği ve bu yağın bileşiminde de en fazla oleik asit (%54.7) ve linoleik asit (%40.05) bulunduğu gözlenmiş ve bunu sırasıyla palmitik, stearik, α- linoleik asitin takip ettiği saptanmıştır. Gilaboru (*Viburnum opulus* L.) meyvesinin morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin incelendiği bir araştırmada taze gilaboru meyvesinde % 6.47, konserve meyvede ise ortalama % 6.07 ham yağ bulunduğu ifade edilmiştir [40]. Karimova et. al.[10] tarafından yapılan çalışmada da gilaboru meyvesinin yağ içeriğinin olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte arttığı belirtilmiştir. Gilaboru meyvesinin yağ içeriğinde görülen bu farklılığın nedeninin meyvenin olgunlaşma seviyesi olabileceği gibi çevresel faktörler ve çeşit farklılığından ileri gelebileceği düşünülmektedir. Yapılan literatür çalışmaları sonucunda *Viburnum opulus* L. meyvesinde hakim yağ asidinin oleik ve linoleik yağ asidi olduğu, palmitik yağ asidinin %2'den daha az olduğu belirtilmiştir [10]. Gilaboru çekirdek yağının yağ asidi kompozisyonunu incelediğimiz bu çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Bitkisel kaynaklı meyve ve tohumlardan elde edilen; zeytinyağı, ayçiçeği yağı, mısır özü yağı, soya yağı, fındık yağı, badem yağı, ceviz yağı ve kabak çekirdeği yağı gibi yağlar, yüksek oranda doymamış yağ asidi bileşimine sahiptir. Ayrıca bitkisel yağlar; çeşitli vitaminler, karotenoidler, steroller ve ω-yağ asitleri gibi değerli bileşikleri de içerirler. Bu özelliklerinden dolayı bu yağlar sadece gıda sektöründe değil aynı zamanda farmasötik ve kozmetik endüstrilerinde de potansiyel kullanım alanına sahiptir. Doymamış yağ asitlerindeki çift bağlar kolay tepkimeye girme eğiliminde olmaları, farmasotik amaçlı çok sayıda fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesi açısından da önemlidir. Araştırma kapsamında incelenen kabak çekirdeğinin % 43.6 ham yağ içerdiği bulunmuş ve bileşiminde ω-6 ve ω-9 yağ asitlerini içerdiği saptanmıştır. Yapılan analizler sonucunda kabak çekirdeğinin bileşiminde en fazla bulunan iki yağ asidi linoleik asit (%48.14) ve oleik asit (%31.44) olduğu bu yağ asitlerine ek olarak palmitik ve stearik yağ asidi içerdiği bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada kabak çekirdeği tohumlarından elde edilen yağın içeriğinin büyük bir kısmını tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinin oluşturduğu ve yaklaşık olarak %73-80 oranında doymamış yağ içeriğine sahip olduğu ifade edilmiştir [41]. Rabrenovic et al. [42] tarafından yapılan

çalışmada kabak çekirdeğinin 37.1 ile 43.6 g/100 g arasında değişen oranlarda oleik asit ile 37.3 - 44.5 g/100 g oranında linoleik asit içerdiği belirlenmiş oluşan farklılıkların kabak çekirdeklerinin çeşit farklılıklarına bağlamıştır. Çalışma kapsamında belirlenen kabak çekirdeğinin yağ asidi kompozisyonu ile daha önce yapılan çalışmalar paralellik göstermektedir.

Fındığın genel yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde ise hakim yağ asidinin oleik asit (%80.53) olduğu bulunmuş ve bunu sırasıyla linoleik, palmitik, stearik ve α- linoleik asitin takip ettiği gözlenmiştir. Yapılan literatür çalışması sonucunda fındık yağının ana bileşenin %75-80 oranında oleik asit olduğu bunun yanında %7-10 oranın linolenik asit %4-6 palmitik asit ve %1-4 oranında da stearik asit içerdiği ve fındık yağının doymuş yağ asidi oranının da yaklaşık olarak %6-10 aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu değerin sıvı yağlar içinde oldukça düşük bir oran olduğu ve yüksek oranda doymamış yağ asidi (tekli ve çoklu) içeriğinden dolayı yemeklik yağ olarak kullanıma oldukça uygun olduğu ifade edilmiştir [43]. Araştırma kapsamında incelenen kabak çekirdeği, fındık ve gilaboru çekirdek yağlarının viskozite değerleri sırasıyla 0.04, 0.06, 0.05 Pa.s olduğu bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada fındık yağının viskozite değerinin 0.06 Pa.s olduğu belirtilmiştir [35]. Bu değer bizim çalışma sonuçlarımızla sonucunda bulduğumuz değerle paralellik göstermektedir. Gilaboru çekirdeği ve kabak çekirdek yağının reolojisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yağların yağ asidi bileşimi, viskozite değerlerini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin varlığı bitkisel yağların viskozite değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Çoklu doymamış yağ asitleri ile sıvı yağların viskozite değerleri arasında negatif bir korelasyon vardır. Zeytinyağı yüksek oranda doymuş ve tekli doymamış çift bağ içeren yağ asidi kompozisyonuna sahip olduğundan viskozitesi kanola, pamuk, ayçiçeği, mısır ve soya yağına göre daha yüksektir [35]. Örneklerin dinamik reolojik özellikleri, her bir yağ örnekleri için basınç süpürmesi (stress sweep) testi yapılıp lineer viskoelastik bölgenin belirlenmesinden sonra 0.3 Pa basınç altında gerçekleştirilmiştir. Depo modülü G' madde tarafından depolanan enerjinin büyüklüğünü ifade ederken, G" (kayıp modülü) deformasyon sırasında maddenin kaybettiği enerjiyi belirtir. Bu nedenle tamamiyle elastik bir katı için G" değeri sıfırdır. Elastik özelliği olmayan sıvıların aksine, viskoelastik sıvılarda bütün enerji ısı enerjisi olarak yayılır ve G' değeri sıfırdır [44]. Beklendiği üzere yağ örneklerinin G' değerleri sıfıra yakın bulunmuştur. Eğer G' değeri G" değerinden büyükse, materyal katı gibi davranır. Bunun aksine G" değeri G' değerinden büyükse materyal sıvı benzeri özellik gösterir [39]. Bu

çalışmada tüm yağ örnekleri için G" değerleri G' değerinden daha yüksek bulunmuş ve incelenen tüm yağ örneklerinin viskoz özellik gösterdiği saptanmıştır.

6. KAYNAKLAR

1. Yang, B., Ahotupa, M., Maatta, P., Kallio, H., 2011, Composition and antioxidative activities of supercritical CO2-extracted oils from seeds and soft parts of northern berries. Food Research International, 44, 2009–2017.

2. Johansson, A., Laakso, P., & Kallio, H. ,1997, Characterization of seed oils of wild, edible Finnish berries. Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung A-Food Research and Technology, 204(4), 300−307.

3. Johansson, A., Laine, T., Linna, M. M., Kallio, H., 2000, Variability in oil content and fatty acid composition in wild northern currants. European Food Research and Technology, 211(4), 277−283.

4. Goffman, F. D., Galletti, S. ,2001, Gamma-linolenic acid and tocopherol contents in the seed oil of 47 accessions from several Ribes species. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(1), 349−354.
5. Johansson, A., Korte, H., Yang, B., Stanley, J., & Kallio, H. (2000). Sea buckthorn berry oil inhibits platelet aggregation. Journal of Nutritional Biochemistry, 11, 491−495.
6. Yang, B., Karlsson, R. M., Oksman, P. H., Kallio, H. P. 2001, Phytosterols in sea

buckthorn (Hippophaë rhamnoides L.) berries: Identification and effects of different origins and harvesting times. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49 :11, 5620–5629.

7. Steffe, J.F., 1996. Rheological Methods in Food Process Enginering. Freen Press, US, 428 pp.
8. Kraujalyte, V., Leitner, E., Venskutonis, P.R.,2012, Chemical and sensory characterisation of aroma of *Viburnum opulus* fruits by solid phase microextraction-gaschromatography–olfactometry, vol.132, pp.717-723.
9. Yapar, N., 2008, Geleneksel Olarak Fermente Edilmiş Gilaboru (*Viburnum Opulus* L.) Meyvesinin Suyundan İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Endüstriyel Gilaboru Suyu Üretiminde Kullanım Olanakları,Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
10. Karimova A.R., Yunusova, S.G., Maslennikov, S.L., Galkin, E.G., Yunusov T.S., Shereshovets V.V., Yunusov M.S., 2000, Lipids, Liphophilic Components and Biologically Active Fraction of Viburnum opulus L. Seeds, Chemistry of Natural Compounds, 30:560-564.
11. Karimova A.R., Yunusova, S.G., Galkin, E.G., Fedorov, N.I., Yunusov, M.S., 2004, Lipids and Lipophilic Components of Viburnum opulus fruits During Maturation, Russian Chemical Bulletin, 53:245-250.
12. Cam, M., Hisil, Y., Kuscu, A., 2007, Organic acid, phenolic content, and antioxidant capacity of fruit flesh and seed of *Viburnum opulus*, Chemistry of Natural Compounds, 43:4, 460-461
13. Sagdic, O., Aksoy, A., Ozkan, G., 2006, Evaluation of the antibacterial and antioxidant potentials of cranberry (Gilaboru, *Viburnum opulus* L.) fruit extract, Acta Alimentaria, 35:4, 487-492.
14. Anonim, 2014, http://tr.wikipedia.org, Erişim tarihi 13.05.2014.
15. Yanmaz, R. ve Düzeltir, B., 2003. "Çekirdek Kabağı Yetiştiriciliği", Popüler Bilim Dergisi, 123: 22-24.
16. Günay, A., 2005, Sebze yetiştiriciliği,cilt 1, İzmir.
17. Onart K., 2011, Kabak Çekirdeği Yağının Süperkritik CO2 Ortamında Ekstraksiyonu, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

18. Rezig, L., Chouaibi M., Msaada K., Hamdi S., 2012, Chemical composition and profile characterisation of pumpkin (Cucurbita maxima) seed oil, Industrial Crops and Products, 37:82– 87.
19. El-Adawy, T.A., Taha, K.M., 2001. Characteristics and composition of different seed oils and flours. Food Chem. 74, 47–54.
20. Murkovic, M., Piironen, V., Lampi A. M., Kraushofer T., Sontag G., 2004, Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds), Food Chemistry, 84:359–365.
21. Turhan, S., 2011, Türk Fındık Yağlarının Trigliserit Yapılarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
22. Parcerisa, J., Casals, I., Boatella, J., Codony, R. and Rafecas, M., 2000, Analysis of olive oil and hazelnut oil mixtures by high-performance liquid chromatography atmospheric pressure chemical ionisation mass spectrometry of triacylglycerols and gas-liquid chromatography of non-saponifiable compounds (tocopherols and sterols). Journal of Charomatography A, vol. 881, pp. 149-158.
23. Ozen, B. F. and Mauer, L.J., 2002, Detection of Hazelnut oil Adultration Using FT-IR Spectroscopy. J. Agric. Food Chem. Vol. 50, pp. 3898-3901.
24. Benitez-Sánchez, P. L., León-Camacho and M., Aparicio, R., 2003, A comprehensive study of hazelnut oil composition with comparisons to other vegetable oils, particularly olive oil. Eur. Food Res. Technol, Vol. 218, pp. 13-19.
25. Alasalvar, C., Amaral, J., S., Shahidi, F., 2006, Functional Lipid Characteristics of Turkish Tombul Hazelnut (Corylus avellana L.), J. Agric. Food Chem., 54:10177-10183
26. Alasalvar, C., Shahidi, F., Amaral, J.S., Oliveira, B.P.P., 2009, Compositional characteristics and health effects of hazelnut (***Corylus avellana*** L.): An overview, Tree Nuts: Composition, Phytochemicals, and Health Effects Pages, 185-214.
27. Benitez-Sánchez, P. L., León-Camacho and M., Aparicio, R., 2003, A comprehensive study of hazelnut oil composition with comparisons to other vegetable oils, particularly olive oil. Eur. Food Res. Technol, Vol. 218, pp. 13-19.
28. Parcerisa, J., Richardson, D. G., Rafecas, M., Codony, R. and Boatella, J., 1997, Fatty Acid Distribution in Polar and Nonpolar Lipid Classes of Hazelnut Oil (*Corylus avellana* L.). J. Agric. Food Chem., Vol. 45, pp. 3887-3890.

29. Wildmoser, H., Scheiwiller, J., Erich, J. Windhab., 2003, Impact of disperse microstructure on rheology and quality aspects of ice cream, Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 37, 881–891.
30. Rao, M.A., 1999, Rhelogy of fluid and semisolid foods pricibles and aplications, Aspen Publishers, Inc., USA.
31. Steffe, J.F., 1996, Rheological Methods in Food process Enginering.Freen Pres, USA.
32. Krokida, M.K., Maroulis, Z.B., Saravacos, G.D., 2001, Rheological properties of fluid fruit and vegetable puree products: Compliation of literature data, International Journal of Food Properties, 4 (2), 179-20.
33. Nindo, C.I., Tang, J., Powers, J.R., Singh, P., 2005, Viscosity of blueberry and raspberry juices for processing applications, Journal of Food Engineering,69, 343-350.
34. İbanoğlu, S., İbanoğlu, E., 1998, Rheological characterization of some traditional Turkish Soups, Journal of Food Engineering, 35: 251-256.
35. Yalçın, H., Toker, O.S., Ozturk, I., Dogan, M., Kisi, O., 2012, Prediction of fatty acid composition of vegetable oils based on rheological measurements using nonlinear models, Eur. J. Lipid Sci. Technol., 114:1217–1224.
36. Maskan, M., 2003, Change in colour and rheological behaviour of sunflower seed oil during and after adsorbent treatment of of used oil, Eur. Food Res. Tech., 218:20-25
37. AOAC., Official Methods of Analys is of the Association of Official Analytical Chemists (15th Edition), Washington, 1990.
38. Anonymous, 2008, Column Selection for the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters. Agilent Application Catalogue 5989-3760 EN.
39. Rao, M.A., 1999, Rheology of Fluid and Semisolid Foods, Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland.
40. Bolat, S., Özcan, M., 1995, Gilaboru (*Viburnum opulus* L.) Meyvesinin Morfolojik, Fenolojik ve Pomolojik Özellikleri ile Kimyasal Bilesimi. Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Çukurova Ün. Ziraat Fak. Yay. Cilt 1, 772-775.
41. Stevenson, G.D., Eller, F.J., Wang, L., Jane, L.J., Wang, T., George, E., Inglett, E.G. 2007, Oil and Tocopherol Content and Composition of Pumpkin Seed Oil in 12 Cultivars, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 4005-4013
42. Rabrenovic B.,B., ,. Dimi E.B., Novakovi M.M., Tesevic V. V., Basic Z. N., 2014, The most important bioactive components of cold pressed oil from different pumpkin (Cucurbita pepo L.) seeds, Food Science and Technology 55:521-527.

43. Sadıkoğlu S., 2011, Yükselti Farkı Ve Hasat Dönemlerinin Ordu İli Ticari Fındık Çeşitlerindeki Aflatoksin Seviyesi Ve Yağ Asidi Kompozisyonu Üzerine Etkilerinin Arastırılması, Doktora Tezi, Gaziosmanpaşa üniversitesi, Tokat.
44. Abromovic, H., Klofutar, C., 1998, The temperature dependence of dynamic viscosity for some vegetable oils, Acta Chimica Slovenica 45:69-77.