



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI

BAZI TROPİKAL MEYVELERİN YAĞ ASİTLERİ BİLEŞENLERİNİN
MİKRODALGA DESTEKLİ ANALİZ YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ VE
GELENEKSEL YÖNTEMLE KARŞILAŞTIRILMASI

MUSTAFA BİRİKEN

Temmuz 2018

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI

BAZI TROPİKAL MEYVELERİN YAĞ ASİTLERİ BİLEŞENLERİNİN
MİKRODALGA DESTEKLİ ANALİZ YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ VE
GELENEKSEL YÖNTEMLE KARŞILAŞTIRILMASI

MUSTAFA BİRİKEN

Yüksek Lisans Tezi

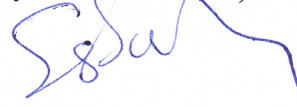
Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Rifat BATTALOĞLU

Temmuz 2018

Mustafa BİRİKEN tarafından Dr. Öğr. Üyesi Rifat BATTALOĞLU danışmanlığında hazırlanan “Bazı Tropikal Meyvelerin Yağ Asitleri Bileşenlerinin Mikrodalga Destekli Analiz Yöntemiyle Belirlenmesi ve Geleneksel Yöntemle Karşılaştırılması”” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

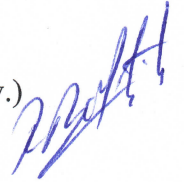
Başkan : Prof. Dr. Ertuğrul ŞAHMETLİOĞLU (Kayseri Üniversitesi)



Üye : Doç. Dr. Özlem SARIÖZ (Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi)



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Rifat BATTALOĞLU (Niğde Ömer Halisdemir Üniv.)



ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/....../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/....../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR V.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa BİRİKEN

ÖZET

BAZI TROPİKAL MEYVELERİN YAĞ ASİTLERİ BİLEŞENLERİNİN MİKRODALGA DESTEKLİ ANALİZ YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ VE GELENEKSEL YÖNTEMLE KARŞILAŞTIRILMASI

BİRİKEN, Mustafa

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Kimya Anabilim Dalı

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Rifat BATTALOĞLU

Temmuz 2018, 47 sayfa

Bu tez çalışmasında üç farklı tropikal iklim meyvesinin yağ asitleri bileşenleri üzerine karşılaştırmalı yöntemlerle bir araştırma yapılmıştır. Tez çalışmasının materyalini oluşturan meyvelerin seçiminde son zamanlarda çokça tüketilen meyveler tercih edilmiştir. Bu meyveler; *Citrus aurantifolia*, *Fortunella matgarita* Swingle, ve *Passiflora edulis* olarak seçilmiştir. Meyve örneklerinin hem geleneksel bir yöntem olan Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle yağ asitleri elde edilmiştir. Yağ asitleri bileşenleri GC-MS yöntemiyle belirlenmiştir. Mikrodalga destekli analiz yönteminin geleneksel yöntemle göre çok daha hızlı gerçekleştiği görülmüştür. Aynı zamanda bu yöntem sayesinde çözücü tasarrufu sağlanmıştır. Her üç meyve türünde de doymamış yağ asitleri daha yüksek oranda saptanmıştır. Mikrodalga destekli analizin verim oranını artırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: *Citrus aurantifolia*, *Fortunella matgarita* Swingle, *Passiflora edulis*, Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon, Soxhlet Ekstraksiyonu

SUMMARY

DETERMINATION OF FATTY ACIDS COMPONENTS OF SOME TROPICAL FRUITS BY MICROWAVE ASSISTED ANALYSIS METHOD AND COMPARISON WITH TRADITIONAL METHOD

BİRİKEN, Mustafa

Niğde Ömer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Chemistry

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Rifat BATTALOĞLU

July 2018, 47 pages

In this thesis, a comparative study was carried out on fatty acid components of three different tropical climate fruits. In the selection of the fruits that constitute the material of the thesis work, recently consumed fruit is preferred. These fruits are; *Citrus aurantifolia*, *Fortunella matgarita* Swingle, and *Passiflora edulis*. Fatty acids were obtained from the fruit samples by the Soxhlet extraction method, which is a traditional method. The fatty acid components were determined by GC-MS method. Microwave assisted analysis has been found to be performed much faster than the conventional method. At the same time, solvent saving is achieved through this method. In all three fruit types, unsaturated fatty acids were found higher. Microwave assisted analysis has been found to increase yield.

Keywords: *Citrus aurantifolia*, *Fortunella matgarita* Swingle, *Passiflora edulis*, Mikrodalga Assisted Extraction, Soxhlet Extraction

ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında üç farklı tropikal iklim meyvesinin yağ asitleri bileşenleri üzerine karşılaştırmalı yöntemlerle bir araştırma yapılmıştır. Tez çalışmasının materyalini oluşturan meyvelerin seçiminde son zamanlarda çokça tüketilen meyveler tercih edilmiştir. Bu meyveler; *Citrus aurantifolia*, *Fortunella matgarita* Swingle ve *Passiflora edulis* olarak seçilmiştir. Meyve örneklerinin hem geleneksel bir yöntem olan Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle yağ asitleri elde edilmiştir. Yağ asitleri bileşenleri GC-MS yöntemiyle belirlenmiştir.

Yüksek Lisans Tez çalışmam sırasında ve bu tezin konusunun belirlenmesinde, çalışmalarımın yürütülmesi ve değerlendirilmesinde yardım ve desteğini esirgemeyen danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Rifat BATTALOĞLU'na ve öğrenim hayatım boyunca bana her zaman sonsuz destek olan ve sabır gösteren aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım. GC/MS analizlerinin gerçekleşmesinde Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarından Öğr. Gör. Dr. Sedef İLK ile öğrenim hayatım boyunca emeği geçen Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü öğretim üyelerine teşekkür ederim

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGE VE KISALTMALAR	xi
BÖLÜM I GİRİŞ	1
BÖLÜM II GENEL BİLGİLER	2
2.1 Yağ Asitleri	3
2.1.1 Doymuş yağ asitleri	5
2.1.2 Doymamış yağ asitleri	5
2.1.3 Yağ asitlerinin sağlık açısından önemi	6
2.2 Analiz Yöntemleri	7
2.2.1 Destilasyon yöntemi	7
2.2.2 Hidrodestilasyon	8
2.2.3 Buhar destilasyonu	9
2.2.4 Vakum destilasyonu	10
2.2.5 Ekstraksiyon yöntemi	10
2.2.6 Soxhlet ekstraksiyonu yöntemi	11
2.2.7 Ultrases destekli ekstraksiyon (UDE)	12
2.2.8 Presleme (mekanik yöntem)	13
2.2.9 Basınçlı solvent ekstraksiyonu	13
2.2.10 Mikrodalga destekli solvent ekstraksiyonu (MSE)	14
2.2.11 Süperkritik akışkan ekstraksiyonu	15
2.3 Gaz Kromatografisi Kütle Spektroskopisi (GC/MS)	16
2.3.1 Enjeksiyon	17
2.3.2 Kolon	17
2.3.3 Dedektörler	18
2.4 <i>Citrus aurantifolia</i>	19

2.5 <i>Fortunella matgarita</i> Swingle	20
2.6 <i>Passiflora edulis</i>	21
BÖLÜM III DENEYSEL ÇALIŞMALAR	23
3.1 Materyal	23
3.1.1 Meyve örnekleri.....	23
3.1.2 Kimyasal maddeler	24
3.1.3 Laboratuvar malzemeleri ve cihazlar.....	24
3.2 Yöntem.....	25
3.2.1 Ham yağ tayini ve yağ asitleri analizleri	25
BÖLÜM IV BULGULAR VE TARTIŞMA	27
4.1 Meyve Örneklerinin Yağ Asitleri Bileşenleri.....	27
4.1.1 <i>Citrus aurantifolia</i> meyvesi yağ asidi bileşenleri.....	28
4.1.2 <i>Fortunella matgarita</i> Swingle meyvesi yağ asidi bileşenleri.....	30
4.1.3 <i>Passiflora edulis</i> meyvesi yağ asidi bileşenleri.....	31
4.2 Meyve örneklerinin Doymuş ve Doymamış Yağ Oranları	33
4.2.1 SE yöntemiyle elde edilen doymuş ve doymamış yağ oranları.....	33
4.2.2 MDSE yöntemiyle elde edilen doymuş ve doymamış yağ oranları	33
BÖLÜM V SONUÇLAR.....	38
KAYNAKLAR	39
EKLER.....	46
ÖZ GEÇMİŞ	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Meyve örneklerinin uçucu yağ eldesi deney koşullarının karşılaştırılması	27
Çizelge 4.2. Meyve örneklerinin ham yağ verimleri	28
Çizelge 4.3. <i>Citrus aurantifolia</i> meyvesi baskın yağ asidi bileşenleri	29
Çizelge 4.4. <i>Fortunella matgarita</i> Swingle meyvesi baskın yağ asidi bileşenleri	30
Çizelge 4.5. <i>Passiflora edulis</i> meyvesi baskın yağ asidi bileşenleri	32



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bazı doymuş yağ asitleri.....	5
Şekil 2.2. Doymamış bir yağ asidi olan oleik asit (C ₁₈ H ₃₄ O ₂).....	6
Şekil 2.3. Basit damıtma	8
Şekil 2.4. Hidrodestilasyon (Clevenger tipi aparat).....	9
Şekil 2.5. Buhar destilasyonu	9
Şekil 2.6. Vakum destilasyon	10
Şekil 2.7. Soxhlet ekstraksiyon düzeneği	12
Şekil 2.8. Mikrodalga destekli solvent ekstraksiyonu	15
Şekil 2.9. FID dedektör.....	19
Şekil 2.10. <i>Citrus aurantifolia</i> Swingle	20
Şekil 2.11. <i>Fortunella matgarita</i> Swingle	21
Şekil 2.12. <i>Passiflora edulis</i>	21
Şekil 3.1. Tez çalışmasında kullanılan tropikal meyveler	23
Şekil 3.2. Soxhlet ekstraksiyon düzeneği	25
Şekil 3.3. Mikrodalga destekli modifiye Soxhlet ekstraksiyon düzeneği.....	26
Şekil 4.1. Meyve örneklerinin yöntemlere göre ham yağ verimlerinin karşılaştırılması	29
Şekil 4.2. <i>Citrus aurantifolia</i> meyvesi yağ asidi bileşenleri.....	30
Şekil 4.3. <i>Fortunella matgarita</i> Swingle meyvesi yağ asidi bileşenleri.....	31
Şekil 4.4. <i>Passiflora edulis</i> meyvesi yağ asidi bileşenleri.....	32
Şekil 4.5. Örneklerinin SE yöntemine göre doymuş, doymamış yağ asitleri oranları....	33
Şekil 4.6. Örneklerinin MDSE yöntemine göre doymuş, doymamış yağ asitleri oranları	34

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

mL

L

Açıklama

Mililitre

Litre

Kısaltmalar

SE

MDSE

GC/MS

CLA

PCR

Açıklama

: Soxhlet Ekstraksiyonu

: Mikrodalga Destekli Soxhlet Ekstraksiyonu

: Gaz Kromatografisi Kütle Spektrometresi

: Konjuge Linoleik Asit

: Polimeraz Zincir Reaksiyonu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bitkiler, insanların temel besin gereksinimlerini karşılaması için gereken primer metabolitlerin (karbonhidrat, protein ve yağların) ana kaynağıdır. Bunların dışında odun, selüloz, zambak, lastik gibi bazı faydalı maddeler de yine bitkilerden sağlanmaktadır. Besin ve enerji sağlama başta olmak üzere yaşamsal bazı değerler taşımakla birlikte, ilaç sanayi başta olmak üzere kimya, besin, kozmetik ve tarımda mücadele sektörlerinde bitkisel kökenli doğal ürünlerden yararlanılmaktadır. Ülkemiz, coğrafi konumu, bitki ve iklim çeşitliliği, tarım potansiyeli ve geniş yüzölçümü sayesinde tıbbi ve aromatik bitkiler yönünden önemli ülkelerden birisidir. Yağ asitleri, katı ve sıvı yağlarda esterleri halinde bulunurlar ve düz zincirli çift karbon sayılı mono-karboksilik asitlerdir. Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri, genellikle düz zincir türevleridir ve iki karbonlu birimlerden sentezlendikleri için çift sayıda karbon atomları içermektedirler (Murray, 1990). Yağ asitleri, organizmada hücrenin yapısında kompleks lipitler halinde, az bir kısmı da hücre ve dokularda serbest yağ asidi halinde bulunurlar. Hayvan, bitki ve mikroorganizmalarda çok sayıda yağ asidi izole edilmiştir. Yağ asitlerinin tamamı bir ucunda metil grubu bulunduran uzun bir hidrokarbon zincirleridir. Diğer ucunda ise karboksil grubu bulundurlar. Bileşiğin asidik karakteri karboksil grubundan kaynaklanmaktadır. Yağ asitleri, trigliseritlerin yapı taşlarıdır. Bu tez çalışmasında üç farklı tropikal iklim meyvesinin yağ asitleri üzerine karşılaştırmalı yöntemlerle bir araştırma yapılmıştır. Tez çalışmasının materyalini oluşturan meyvelerin seçiminde son zamanlarda halk arasında çokça tüketilmeye başlanan ve kolaylıkla marketlerden satın alınabilecek meyveler tercih edilmiştir. Bunlar; *Citrus aurantifolia*, *Fortunella matgarita* Swingle ve *Passiflora edulis* olarak belirlenmiştir. Her bir meyve türünün yağ asitleri bileşenleri belirlenmeye çalışılırken karşılaştırmalı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerden ilki geleneksel Soxhlet ekstraksiyonu (SE) olup, karşılaştırmalı yöntem mikrodalga destekli Soxhlet ekstraksiyon (MDSE) yöntemidir.

BÖLÜM II

GENEL BİLGİLER

Bitkilerden elde edilen ilaçların alternatif tıp adı altında toplanıp bilim adamlarınca araştırılması ilgi çekici bir alan olmuştur. Bu malzemeler bitkiler tarafından oluşturulan hiç bir vasfı olmayan atık maddeler olarak kabul ediliyordu. Son zamanlarda yapılan araştırmalara göre metabolitlerin ekolojide değişik işlevlerin gerçekleşmesinde rol aldıkları kanıtlanmıştır (Cox, 1990; Sökmen ve Gürel, 2001).

Bitkilerin tedavi amacıyla kullanılması ilk uygarlıklara kadar dayanır. Bitkilerden elde edilen ilk etken madde 1805'te Alman kimyacı Serturmer tarafından afyon bitkisinden elde edilen morfindir. Daha sonraları doğal ilaçların sentetik türevleri sentezlenerek insanların hizmetine sunulmuştur. Bazı doğal ilaçların laboratuvarlarda sentezi pahalı bir işlem olduğu için hala bitkisel droglardan elde edilmektedir. Sentetik olarak elde edilen ilaçların istenmeyen yan etkilerinin olması, insanları tekrar doğal kaynaklı ilaçları kullanmaya yönlendirmiştir. Bitkisel drogların tedavide kullanılmasının başka bir üstünlüğü de birkaç etkiye birden sahip olmalarıdır. Oysa sentetik ilaçlar sadece tek etkiye sahiptirler. Bu nedenle yeni doğal ilaç hammaddeleri bulmak üzere bitkiler üzerinde yapılan araştırmalar gün geçtikçe artmaktadır (Baytop, 1984).

Bitkiler insanoğlunun temel besin kaynağının karşılayabilmek için ihtiyacı olan karbonhidrat protein ve yağların ana kaynağıdır. Ayrıca bitkilerden zambak, lastik, selüloz, odun elde edilir. Bitkilerden besin ve enerji sağlamanın yanı sıra başta ilaç sanayi olmak üzere kozmetik gıda kimya ve zirai mücadele sektörlerinde bitkisel ürünlerden yararlanılmaktadır (Philipson, 1990).

Bitkilerde tedavi yöntemleri ilk çağlardan beri insanoğlunun ilgi odağı olmuştur. Geçmişten günümüze medeniyetlerin hastalıklara karşı tedavi yöntemi bitkisel ilaçlardır. 18. yüzyılın başlarında bitkilerden bileşiklerin elde edilmesi 20.yüzyılın sonlarına doğru analiz yöntemlerinin ilerlemesi ile bitkilerin içeriklerin belirlenmesi ve tesir ettiği noktanın araştırılması önemli hal almıştır. Avrupa birliği ülkelerinde ve ABD bu konuda 1990'lı yıllarda yasalar yürürlüğe koymuştur (Tanker ve Tanker, 1998).

Bitkilerin uçucu yağları, sekonder metabolizma ürünüdür. Koku vermek, yiyecekleri korumak, tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Bitki bileşikleri içerisindeki yeni materyaller tanımlandıkça antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri kanıtlanmış ilkel yiyecek saklama yöntemlerinin yerini almıştır. Uçucu yağ içindeki antimikrobiyal özelliği mikotoksin üreten funguslar gibi yiyecekleri bozan mikroorganizmalara karşı test edilmiştir (Alma vd., 2003; Dorman ve Deans, 2000; Esen, 2005; Valero ve Salmeron, 2003).

Günümüzde tıbbi kökenli bitkiler, yerel tedavi yöntemlerinin önemli bir unsuru olarak görülmektedir. Dünya Sağlık Örgütü verileri gelişmekte olan ülkelerde yaşayan halkın % 80'inin halen geleneksel yöntemleri uyguladığını ve yaklaşık üç milyar insanın da tıbbi bitkileri tedavi amacıyla kullandığını belirtmiştir (Eloff, 1998).

2.1 Yağ Asitleri

Yağ asitleri, katı ve sıvı yağlarda esterleri halinde bulunurlar ve düz zincirli çift karbon sayılı mono-karboksilik asitlerdir. Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri, genellikle düz zincir türevleridir ve iki karbonlu birimlerden sentezlendikleri için çift sayıda karbon atomları içermektedirler (Murray, 1990). Yağ asitleri, organizmada hücrenin yapısında kompleks lipitler halinde, az bir kısmı da hücre ve dokularda serbest yağ asidi halinde bulunurlar. Hayvan, bitki ve mikroorganizmalarda çok sayıda yağ asidi izole edilmiştir. Yağ asitlerinin tamamı bir ucunda metil grubu bulunduran uzun bir hidrokarbon zincirleridir. Diğer ucunda ise karboksil grubu bulundurlar. Bileşiğin asidik karakteri karboksil grubundan kaynaklanmaktadır. Yağ asitleri, trigliseritlerin yapı taşlarıdır.

Yağ asitleri lipit sınıfındadırlar. Biyomoleküllerin hidrofobik ailesini oluştururlar. Polar olmayan çözücülerle yapılan ekstraksiyondan elde edilen toplam yapının sadece küçük bir kısmı uzun zincirli asitlerden oluşmaktadır. Biyolojik kökenleri karboksilik asitler ve triaçilgliserol olarak adlandırılan gliserol esterleridir. Triaçilgliseroller bitkisel ya da hayvansal kaynaklı olabilir. Bunların hidrolizi sonucu molekülden gliserin çıkması ile oluşan yapılar yağ asitleridir. Doğada bulunan yağ asitlerinin çoğu düz zincirli olup, genellikle çift sayıda karbon atomuna sahiptirler. Bunun yanında tek sayıda karbon atomu taşıyan yağ asitleri de bulunur. Genel olarak karbon sayıları 2 ile 34 arasında değişmektedir. Bunların büyük bir çoğunluğunda ilk çift bağ dokuzuncu ile onuncu

karbonlar arasında bulunur. Geriye kalan çift bağlar ise 12. ile 13. karbon arasında ya da 15. ve 16. karbonlar arasında bulunurlar. İkili bağlar bu nedenle konjuge değildir. Üçlü bağlara yağ asitlerinde nadiren rastlanmaktadır. Yağ asitleri monokarboksilik asitlerlerdir yani zincirlerinde tek bir karboksil grubu (COOH) bulunmaktadır. Yapılarında çift bağa sahip olabilirler ancak yapılarında birden fazla çift bağa sahip olan yağ asitleri de bulunmaktadır. Yağ asitlerinin çift bağları doyurularak doymuş hale getirilebilirler. Yağ asitlerinin zincir uzunluğu arttıkça, uçuculuk ve suda eriyebilme özellikleri azalır. Karbon sayıları arttıkça yağ asidi sertleşir ve erime noktaları artar (Solomons, 2000).

Doymuş yağ asitlerindeki karbon zincirleri birden fazla konformasyona sahip olabilir. Ancak zincir genellikle komşu metilen gruplarındaki sterik etkinin en az olacağı şekilde düzenlenmiştir. Doymuş yağ asitleri kolaylıkla kristallenirler ve Van der Waals etkileşimlerinin büyük olması nedeniyle yüksek erime noktalarına sahiptirler. Doymamış yağ asitlerinin ikili bağlarının *cis*-konfigürasyonunda olmasından dolayı karbon zincirindeki eğilme, kristal istiflenmeyi doğrudan etkiler ve moleküller arası Van der Waals etkileşmesini zayıflatır. Bu yüzden doymamış yağ asitleri doymuş yağ asitlerine kıyasla daha düşük erime noktasına sahiptirler.

Yağ asitleri doymuş ve doymamış yağ asitleri olmak üzere ikiye ayrılır. Doymamış yağ asitleri eğer yapılarında sadece bir tane çift bağ içeriyorsa monoansature, birden daha fazla çift bağ içeriyor ise poliansature adını alırlar. Genel olarak memelilerin yapılarında en fazla oleat (18:1), palmitat (16:0) ve stearat (18:0) yağ asitleri bulunmaktadır. Tüm memeliler doymuş ve tek çift bağ içeren bu yağ asitlerini vücutlarında sentezleyebilirler ancak poliansature yağ asitlerinden linoleat (18:2) bitkisel yağlarda, Linoleoat (18:3) balık yağında bol miktarda bulunan yağ asidir (Kalaycıoğlu vd., 1998).

Yağ asitleri içerisinde iki tanesi insanlar için esansiyel olma özelliğine sahiptir. Bunlardan birisi linoleik asit, diğeri ise linolenik asittir. Eğer diyetle linoleik asit yoksa araşidonik asitte esansiyel yağ asidi sınıfına girmektedir. Bu tür yağ asitlerine sağlığa dost bir vitamin olan vitamin F ismi de verilmektedir. İnsan ve hayvan organizmaları tarafından sentezlenemedikleri için dışarıdan besinler ile alınmaktadırlar. Elzem olan bu yağ asitleri yiyecekler ile dışarıdan yeterince alınmazlarsa bazı deri hastalıkları, büyümede gerileme, böbreklerde hasar ve kan kusma gibi sağlık sorunlarına rastlanmaktadır. İnsanların

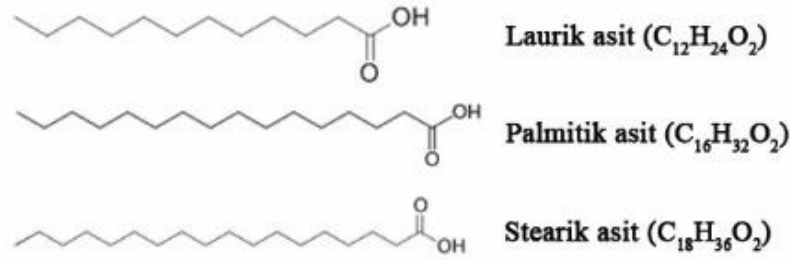
zihinsel ve fiziksel birçok fonksiyonlarının yerine getirebilmesi esansiyel yağ asitleri ile yakından ilgilidir (Çelebi ve Karaca, 2011).

2.1.1 Doymuş yağ asitleri

Doymuş yağ asitleri, çift bağ içermeyen yağ asitleridir. Bu tür asitlerin ilk üyesi asetik asittir. Bunların yüksek karbonlu üyelerinin ise mumların yapısında bulunmaktadır. Doymuş yağ asitlerinin hayvansal ve bitkisel yapılarda en fazla rastlananları palmitik ve stearik asittir. Karbon sayısı 10'dan az olanları oda sıcaklığında sıvı, 10'dan daha fazla olanları ise katı haldedirler. Yağ asitlerindeki karbon zinciri arttıkça yağ asitleri sertleşmeye başlar ve erime noktaları artar (Kalaycıoğlu vd., 1998).

Doymuş yağ asitlerinin yapısındaki hidrokarbon zinciri, tamamen kıvrılabilir bir yapıya sahiptir. Bunun nedeni ana omurgadaki tek bağların kendi etrafında tamamen serbest hareket ediyor olmasıdır. Bu nedenle çok fazla sayıda konformasyon şekli kazanabilirler (Gözükara, 1989).

Doymuş yağ asitleri arasında en çok rastlanılanları; laurik asit (C₁₂:0), palmitik asit (C₁₆:0) ve stearik asittir (C₁₈:0) (Gürcan, 2001). Bunlar Şekil 2.1.'de görülmektedir.



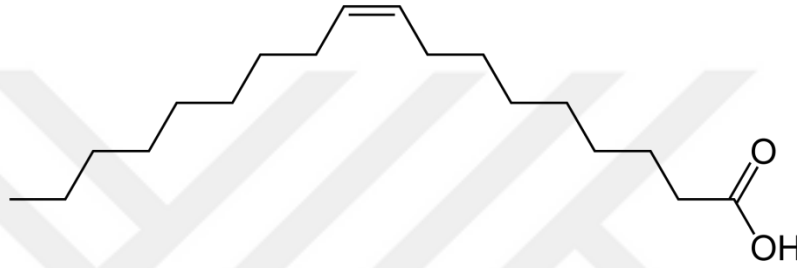
Şekil 2.1. Bazı doymuş yağ asitleri

2.1.2 Doymamış yağ asitleri

Doymamış yağ asitleri yapılarında bir veya daha fazla çift bağ bulundurlar. Yapılarında bir tane çift bağ varsa monounsature, birden fazla çift bağ varsa poliunsature yağ asidi adını alırlar (Tüzün, 1992). Çift bağların birçoğu cis konumundadır. Bu durum molekülün burkulmasına neden olmaktadır. Doymuş yağ asitleri vücut dışında oksidasyona karşı dirençli iken doymamış yağ asitleri oksijenli ortamlarda yavaşça ve kendiliğinden okside

olurlar. Oksidasyonun gerçekleşmesi yağların acılaşmasına neden olur. Genelde bir yağ asidinin erime noktası zincir uzunluğu arttıkça artar, çift bağın zincire katılması halinde ise azalır (Chambe, 1997).

Doymamış yağ asitlerinde hidrofobik karakter doymuş yağ asitlerine oranla daha azdır. Doymuş yağ asitlerinde olduğu gibi zincir uzunluğundaki bir artış hidrofobik etkiyi artırmaktadır. Yağ asitlerinin trans izomeri cis izomerine göre daha yüksek erime noktasına sahiptir. En yaygın tekli doymamış yağ asidi olan oleik asit (Şekil 2.2) hayvansal ve bitkisel yağlarda sıklıkla bulunmaktadır (Gürcan, 2001).



Şekil 2.2. Doymamış bir yağ asidi olan oleik asit ($C_{18}H_{34}O_2$)

2.1.3 Yağ asitlerinin sağlık açısından önemi

Gıdalar temel fonksiyonları olarak, organizmanın metabolik aktivitesi için gereken protein, enerji, vitamin ve mineraller gibi bazı mikro ve makro besin unsurlarını sağlamaktırlar. Ayrıca sağlık açısından olumlu etkileri olan omega-3 yağ asitleri, konjuge linoleik asit, beta karotenler, resveratol, likopen, polifenoller, askorbik asit, selenyum, metilaminoetanol ve alfa lipoik asit gibi birçok bileşiği de içermektedir. Bazı besin maddelerinin doğal yollarla hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki etkinliğinin bilimsel olarak ortaya konması ile sağlığın korunmasında beslenme desteğinin önemini gözler önüne sermiştir. Bu nedenle fonksiyonel besinlerin ve doğal sağlık ürünlerinin kullanımları giderek artmaktadır. Fonksiyonel besinler, besleyici özellikleri ile birlikte fizyolojik yararlar sağlayan ve kronik hastalık riskini azaltan besinlerdir (Coşkun, 2005). Bunlardan birisi konjuge linoleik asit (CLA) izomerleridir. (Bauman vd., 2000). CLA esansiyel bir omega-6 yağ asidi olan ve 18 karbon atomu ile iki çift bağ içeren linoleik asidin konjuge olmuş çok sayıda pozisyonel ve geometrik izomerlerinin bir karışımı için kullanılan ortak terimdir. CLA'nın içerisindeki konjuge olmuş çift bağlar 9-10, 11-12 veya 11-13 pozisyonlarındadır. Farklı cis-trans konfügurasyonlarında farklı izomerler

halinde bulunabilir (Pariza ve Hargraves, 1985). CLA' nın 28 adet farklı izomerinin olduğu bilinmektedir. Buna karşın bunlardan bazılarının izomerlerinin biyolojik özellikleri olduğu tespit edilmiştir (Banni, 2002).

Omega-3 yağ asidinin başta trigliserit olmak üzere, toplam kolesterol ve LDL-kolesterol düzeylerini azalttığı, HDL düzeylerini ise artırdığı saptanmıştır (Özkan ve Koca, 2006). Omega-3 yağ asitleri prostat ve meme kanserleri ile bağışıklık sistemi rahatsızlıklarının tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca görme yeteneğinin artırılmasında, özellikle bebeklerin beyin gelişiminde önemli rol oynadıkları bilinmektedir. Kalp-damar hastalıkları ile hipertansiyon, bağışıklık sistemi, alerji ve nörolojik bozuklukları önlediğine yönelik çalışmalara da rastlanmaktadır. Bunların yanında yağ asitlerinin, diabetli hastalarda glisemik kontrolün sağlanmasında olumlu etkileri olduğu da saptanmıştır. Hamilelik ve menapoz dönemlerindeki faydaları ile depresyon ve Alzheimer risklerini düşürdüğü, hafıza güçlendirici özelliğinin olduğu ve şizofreni hastalarının şikâyetlerini azalttığı bildirilmektedir (Kolanowski ve Laufenberg, 2006).

Omega-6 yağ asitlerinin kaynağı linoleik asittir. Omega-6 aşırı doymamış yağ asitleri, insan vücudunda büyük öneme sahiptir. Omega-6 yağ asitlerinin cilt sağlığına olumlu etkileri ile derinin yaralanmalardan ve enfeksiyonlardan korunduğu, vücut sıcaklığı ve su kaybı düzenlendiği belirtilmektedir (Karabulut ve Yandı, 2006).

Literatürlerde sonuçları göz önüne alındığında doymuş yağ oranlarının doymamış yağ oranına göre daha az olmasının tercih edildiği görülmektedir. Doymamış yağlar arasından da çoklu doymamış yağ asitlerinin fazla olması istenilmektedir. Bunlar arasından da C18:3, C22:5, C22:6 fazla olması istenmektedir. Bu yağ asitlerinin vücutta yağ asidi metabolizmasında önemli rol oynadığı da bilinmektedir.

2.2 Analiz Yöntemleri

2.2.1 Destilasyon yöntemi

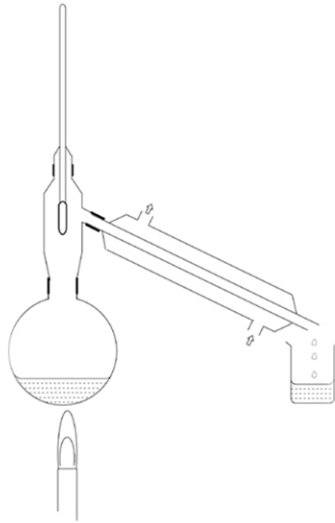
Destilasyon, sıvıların kaynama noktalarındaki farklarından faydalanılarak gerçekleştirilen bir ayırma işlemidir. Sıvı karışımların birbirlerinden ayrılması için uygulanan temel yöntem damıtma yöntemidir (Şekil 2.3). Bu yöntemin temeli ise, sıvıları

kaynama noktaları arasındaki farklardan yararlanılarak birbirlerinden ayırmaktır. Bu kaynama noktaları farklarının az veya çok olmasına göre damıtma yöntemi birkaç çeşide ayrılmaktadır (Erdik vd., 2013).

2.2.2 Hidrodestilasyon

Uçucu türden bileşiklerin elde edilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Küçük ölçekteki üretimlerde Clevenger tipi aparatla (Şekil 2.4) yapılan destilasyon işlemi, büyük endüstriyel uygulamalarda destilasyon kazanlarında gerçekleştirilmektedir (Yağız, 2015).

Uçucu yağların elde edilmesinde bilinen en eski yöntemdir. Hidrodestilasyon, kaynatılmakla yapısı bozulmayan taze veya kuru bitkisel materyalden uçucu yağ elde edilmesinde kullanılabilen bir yöntemdir. Bu yöntemde bitkisel materyal her zaman doğrudan su ile temas halindedir. Taze veya kuru bitkisel materyal, su ile birlikte kaynatılır. Kaynama sırasında uçucu yağ, oluşan su buharı ile birlikte sürüklenir ve soğutucuda yoğunlaşarak toplama kabında yoğunluğuna bağlı olarak suyun üstünde veya altında toplanır (Lawrence, 1995).



Şekil 2.3. Basit damıtma

Kazanılan yağın miktarı çok olmakla birlikte, suyun kaynatılması süresince uygulanan yüksek sıcaklık, termal bazı reaksiyonlara sebep olmaktadır. Bu olayın sonucunda artifa oluşumu, hidroliz ve izomerizasyon olayları meydana gelmektedir. Uçucu yağların

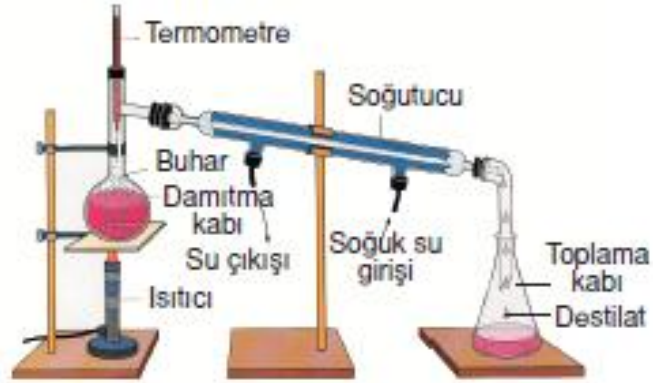
bileşimi pH'a bağlı olarak değişse bile su destilasyonu yönteminde genellikle sıvının pH değeri kontrol edilmemektedir (Fakhari vd., 2005).



Şekil 2.4. Hidrodestilasyon (Clevenger tipi aparat)

2.2.3 Buhar destilasyonu

Cam kap içerisine yerleştirilen bitki materyaline basınç ile uygulanan buhar, yağ damlacıklarını ile beraber taşıyarak toplama kabına getirmektedir (Şekil 2.5). Yağ burada yoğunlaştırılarak sudan ayrıştırılmaktadır (Linskens vd., 1997).



Şekil 2.5. Buhar destilasyonu

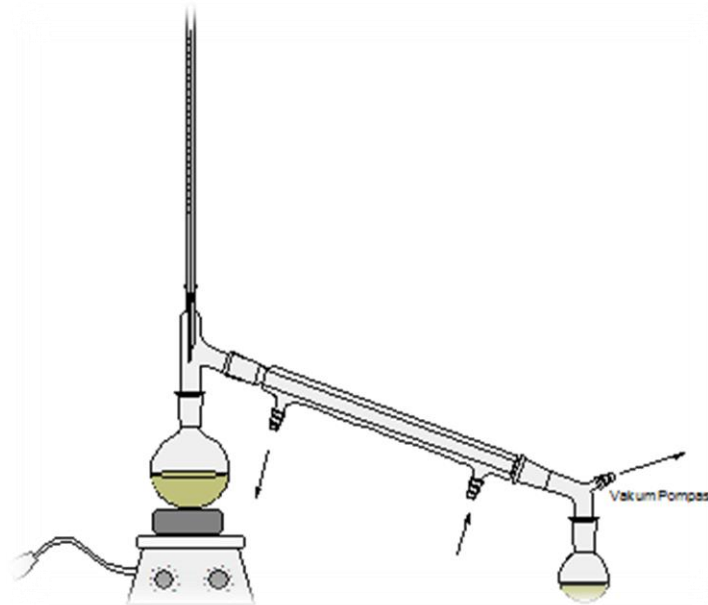
2.2.4 Vakum destilasyonu

Kaynama noktaları oldukça yüksek olan bileşikleri elde etmek amacıyla sıcaklığı yükseltmek yerine basıncı düşürmek daha etkilidir. Basınç bir kez bileşiğin buhar basıncının altına indirilirse kaynama ve destilasyon işlemi başlamaktadır (Yağız, 2015).

Burada düşük basınç uygulamak için kullanılan malzeme vakum pompası ve su trompudur (Şekil 2.6). Bir sıvı ısıtıldığında buhar basıncı dış basınca eşit olunca kaynama başlar. Bu sebeple damıtma sisteminde dış basınç düşürüldüğü takdirde bileşiğin daha düşük bir sıcaklıkta kaynarak damıtılması sağlanır (Erdik vd., 2013).

2.2.5 Ekstraksiyon yöntemi

Ekstraksiyon, katı ya da sıvı fazda bulunan bir ya da birden çok bileşiğin farklı çözünürlük özellikleri kullanılarak diğer bir sıvı faza alınmasıdır. Sulu bir çözelti ve organik bir çözücünden oluşan iki sıvı fazın kullanıldığı teknik, sıvı-sıvı ekstraksiyon ya da kısaca ekstraksiyon olarak bilinir. Ekstraksiyon işlemlerinde genellikle asit (HCl) ve baz (NaOH) çözeltileri tercih edilir. Asidik ve bazik özellikteki organik yapılar sulu asit ve baz çözeltileriyle tepkimeye girerek tuz oluştururlar ve su fazında yer alırlar (Erdik vd., 2013).



Şekil 2.6. Vakum destilasyon

2.2.6 Soxhlet ekstraksiyonu yöntemi

Alman kimyacı Franz Ritter von Soxhlet, Soxhlet ekstraktörüyle alakalı, süt yağının belirlenmesi ile alakalı ilk makaleyi 1879 yılında çıkarmıştır. Soxhlet ekstraksiyonu, geleneksel ekstraksiyon yöntemlerinden biridir ve geniş ölçüde kullanılmaktadır. Soxhlet ekstraktör sistemi, selüloz soxhlet kartuşu, balon, bir sıvı akış borusu (sifon), yoğunlaştırıcı ve ısıtma sisteminden meydana gelmektedir (De Castro ve Priego-Capote, 2010).

Katı örnek, selüloz ekstraktör kartuşu içine yerleştirilir. Kartuş ekstraktörün içine konulur. Damıtma balonuna kaynama taşı atılır ve çözücü damıtma balonuna eklenir. Ekstraktörün üst kısmına ise soğutucu konulur. Isıtıcının sıcaklığı çözücünün kaynama sıcaklığı üzerine getirilir. Kaynayan çözücünden gelen buharlar yoğunlaşmanın olduğu kondansatöre hareket ederek yoğunlaşır ve kartuşun içindeki numuneye damlar. Örnek çözücü ile ıslanır ve çözücü seviyesi sifonun tepesine ulaşır ulaşmaz, çözücü tüm örnek bölmesini boşaltarak, çözücü balonuna geri akmaya başlar. Bu işleme sifon yapma denir ve sıcak çözücü birkaç kere örnek içerisinde sirküle olur. Soxhlet işleminde, kesikli sistem gibi görünmesine rağmen, işlem süresince ekstrakt yeniden sirküle olduğu için sistem sürekli süreç gibi davranır (İlbay, 2016).

Çözücü balonunda ekstrakt edilen analitler kalırken, sadece temiz çözücü buharlaştığından, her sirkülasyonda taze çözücü kullanılmaktadır. Sifon sayısı ve ekstraksiyon süresi Soxhlet işleminde ekstrakt verimi açısından önemlidir. Ekstraksiyon süresi 6 ile 24 saat arasında değişmekle beraber çözelti hacimleri ise 100-500 mL arasında değişmektedir. Soxhlet cihazının maliyeti oldukça düşüktür (Şekil 2.7). Yöntemin avantajlarından birisi de örnek sürekli olarak taze çözücü ile temas içindedir. Bu durum, bitki matrisinden analitin uzaklaşmasını artırır. Destilasyon balonunun ısıtılmasıyla, ekstraksiyon kalitesine ulaşır, sistemin sıcaklığı oda sıcaklığından fazla olur. Sistemin ikinci avantajı ise, diğer ekstraksiyon yöntemlerinde filtrasyona gerek varken, Soxhlet ekstraksiyonunda ise gerek yoktur.

Yeni ekstraksiyon yöntemlerine göre, daha çok miktarda özüt elde edilebilir. Dezavantajları arasında ise organik çözücü miktarının çok fazla olması ve ekstraksiyon süresinin çok uzun olmasıdır. Aşırı miktarda çözücü kullanılması çevresel problemlere neden olmakta aynı zamanda maliyeti artırmaktadır. Ayrıca uzun süre çözücünün

kaynatılmasıyla ısı olarak kararsız olan özütlerin bozulmasına neden olmaktadır. Soxhlet ekstraksiyonunda çözücü seçiciliği ile sınırlıdır. Geleneksel Soxhlet ekstraksiyonu dışında, basınçlı Soxhlet ekstraksiyonu, otomatikleşmiş Soxhlet ekstraksiyonu, mikrodalga destekli Soxhlet ekstraksiyonu ve ultrases destekli Soxhlet ekstraksiyonu yöntemleri de bulunmaktadır (İlbay, 2016).



Şekil 2.7. Soxhlet ekstraksiyon düzeneği

2.2.7 Ultrases destekli ekstraksiyon (UDE)

20 kHz üstündeki frekanslarla akustik titreşimler meydana getiren ve ses dalgaları oluşturan ekstraksiyon yöntemine ultrasonik destekli sıvı ekstraksiyon yöntemi denir. Ultrasonik enerji kavitasyon (boşluk oluşumu) olarak bilinen etkiye neden olup, sıvı içinde birçok ufak kabarcıklar üretilerek, partiküllerin kopmasını içeren katının mekanik erozyonuna neden olur. Fotokimya, analitin geri kazanılması için katı ve çözücü arasında verimli bir temas sağlar. Hem katı hem de sıvı hazırlarken, ses dalgaları kullanılmaktadır. Ses dalgaları katı ekstraksiyon için kullanılırken çamur oluşumunu sağlarken, sıvılar için ise homojenizasyon veya emülsiyon işlevinde kullanılmaktadır. Ultrasonik su banyosu ya da prob (ultrasonik cihazın ucuna takılan hareketli kısım) gibi ekipmanların kullanılmasıyla bu işlem gerçekleşir. Maliyeti düşük ve yaygın olarak kullanılan ultrases kaynağı ultrasonik banyodur. Katı ile sıvının daha etkili teması için silindirik bir prob kullanılmıştır. Prob katı ve sıvının temasını artırdığından dolayı, ekstraksiyon süresi

azalmış olmaktadır. Bunun yanı sıra prob kullanılarak daha etkili bir homojenizasyon sağlanır. Ancak, ultrasonik prob uçları belli bir zaman sonra aşınır ve yenisine ihtiyaç duyulur. Bu özellikler ultrasonik prob ile çalışmanın maliyetini getirir. Ultrasonik cihazla çalışırken, diğer ekstraksiyon yöntemlerinde de ekstrakt verimini etkileyen ekstraksiyon süresi, örnek miktarı, örnek parçacık miktarı, çözücü türü, ultrasonik genliği, gücü, prob çapı, sıcaklık gibi ekstraksiyonu etkileyen parametrelerin optimizasyonuna gerek duyulmaktadır. Ultrasonik destekli ekstraksiyonda, sonikasyon döngüsünün (pulsu ya da sürekli çalışmak) ekstraksiyon verimine etkili olduğu gösterilmiştir. Ultrasonik destekli ekstraksiyon sisteminde, ses dalgalarının etkisiyle ortam sıcaklığında artma görülmektedir. Bunu için ekstraktörün soğutulması gerekmektedir (Vinatoru, 2001).

2.2.8 Presleme (mekanik yöntem)

Bazı meyvelerin kabuklarında ki uçucu bileşikler, destilasyon yöntemi uygulandığında bozunmaya uğrayabilmektedir. Bundan dolayı bu tür meyvelerin kabukları bez bir torbaya konup, soğuk hidrolik preslerde sıkılırsa uçucu yağlar elde edilebilmektedir (Ceylan, 1983; Kılıç, 2008).

Mekanik presleme işlemi, katı-sıvı faz ayırımı yöntemi olarak tanımlanabilir. Genellikle yağ oranı % 20'den daha yüksek olan yağlı tohumların ham yağa işlenmesinde mekanik presleme yöntemi kullanılabilir. Mekanik presleme işlemi sonucu esas ürün olarak ham yağ, yan ürün olarak yağı alınmış küspe elde edilmektedir. Mekanik presleme işleminde kesikli çalışan hidrolik presler, sürekli vidalı presler ve döner presler kullanılabilir (Gümüşkesen, 1999).

2.2.9 Basınçlı solvent ekstraksiyonu

BSE yönteminde yüksek sıcaklık uygulamasının avantajı, ekstraksiyonun solventin atmosferik kaynama sıcaklığının üzerinde gerçekleşmesine neden olup, artan sıcaklıkla birlikte analitin çözünürlüğün ve yayılma hızının artmasını sağlamak ve buna bağlı olarak da hızlı ve etkin bir ekstraksiyonun gerçekleşmesine olanak tanınmasıdır (Büyüktuncel, 2012).

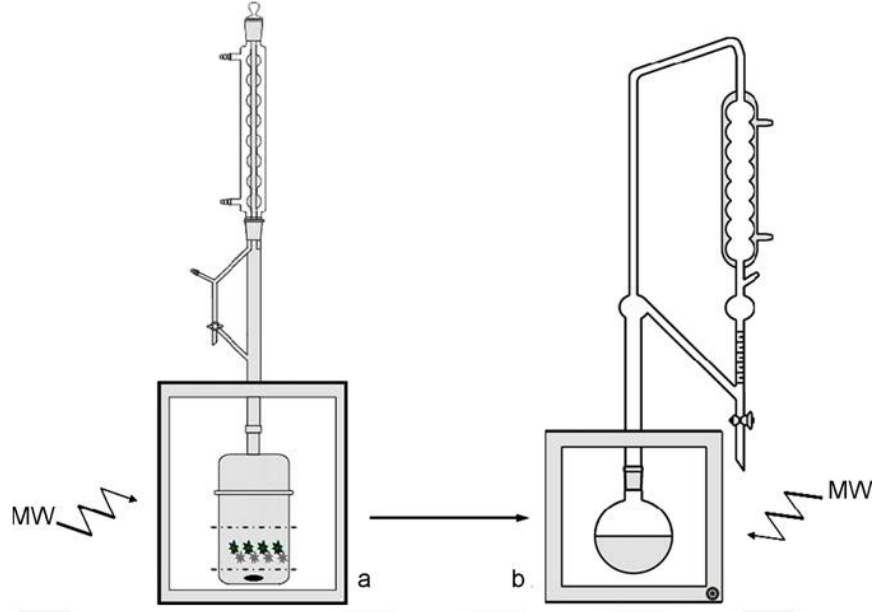
Bir diğerk avantajı ise sıcaklık kaynama noktasının üzerine çıkmış olsa bile solventin sıvı kalmasıdır. Ayrıca yüksek basınç, matriste bulunan ve solventin analite ulaşmasını engelleyen hava kabarcığı problemlerini kontrol eder. Tüm bu süreçler analitin çözünürlüğünü artırır buna bağlı olarak da ekstraksiyon hızı artar. Bu yöntem katı ve yarı katı örneklerin ekstraksiyonu için geliştirilmiş bir yöntemdir. Örnekler çoğunlukla toprak, tortu veya gıda örnekleridir (Büyüktuncel, 2012).

2.2.10 Mikrodalga destekli solvent ekstraksiyonu (MSE)

Mikrodalga enerjisi analitik kimya sahasında uzun zamandır numune çözündürme, çözücü ekstraksiyonu, kurutma, nem ölçümü, çözücü desorbsiyonu-absorbsiyonu, numune temizleme, kromojenik reaksiyonlar, analitik numunelerin analize hazırlanması konularında kullanılmaktadır. Solvent kullanımını azaltması ve ekstraksiyon süresini kısaltması gibi faktörler bu yöntemin yaygınlaşmasını sağlamıştır (Tokkan vd., 2012).

Mikrodalgalar yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalardır (300-300000 MHz). Burada ısıtmanın temel ilkesi, iyonların iletimi ve dipol rotasyonu yoluyla mikrodalğanın molekül üzerine doğrudan etkisine dayanmaktadır. Bu iki mekanizma birçok çalışmada aynı anda meydana gelmektedir. Burada iyonik iletim, bir manyetik alan uygulandığında iyonların elektroforetik göçünü ifade ederken, dipol rotasyonu, uygulanan manyetik alanla dipollerin yeniden düzenlenmesi anlamına gelmektedir. Çözeltinin bu iyon akımına karşı direnci ısınmayla sonuçlanır ve çözelti ısınır (Büyüktuncel, 2012).

Kapalı kap sistemi (kontrollü sıcaklık ve basınç altında) ve açık kap sistemi (atmosfer basıncında) olmak üzere iki tip MSE sistemi vardır. Kapalı kap sisteminde hücrelerin hepsi aynı anda ısınırken, açık kap sisteminde hücreler ayrı ayrı ısınmaktadır (Şekil 2.8). Açık kaplarda sıcaklık solventin kaynama noktası ile sınırlıyken, kapalı kaplarda uygulanan basınç ile sıcaklık yükseltilebilmektedir. Uçucu yağ ekstraksiyonunda kapalı kap sisteminin daha iyi sonuç verdiği düşünülmektedir. Ancak kapalı sistemle ekstraksiyonda, ekstraksiyon süresinin daha uzun olmaktadır (Büyüktuncel, 2012).



Şekil 2.8. Mikrodalga destekli solvent ekstraksiyonu

Mikrodalga enerjisinin uygulama alanlarından biri de analitik kimya sahasıdır. Analitik kimya sahasında çalışanlar mikrodalga enerjisi ile çalışma yapmayı avantajlı bulurlar. Mikrodalga enerjisinin yukarıda belirtilen üstün özelliklerinden dolayı analitik kimya sahasında sıklıkla karşılaştığımız numune çözündürme, çözücü ekstraksiyonu, numune kurutma, nem ölçümü, çözücü desorpsiyonu ve absorpsiyonu, numune temizleme, khromogenic reaksiyonlar ve analitik örneklerin analizi ve nebulizationunda kullanılmaktadır (Jin vd., 1999).

2.2.11 Süperkritik akışkan ekstraksiyonu

Süperkritik akışkan ekstraksiyonu yönteminin temel prensibi süperkritik çözücülerin akışkan formda kullanılmasıdır. Bir madde sahip olduğu kritik sıcaklık ve basınç değerinin üzerine getirilirse bu madde süper kritik akışkan olarak adlandırılır. Bu durumdaki madde ne sıvıdır ne de gazdır. Yüksek sıcaklık ve düşük basınçta akışkanın yoğunluğu düşük olacağından gaz gibi davranacakken düşük sıcaklık ve yüksek basınçta akışkanın yoğunluğu artacak ve sıvı gibi davranacaktır (Başer, 2010).

Ekstraksiyon işlemlerinde de diğer gıda temel işlemlerinde olduğu gibi enerji tasarrufunu sağlama, kapasite kullanım oranını yükseltme ve maliyeti azaltmak gibi nedenler ile kaliteden ödün vermeden, işlemde hızlılık ve verimde artış istenmektedir. Çözücü ekstraksiyonunda pahalı organik çözücü kullanımı, ekstrakt içinde çözücü kalması,

ekstraksiyon süresinin uzunluğu ve bu süre içinde de oksidasyon riskinin artması bilim insanlarını alternatif yöntemlere yöneltmiş ve son yıllarda çevre dostu olması, ekstraksiyon veriminin yüksek olması ve toksik etki yaratmaması gibi üstünlüklerinden dolayı süperkritik akışkanlar ile ekstraksiyon yöntemi dikkati çekmiştir (Avşar vd., 2014; Çolak ve Tülek, 2003; Kaya ve Ergönül, 2015; Sanal vd., 2004).

Bu yöntemde oksidasyon gerçekleşmediği için elde edilen ürünler koku ve özellik bakımından diğer yöntemlerle elde edilen ürünlere göre üstündür ve ayrıca bu yöntem ile yüksek saflıkta ürün elde edilir. Tüm bu üstün özellikleri yöntemin tercih edilmesi açısından diğer yöntemlerden farklı kılar (Başer, 2010; Ersen vd., 2001).

2.3 Gaz Kromatografisi Kütle Spektroskopisi (GC/MS)

Karışımındaki organik bileşenlerin gaz kromatografisi yöntemi ile kolayca ayrılarak tanınabilir. Ayırma işlemi, geniş yüzeyli katı bir destek üzerindeki sabit faz ile hareketli faz arasında ayrılması istenilen bileşiklerin göç hızlarının farkından yararlanılarak yapılmaktadır. Sabit fazı üzerinde taşıyan katıya destek katısı, sabit faza durucu faz ve hareketli faza taşıyıcı gaz denir. Bu yöntemde ayrılması istenen karışım, üzeri durucu fazla kaplanmış destek katısıyla doldurulmuş metal veya cam bir kolondan geçirilerek ayrılma işlemi gerçekleştirilir. Ayrılan bileşikler, kolonun diğer tarafından farklı zamanlarda çıkar ve uygun bir dedektör sistemi ile tespit edilir (Ersen vd., 2001; Esen, 2005).

Gaz kromatografisi de, diğer kromatografi dalları gibi bir karışımda bulunan maddeleri ayırma işleminde kullanılmaktadır. Gaz-katı kromatografisi adsorpsiyon olayına dayandığından bununla elde edilen pikler kuyrukludurlar. Böyle kuyruklu pikler ayırmaları güçleştirirler. Bundan dolayı gaz-katı kromatografisi çok az kullanılır. Gaz-katı kromatografisinde aktif kömür, alüminyum oksit, slika jel gibi maddeler kullanılır (Tutanç, 2009).

Gaz-sıvı kromatografisinde yüzeyi geniş gözenekli katı maddeye özel bir sıvı emdirilir. Bu sıvı, katı maddenin gözenekleri dâhil bütün yüzeyine dağılır ve sabit bir faz gibi davranır. Hareketli olan gaz fazı bu fazın içinden kolaylıkla geçer. Bu kromatografi çeşidinde etkin olan olay dağılımdır. Analizi yapılacak numune içindeki maddeler bu iki

faz arasında özelliklerine göre dağılırlar. Bundan dolayı gaz-sıvı kromatografisi sıvı-sıvı kromatografisine benzer. Gaz kromatografisine verilen numune içindeki maddeler, azot, helyum gibi özel bir gazla sabit faz içinden sürüklenirler (taşınırlar). Bu arada numune içindeki gazlar (numunenin mutlaka gaz olması gerekmez, sıvı olan numuneler sıcak bir hücrede gaz haline getirilirler) sabit fazla aralarındaki ilgiye göre az veya çok tutulurlar. Tutulma aslında bir nevi frenlemedir. Bazıları çok, bazılarıysa az frenlenirler. Kolona giren her madde, er geç sürükleyici gaz tarafından dedektöre, oradan da atmosfere atılırlar. Gazların sabit fazla hareketli faz arasında dağılmalarında; çözünürlük, bağlanma, adsorplanma, moleküler süzülebilme gibi olaylar etkin olabilirler (Tutanç, 2009). Gaz kromatografisi kütle spektroskopisi (GC/MS) cihazı 3 ana kısımdan oluşur; enjeksiyon, kolon ve dedektör kısımlarıdır.

2.3.1 Enjeksiyon

Gaz kromatografisi cihazına numune enjekte edilmesi çok önemli ve dikkat isteyen bir işlemdir. Sıvı numuneler mikro şırıngalar yardımıyla silisli kauçuktan yapılmış bir kısımdan buharlaştırma odasına şırınga edilirler. Bu kısımda numune yapılan çalışmaya uygun bir sıcaklıkta buharlaştırılır. Uygun sıcaklık seçilmezse kuyruklu pikler elde edilebileceği gibi bu kısımda kirliliklerin oluşmasına yol açılabilir. Enjeksiyon elle yapılabileceği gibi bir otomatik örnekleyici de kullanılabilir (Tutanç, 2009).

Özellikle elle yapılan enjeksiyonlarda şırınganın buharlaştırma kısmına kadar inmesine dikkat edilir. Bunun için şırınganın kullanılması üzerinde yeterli pratik yapılıır. Şırınganın sokulması, maddenin yuvasına enjekte edilmesi çok kısa zamanda gerçekleştirilir. Enjekte edilen numune miktarı 1–10 µl kadar olmalıdır. Gaz numuneleri özel olarak yapılmış gazları kaçırmayan şırıngalar yardımıyla enjekte edilirler ve taşıyıcı gaz yardımıyla sürüklenirler (Tutanç, 2009).

2.3.2 Kolon

Başlangıçta, toz şeklindeki inert katı destek üzerine kaplanmış sıvı fazla doldurulan kolonlar yapıldı. Daha sonra, dolgusuz boru şeklinde kapiler kolonların daha başarılı ayırma yapabildiği görüldü. Kapiler kolonlar 1950' de bulunmuştur. Kapiler kolonların çoğu erimiş silikadan yapılmakta ve dayanıklılığı artırmak için 350°C'ye kadar dayanan

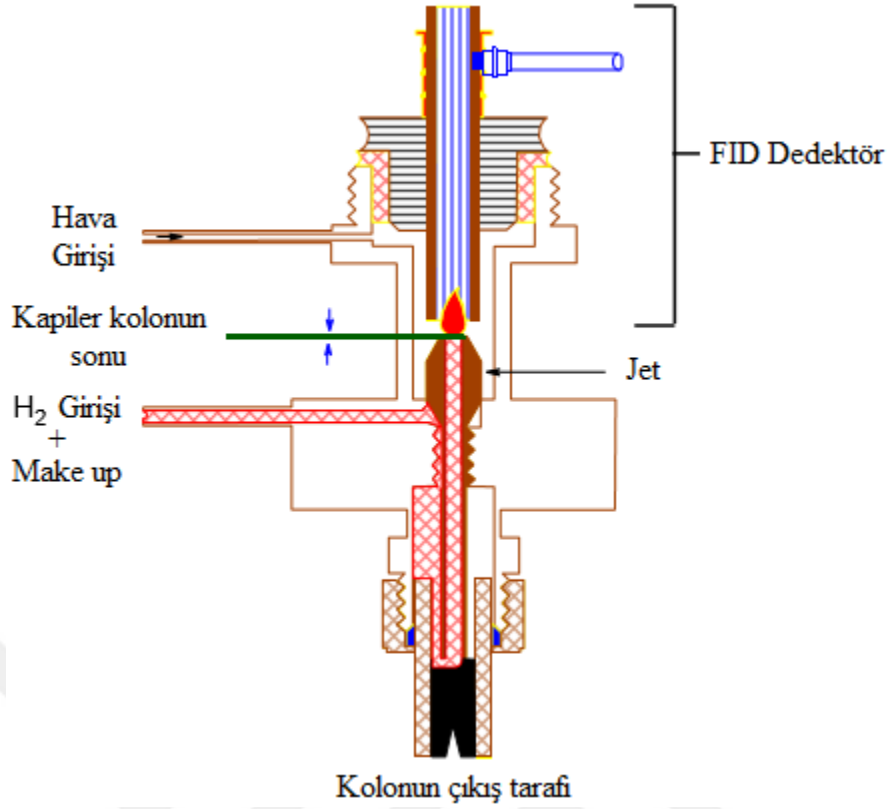
poliimid plastik ile kaplanmaktadır. Kaplama kalınlığının azalması ile ayırım artar ve alıkonma zamanı azalır. Destek kaplı kolonların yüzey alanı çeper çaplı kolonlara göre daha büyüktür. Kolonlarda kullanılan sabit fazlar ayrılacak analitlerin yapısına göre değişir. Apoları ayırmak için apolar, polarları ayırmak için de polar kolonlar seçilir (Miller, 2009).

Kolon; sabit bir katı fazla veya katı destek üzerine kaplanmış sıvı fazla doldurulur. Bu kolonların ayırma güçleri kapiler kolonlar kadar iyi değildir. Daha az karmaşık örneklerin ayrılmasında ve kapasiteleri daha fazla olduklarından preparatif amaçlı olarak kullanılırlar. Paslanmaz çelik, nikel, camdan imal edilir (Miller, 2009).

2.3.3 Dedektörler

Gaz kromatografisi cihazlarında amaca göre pek çok dedektör kullanılır. Bunların bazıları, alev iyonlaştırıcı, alev yayma dedektörü, iyon tutucu, argon iyonlaştırma dedektörü ve termal iletkenlik detektörüdür. Gaz kromatografisi kütle spektroskopisi cihazının kütle spektroskopisi kısmında ise genellikle iyon tutucu veya kütle seçici dedektörler kullanılır (Miller, 2009).

Alev iyonlaşma dedektörü gaz kromatografide en yaygın ve uygulama alanı en geniş dedektörlerdendir. Kolondan gelen karışım hidrojen-hava alevine yönlendirilir (Şekil 2.9). Organik bileşiklerin çoğu bu alevde piroliz edildiğinde elektronlar ve iyonlar üretirler. Oluşan bu elektron ve iyonlar alev boyunca elektrik iletkenliği sağlarlar. FID dedektörler özellikle karbon atomu içeren bileşikler için duyarlıdır. Karbon bileşiklerinin alevdeki iyon sayısı alevde indirgenen karbon atomlarının sayısı ile orantılıdır. Karbonil, alkol, halojen ve amin gibi fonksiyonel gruplar alevde çok az iyon oluştururlar veya hiç oluşturmazlar. Dedektör H₂O, CO, N₂, O₂, CO₂, SO₂, CO, NH₃ ve asal gazlara duyarsızdır. Bu sebeple su, azot oksitler ve kükürt oksitler ile kirlenmiş olanlar dâhil pek çok organik numunenin analizi için çok uygun genel bir detektörüdür. FID dedektörler yüksek duyarlık, geniş bir doğrusal cevap aralığı ve düşük gürültü gibi özellikler taşımakla birlikte sağlam ve kullanımı kolaydır. Başlıca sakıncaları yakma basamağında numuneyi tahrip etmesi ve taşıyıcı gazdan başka gaz kullanmayı gerektirmesidir (Ajayi vd., 2006).



Şekil 2.9. FID dedektör (Agilent, 2011)

2.4 *Citrus aurantifolia*

Citrus aurantifolia (Christm) Swingle (*C. aurantifolia*), Güney Florida, Hindistan, Meksika, Mısır ve Batı Hint Adaları gibi sıcak subtropikal veya tropikal bölgelerde birçok yerde yetişen poliembrionik bir bitkidir (Sanal vd., 2004).

C. aurantifolia yaklaşık 5 m boyunda küçük çalı tipi bir ağaçtır. Yoğun ve düzensiz dallanmış ve kısa ve sert dikenlere sahiptir. Sürekli gelişen bir ağaçtır. Yaprakları değişkenlik gösterir. Genellikle dikdörtgen-ovate (4-8cm×2-5cm) eliptik özelliklere sahiptir. Çiçekler yaklaşık 2.5 cm çapındadır ve kenarları açık mora çalan renkte ve sarımsı beyazdır. Meyveler, yaklaşık 3-6 cm çapındadır ve tepeleri kabarıktır. Olgunlaştığı zaman sarıdır, ancak genellikle ticari olarak yeşil toplanır. Meyveler ve çiçekler yıl boyunca görünse de kuzey yarımkürede en fazla Mayıs ayından Eylül ayına kadar rastlanır. Meyvenin kabukları sarı-yeşil renkli ve çok incedir. Meyve suyu asidik ve kokulu, limon suyu gibi ekşi fakat daha aromatiktir. Genellikle diğer tür limonlar ile kıyaslandığında farklı bir lezzeti vardır. Tohumlar küçük, dolgun, oval, pürüzsüz beyaz

embriyo çekirdeklidir (Enejoh vd., 2015). Ülkemizde misket limonu olarak da bilinir ve normal limondan küçüktür (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. *Citrus aurantifolia* Swingle

C. aurantifolia'nın kökeninin MÖ 4000 civarında Güney Doğu Asya'ya dayandığı tahmin edilmektedir. Kuzey Afrika'ya ve yakın doğuya Araplar tarafından taşındığı varsayılmaktadır. Filistin'den Avrupa'ya Haçlılar tarafından götürülmüştür. İspanyollar tarafından Karayipler Adasına ve Meksika'ya taşınmış ve Batı Hint Adaları ile Meksika'da kolayca yetiştirilmiştir (Morton, 1987).

2.5 Fortunella margarita Swingle

Kumkuat adıyla da tanınan *Fortunella margarita* Swingle, kompakt, yavaş büyüyen, 2.4-4.5 m boylanabilen çalı formunda ağaççıklar oluşturmaktadır. Meyve; oval, oblong veya yuvarlak şekilli, 1.6-4.0 cm genişliğinde, kabuğu altın sarısı, kırmızı – turuncu renkte ve üzerinde gözle görünür şekilde yağ bezeleri içermektedir (Morton, 1987). Kamkatlar mineraller, askorbik asit, karotenoidler, flavonoidler ve esansiyel yağlar içeren mükemmel bir besin kaynağıdır (Schirra vd., 2007). Kumkuatın da dâhil olduğu *Fortunella* cinsi içinde 6 farklı tür bulunmaktadır. En yaygın kullanılan kamkatlar, oval olan *Fortunella margarita* ((Lour.) Swing) (Nagami) ve yuvarlak olan *Fortunella japonica* Swing (Marumi) türleridir (Şekil 2.11). Bu türlerden başka, *Fortunella polyandra* (Ridl.) Tanaka, *Fortunella crassifolia* Swing. (Meiwa), *Fortunella obovata* ve

Fortunella hindsii (Hong Kong yabani kamkatı) türleri yer almaktadır (Yeşiloğlu vd., 2013). Beslenme açısından öneminin yanında flavonoidler, karotenoidler, askorbik asit, uçucu yağ gibi sağlık açısından yararlı fitokimyasalları da içermektedir (Wang vd., 2012).



Şekil 2.11. *Fortunella matgarita* Swingle

2.6 *Passiflora edulis*

Dünyada “Passion Fruit” olarak bilinen, bilimsel adı “*Passiflora edulis*” olan “Tutku Meyvesi” veya bizdeki adıyla “Çarkıfelek” egzotik bir meyvedir. Anayurdu Amerika kıtasıdır. Oradan dünyaya yayılmış 400 kadar çeşidi vardır. Ağırlıklı olarak Kolombiya, Brezilya, Arjantin gibi tropik bölgelerde yetişir (Şekil 2.12). Bu bölgelerde “Maruçya” veya “Gulupa” adıyla da anılır (Jordan vd., 2002).



Şekil 2.12. *Passiflora edulis*

Çarkıfelek (passion fruit) dışı mor, içi çekirdekli, çekirdeklerin etrafı üzüksü bir doku ile kaplı, meyve suyu, kokteyl, tatlı, dondurma ve meyve salatalarında kullanabilen çarkıfelek familyasının egzotik bir meyvesidir. Ülkemizde yetiştiriciliği özellikle güney

illerimizde yaygınlaşmaya başlayan çarkıfelek meyvesine olan talep gün geçtikçe artmaktadır. İnsan sağlığı açısından da oldukça önemli olan meyve aslında doğal sakinleştiricidir. Eczanelerde satılan passiflora şurupları bu meyveden yapılmaktadır. Besleyici özellikler açısından da zengin olan çarkıfelek meyvesi C, B1, B2, B5 vitaminleri, kalsiyum, fosfor ve protein bakımından da zengindir (Türemiş, 2012).

Yapısında bulunan potasyum miktarının çok olmasından dolayı kan basıncını düşürerek tansiyonu dengelediği görülmüştür. Diz ve kas ağrılarını azalttığı bildirilmektedir. Kanser hücrelerinin gelişmesini azalttığını ve bu hücrelerin yıkımı için enzim aktivitelerinin hızlandığı yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Vinatoru, 2001).

Passiflora incarnata Avrupa' da uykusuzluk, endişe gibi ruhsal hastalıklar için bitkisel ilaç olarak kullanılır. Kuzey Amerika' da sedatif çay, Brezilya' da analjezik, antispazmodik, anti-astım, Irak ta yine sedatif olarak, Türkiye'de ağrılı adet, epilepsi, uykusuzluk, nöralji gibi bozuklukların tedavisi için kullanılabilir. Ayrıca, Polonya'da histeri ve nevrasteni tedavisi için, Amerika'da, ishal, adet güçlüğü, yanıklar, Hemoroidim ve uykusuzluğu tedavi etmek için kullanılmıştır (Cordova vd., 2013).

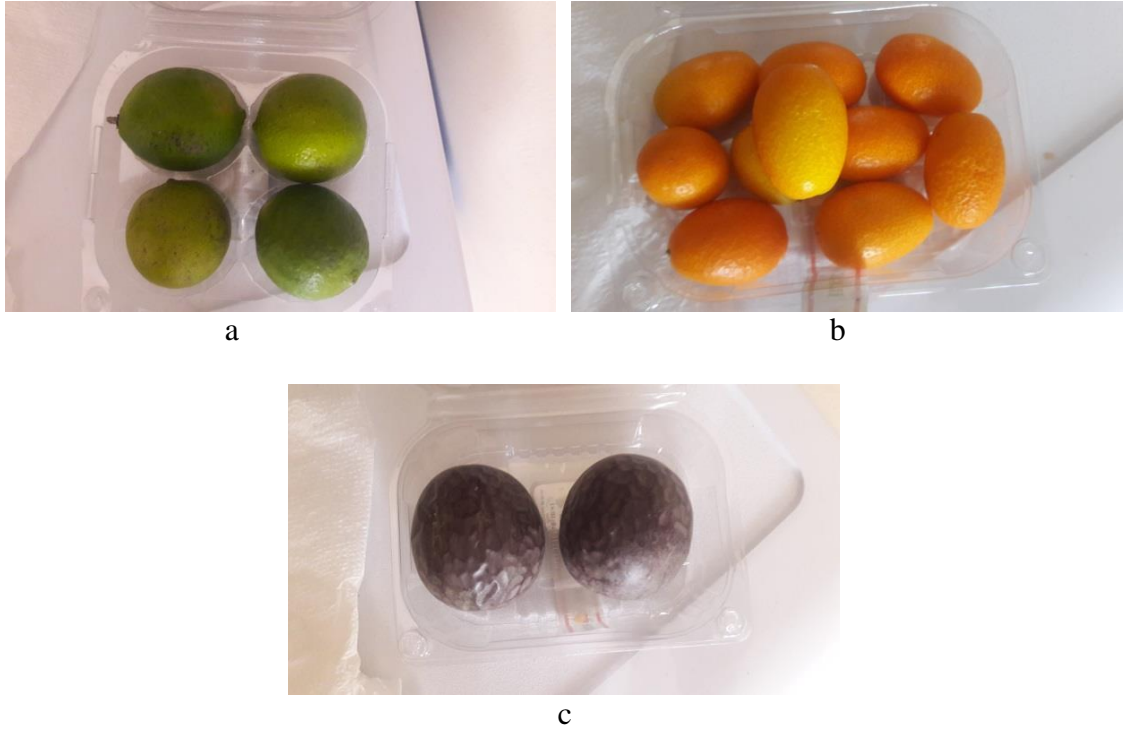
BÖLÜM III

DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1 Materyal

3.1.1 Meyve örnekleri

Bu tez çalışmasında üç farklı tropikal iklim meyvesinin yağ asitleri bileşenleri üzerine karşılaştırmalı yöntemlerle bir araştırma yapılmıştır. Tez çalışmasının materyalini oluşturan meyvelerin seçiminde son zamanlarda halk arasında çokça tüketilmeye başlanan ve kolaylıkla marketlerden satın alınabilecek meyveler tercih edilmiştir. Bunlar; tatlı limon ya da lime limonu ismiyle de bilinen *Citrus aurantifolia*, kumkuat ismiyle de bilinen *Fortunella matgarita* Swingle ve çarkıfelek ismiyle de bilinen *Passiflora edulis* olarak belirlenmiştir. Bu meyveler 2017 yılı eylül ayında marketlerden temin edilmiştir. Her bir meyve türünden 1'er kg satın alınmıştır (Şekil 3.1). Örnekler kurutulularak analize hazır hale getirilmiştir. Kurutulmuş meyve örnekleri analiz öncesi bitki öğütme değirmeninde öğütülmüştür.



Şekil 3.1. Tez çalışmasında kullanılan tropikal meyveler *Citrus aurantifolia* (a), *Fortunella matgarita* Swingle (b), *Passiflora edulis* (c)

3.1.2 Kimyasal maddeler

Tez çalışması sırasında kullanılan tüm kimyasal maddeler Merck ve Fluka firmalarından sağlanmıştır. Tüm kimyasal maddeler analitik saflıktadır. Kullanılan kimyasal maddeler aşağıda verilmiştir.

Metanol

Kloform

n-hekzan

n-heptan

Aseton

Potasyum Hidroksit

3.1.3 Laboratuvar malzemeleri ve cihazlar

Çalışmalar sırasında kullanılan laboratuvar malzemeleri de aşağıda verilmiştir.

Soxhlet ekstraksiyon takımı : 500 mL balon, 250 mL ekstraktör hacimli.

250 mL balon, 100 mL ekstraktör hacimli.

Mantolu ısıtıcı : İsolab 500 mL hacimli.

Rotary evaporatör : DLAB, RE100-pro model 5 L hacimli dik tip soğutucu

Sirkülasyon Banyosu : CLS marka ve CLRC-08C model.

Mikrodalga fırın : Arçelik marka ve MD674 model.

GS-MS Cihazı : Gaz Kromatografisi Kütle Spektroskopisi (GC-MS) Shimadzu QP2010 Ultra marka, Kolon: Restek marka, katalog no:13423,seri no:1174382, Rxi-5ms 30m x 0.25 mm ID x 0.25 mikrometre df.

3.2 Yöntem

3.2.1 Ham yağ tayini ve yağ asitleri analizleri

Meyve örneklerinin geleneksel yöntemlerle yağ analizleri soxhlet cihazında yapılmıştır (Şekil 3.2). Ekstraksiyonda 1/1 Hekzan-Aseton karışımı kullanılmıştır. Karşılaştırma amaçlı çalışma için klasik ısıtma araçları yerine mikrodalga fırına modifiye edilmiş Soxhlet cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Soxhlet ekstraksiyon düzeneği

Her iki yöntemden elde edilen yağ örneklerine analizlerin gerçekleştirilmesi amacıyla esterleşme işlemi uygulanmıştır. Bu işlem için yağ örneğinden yaklaşık 0,10-0,20 g alınarak 20 mL'lik deney tüpüne konulmuş, üzerine 1 mL 2N KOH çözeltisi ilave edilmiştir. Üzerine 7 mL n-Heptan ilave edilerek tüpteki karışım 30 saniye şiddetli bir şekilde karıştırıldıktan sonra 2000 rpm devirde santrifüj edilmiştir. Elde edilen berrak yüzer madde (metil ester) süpernatant kısmından otomatik enjektör yardımıyla viallere alınarak enjeksiyona hazır hale getirilmiştir. Vialler vidalı kauçuk kapakla kapatılarak analiz yapılana kadar +4 derecede buzdolabında saklanmıştır.



Şekil 3.3. Mikrodalga destekli modifiye Soxhlet ekstraksiyon düzeneği

BÖLÜM IV

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında üç farklı tropikal iklim meyvesinin yağ asitleri üzerine karşılaştırmalı yöntemlerle bir araştırma yapılmıştır. Tez çalışmasının materyalini oluşturan meyvelerin seçiminde son zamanlarda halk arasında çokça tüketilmeye başlanan ve kolaylıkla marketlerden satın alınabilecek meyveler tercih edilmiştir. Bunlar; *Citrus aurantifolia*, *Fortunella matgarita* Swingle ve *Passiflora edulis* olarak belirlenmiştir. Her bir meyve türünün yağ asitleri bileşenleri belirlenmeye çalışılırken karşılaştırmalı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerden ilki geleneksel Soxhlet ekstraksiyonu (SE) olup, karşılaştırmalı yöntem mikrodalga destekli Soxhlet ekstraksiyon (MDSE) yöntemidir. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

4.1 Meyve Örneklerinin Yağ Asitleri Bileşenleri

Meyve örneklerinin yağ asitlerinin belirlenmesi ile ilgili deney koşullarına ait veriler Çizelge 4.1.'de görülmektedir.

Çizelge 4.1. Meyve örneklerinin uçucu yağ eldesi deney koşullarının karşılaştırılması

Analiz Yöntemi	Sıcaklık/Güç	Isıtıcı	Ekstraksiyon Süresi
SE	70-90°C	Mantolu Isıtıcı	360 dk
MDSE	600 W	Mikrodalga ısıtma	30 dk

Meyve örneklerinin SE analizlerinde ısıtıcı olarak mantolu ısıtıcı kullanılmış ve ekstraksiyon süresince sıcaklık değerleri 70-90°C arasında değişmiştir. MDSE yönteminde ise ısıtma işlemi mikrodalga fırında gerçekleştirilmiştir. Bu işlem süresince mikrodalga fırının güç skalası sabit bir şekilde 600 watt değerinde kalmıştır. Geleneksel olarak uygulanan SE yönteminde analiz 360 dakika sürerken MDSE yönteminde toplam süresi 30 dakika olarak gerçekleşmiştir. MDSE yönteminde yaklaşık olarak %91.67 oranında zamandan tasarruf söz konusu olmaktadır. Mikrodalga ısıtma yönteminin uygulanması ile gıda maddelerinin ısıl işlemleri de dâhil olmak üzere tüm ısıl işlemlerde zamandan tasarruf sağlandığı bilinmektedir.

SE yönteminde 500 mL hacimli balon ve 250 mL hacimli ekstraktör kullanılırken, MDSE yönteminde 250 mL hacimli balon ve 100 mL hacimli ekstraktör kullanılmıştır. Bunun nedeni mikrodalga yönteminde çözücünün çok daha az kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Böylelikle zaman ile birlikte çözücüden de kazanç sağlanması, yöntemin bir diğer üstünlüğü olarak karşımıza çıkmaktadır. Meyve örneklerinden deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen ham yağ verimleri Çizelge 4.2.'de görülmektedir.

Çizelge 4.2. Meyve örneklerinin ham yağ verimleri

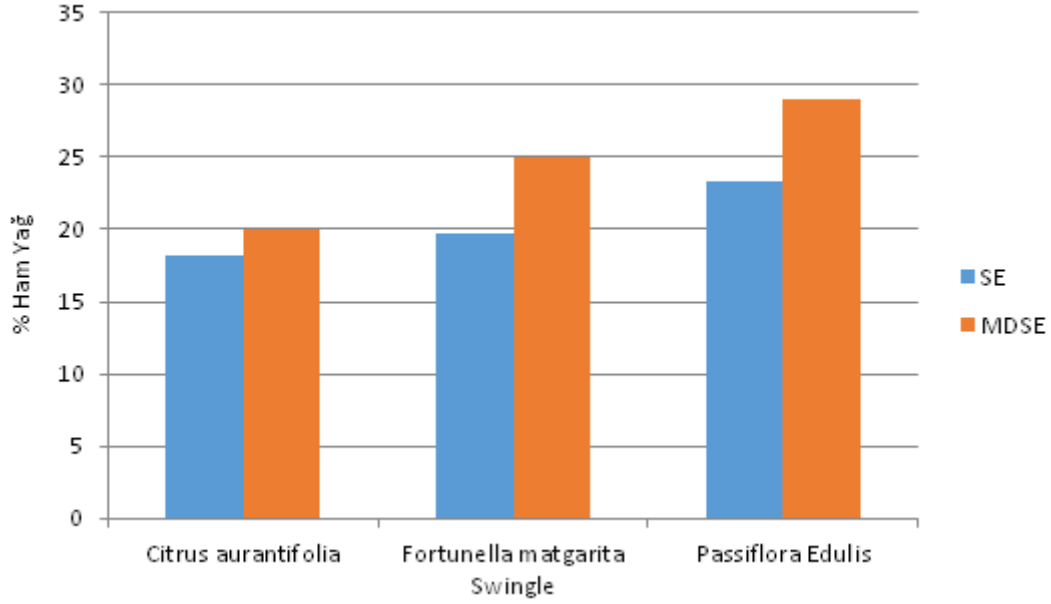
Meyveler	SE % Verim	MDSE % Verim
<i>Citrus aurantifolia</i>	18.15	20.02
<i>Fortunella matgarita</i> Swingle	19,74	24.95
<i>Passiflora edulis</i>	23.38	29.02

Çizelge 4.2.'de görüldüğü gibi hem SE hemde MDSE yöntemleri ile gerçekleştirilen analizler sonucunda her üç meyve örneğinde de ham yağ elde edilmiştir. *Citrus aurantifolia* meyvesi ham yağ verimi SE yönteminde %18,15 iken MDSE yönteminde verim % 20.02 olarak saptanmıştır. *Fortunella matgarita* Swingle meyvesi ham yağ verimleri incelendiğinde SE yönteminde % 19,74, MDSE yönteminde ise % 24,95' dir. Son olarak *Passiflora edulis* meyvesi ham yağ verimleri SE yönteminde % 23.38 iken MDSE yönteminde %29.02 olarak gerçekleşmiştir.

Her bir meyve türünde de elde edilen ham yağ değerleri incelendiğinde MDSE yöntemi ile elde edilen ham yağ verimlerinin SE yönteminden elde edilenden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre ham verimlerinin karşılaştırılması Şekil 4.1.'de görülmektedir.

4.1.1 *Citrus aurantifolia* meyvesi yağ asidi bileşenleri

Citrus aurantifolia meyvesinin hem SE hem de MDSE yöntemleri ile elde edilen ham yağı metil esterleri elde edildikten sonra gaz kromatografisine verilmesi ile elde edilen baskın yağ asitleri bileşenleri Çizelge 4.3' de verilmiştir.



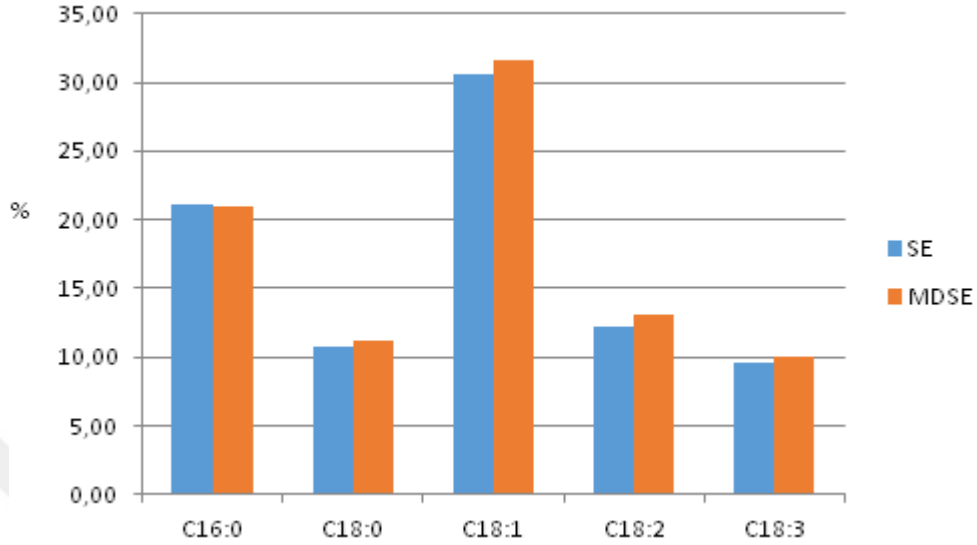
Şekil 4.1. Meyve örneklerinin yöntemlere göre ham yağ verimlerinin karşılaştırılması

Çizelge 4.3. *Citrus aurantifolia* meyvesi baskın yağ asidi bileşenleri

Yağ asidi	SE		MDSE	
	RT	%	RT	%
Palmitik asit C16:0	36.33	21.05	37.21	20.92
Stearik asit C18:0	41.40	10.81	44.24	11.12
Oleik asit C18:1	40.19	30.57	43.01	31.65
Linoleik asit C18:2	40.06	12.19	42.35	13.09
Linolenik asit C18:3	52.43	9.61	52.15	10.03
Baskın yağ asitleri toplamı		84.23		86.81

Citrus aurantifolia meyvesi yağ asidi bileşenleri incelendiğinde SE yönteminde baskın yağ asitlerinin %84.23 iken MDSE yönteminde bu değer %86.81'e yükseldiği görülmektedir. Baskın yağ asit bileşenleri her iki yöntemde de aynı bileşenler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bileşenlerden C16:00 (Palmitik asit) ve C18:00 (Stearik asit) birer doymuş yağ asitleridir. SE yönteminde doymuş yağ asitleri toplamı % 31.86, doymamış yağ asitleri toplamı % 52.37, MDSE yönteminde ise doymuş yağ asitleri toplamı % 32.04, doymamış yağ asitleri toplamı % 54.77 olarak saptanmıştır (Şekil 4.2). Her iki yöntemde de elde edilen bileşenler göz önüne alındığında doymamış yağ asitlerinin doymuş asitlerinden daha yüksek değerlerde bulunduğu görülmektedir. Ancak sadece C16:0 yüzde bileşiminde MDSE yönteminde her hangi bir artış olmadığı aksine çok küçükte olsa bir azalma olduğu görülmektedir. Genel olarak mikrodalga destekli

olarak gerçekleştirilen analizlerin özellikle doymamış yağ asitlerinde daha yüksek verimde elde edildiği görülmektedir.



Şekil 4.2. *Citrus aurantifolia* meyvesi yağ asidi bileşenleri

4.1.2 *Fortunella matgarita* Swingle meyvesi yağ asidi bileşenleri

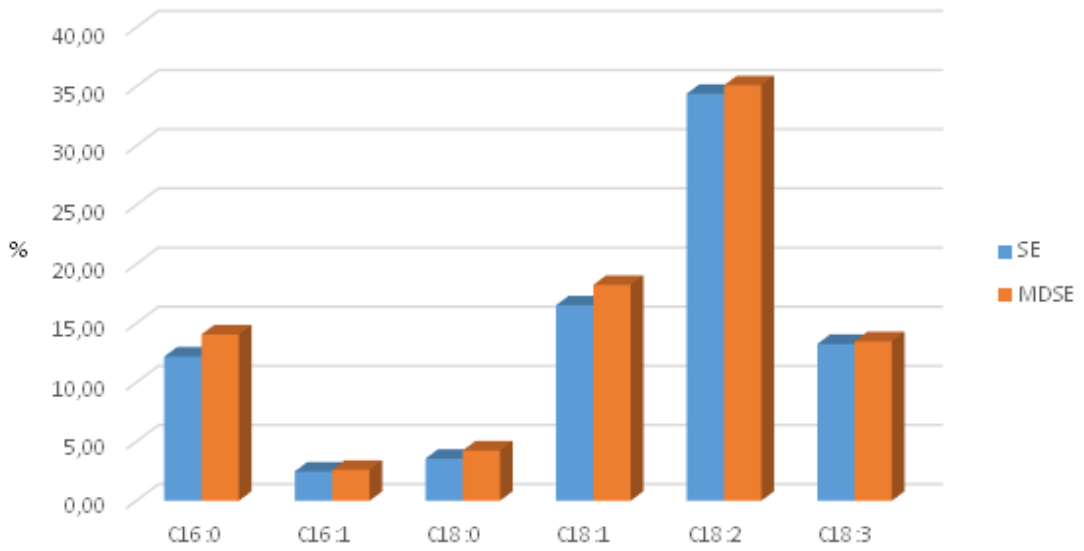
Fortunella matgarita Swingle meyvesinin hem SE hem de MDSE yöntemleri ile elde edilen ham yağı metil esterleri elde edildikten sonra gaz kromatografisine verilmesi ile elde edilen baskın yağ asitleri bileşenleri Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.4. *Fortunella matgarita* Swingle meyvesi baskın yağ asidi bileşenleri

Yağ asidi	SE		MDSE	
	RT	%	RT	%
Palmitik asit C16:0	40.74	12.19	41.02	14.06
Palmitoleik asit C16:1	7.57	2.48	8.63	2.62
Stearik asit C18:0	10.68	3.56	10.51	4.25
Oleik asit C18:1	36.39	16.53	37.08	18.24
Linoleik asit C18:2	40.29	34.40	41.32	35.12
Linolenik asit C18:3	40.19	13.26	42.38	13.48
Baskın yağ asitleri toplamı		82.42		87.77

Fortunella matgarita Swingle meyvesi yağ asidi bileşenleri incelendiğinde SE yönteminde baskın yağ asitleri % 82.42 iken MDSE yönteminde bu değer % 87.77 olduğu tespit edilmiştir. Baskın yağ asit bileşenleri her iki yöntemde de aynı bileşenler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bileşenlerden C16:00 (Palmitik asit) ve C18:00 (Stearik

asit) birer doymuş yağ asitleridir. SE yönteminde doğmuş yağ asitleri toplamı % 15.75, doymamış yağ asitleri toplamı % 66.67, MDSE yönteminde ise doğmuş yağ asitleri toplamı % 18.31, doymamış yağ asitleri toplamı % 69.46 olarak saptanmıştır (Şekil 4.3). Her iki yöntemde de elde edilen bileşenler göz önüne alındığında doymamış yağ asitlerinin doymuş asitlerinden daha yüksek değerlerde bulunduğu görülmektedir. Tüm bileşenlerde MDSE yönteminde azda olsa bir artış olduğu görülmektedir. Genel olarak mikrodalga destekli olarak gerçekleştirilen analizlerin özellikle doymamış yağ asitlerinde daha yüksek verimde elde edildiği görülmektedir.



Şekil 4.3. *Fortunella matgarita* Swingle meyvesi yağ asidi bileşenleri

4.1.3 *Passiflora edulis* meyvesi yağ asidi bileşenleri

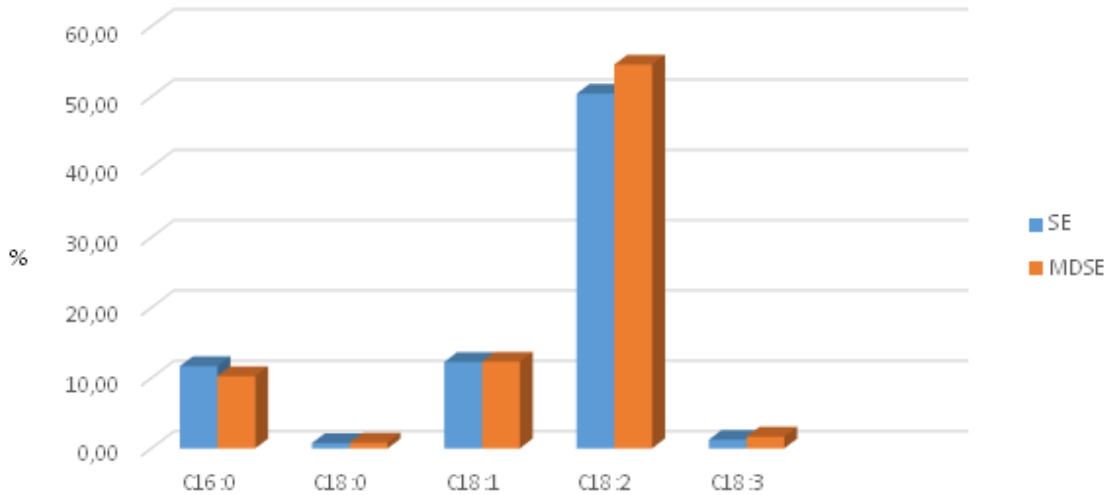
Passiflora edulis meyvesinin hem SE hem de MDSE yöntemleri ile elde edilen ham yağ metil esterleri elde edildikten sonra gaz kromatografisine verilmesi ile elde edilen baskın yağ asitleri bileşenleri Çizelge 4.5' de verilmiştir.

Passiflora edulis meyvesi yağ asidi bileşenleri incelendiğinde SE yönteminde baskın yağ asitleri % 76.39 iken MDSE yönteminde bu değer % 79.62 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.5. *Passiflora edulis* meyvesi baskın yağ asidi bileşenleri

Yağ asidi	SE		MDSE	
	RT	%	RT	%
Palmitik asit C16:0	36.37	11.69	35.26	10.27
Stearik asit C18:0	40.72	0.76	40.88	0.81
Oleik asit C18:1	40.23	12.29	41.22	12.31
Linoleik asit C18:2	40.15	50.42	41.78	54.56
Linolenik asit C18:3	43.83	1.23	44.09	1.67
Baskın yağ asitleri toplamı		76.39		79.62

Baskın yağ asit bileşenleri incelendiğinde aynı bileşenlere rastlanmıştır. Bu bileşenlerden doymuş yağ asitleri olan C16:00 (Palmitik asit) ve C18:00 (Stearik asit) % 12.45 oranında elde edilmiştir. Doymamış yağ asitlerinin oranı % 63.94 olarak saptanmıştır. MDSE yönteminde ise doymuş yağ asitleri toplamı % 11.08, doymamış yağ asitleri toplamı % 68.54 olarak saptanmıştır (Şekil 4.4). Her iki yöntemde de elde edilen bileşenler göz önüne alındığında doymamış yağ asitlerinin doymuş asitlerinden daha yüksek değerlerde bulunduğu görülmektedir. Palmitik asit hariç diğer bileşenlerde MDSE yönteminde artış olduğu görülmektedir. Palitik asit düzeyi ise azda olsa düşük bir değer elde edilmiştir. Genel olarak mikrodalga destekli olarak gerçekleştirilen analizlerin özellikle doymamış yağ asitlerinde daha yüksek verimde elde edildiği görülmektedir.

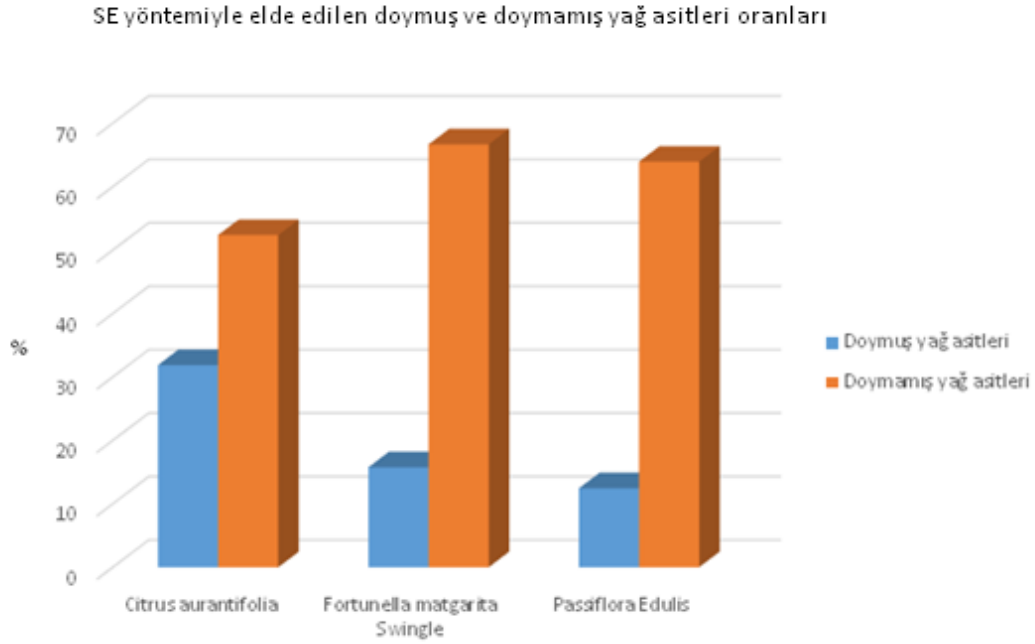


Şekil 4.4. *Passiflora edulis* meyvesi yağ asidi bileşenleri

4.2 Meyve örneklerinin Doymuş ve Doymamış Yağ Oranları

4.2.1 SE yöntemiyle elde edilen doymuş ve doymamış yağ oranları

Tez çalışması kapsamında meyve örneklerinin SE yöntemi ile elde edilen baskın yağ asitleri doymuş ve doymamış yağ oranları Şekil 4.5.'de verilmiştir.



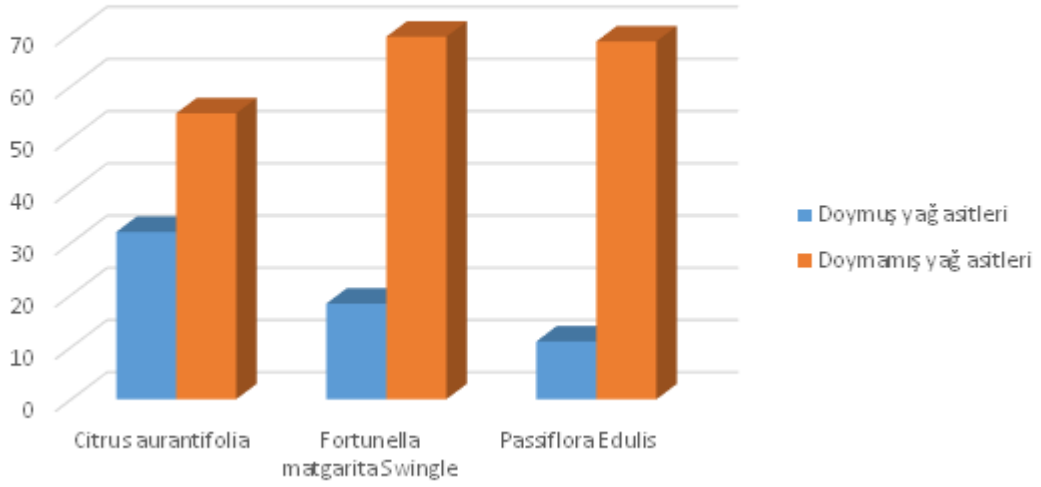
Şekil 4.5. Örneklerinin SE yöntemine göre doymuş, doymamış yağ asitleri oranları

Analizler sonucunda SE yönteminde *Citrus aurantifolia* meyvesi doymuş yağ asitleri toplamı % 31.86, doymamış yağ asitleri toplamı % 52.37, *Fortunella matgarita* Swingle meyvesi doymuş yağ asitleri toplamı % 15.75, doymamış yağ asitleri toplamı % 66.67 ve *Passiflora edulis* meyvesi doymuş yağ asitleri toplamı % 12.45, doymamış yağ asitleri toplamı % 63.94 olarak bulunmuştur. Genel olarak *Citrus aurantifolia* meyvesi doymuş yağ asitlerinin oranının doymamış yağ asitlerine göre oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.2.2 MDSE yöntemiyle elde edilen doymuş ve doymamış yağ oranları

Tez çalışması kapsamında meyve örneklerinin MDSE yöntemi ile elde edilen baskın yağ asitleri doymuş ve doymamış yağ oranları Şekil 4.6.'da verilmiştir.

MDSE yöntemiyle elde edilen doymuş ve doymamış yağ asitleri oranları



Şekil 4.6. Örneklerinin MDSE yöntemine göre doymuş, doymamış yağ asitleri oranları

Analizler sonucunda MDSE yönteminde *Citrus aurantifolia* meyvesi doymuş yağ asitleri toplamı % 32.04, doymamış yağ asitleri toplamı % 54.77, *Fortunella matgarita* Swingle meyvesi doymuş yağ asitleri toplamı % 18.31, doymamış yağ asitleri toplamı % 69.46 ve *Passiflora edulis* meyvesi doymuş yağ asitleri toplamı % 11.08, doymamış yağ asitleri toplamı % 68.54 olarak bulunmuştur. Genel olarak *Citrus aurantifolia* meyvesi doymuş yağ asitlerinin oranının doymamış yağ asitlerine göre oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Nordby ve Nagy yaptıkları bir araştırmada dört 4 farklı citrus türü olan portakal, greycitrus, limon ve limede yağ asidi bileşenlerini incelemişlerdir. Bu türlerde toplam yağ asitleri içeriğinin %10-56 'sının linoleik asit olduğu saptanmıştır. Tüm türlerde en baskın asit olarak linoleik asit belirlenmiştir (Nordby ve Nagy, 1974).

Buchbauer ve Jirovetz 1992 yılında yaptıkları bir araştırmada *passiflora incarnata* L. Meyvesi uçucu yağ bileşenlerini GC/MS and GC/FTIR yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Analizler sonucunda uçucu yağların ana bileşenlerini; hekzanal (% 1.4), benzil alkol (% 4.1), linalool (%3.2, 2-feniletıl alkol (% 1.2), 2-hidroksi benzoik asit metil ester (% 1.3), karvon (% 8.1), trans-anetol (%2.6), eugenol (%1.8), izoeugenol (%1.6), β -ionon (%2.6), α -bergamotol (%1.7), fitol (%1.9) olarak bulmuşlardır. Bunun yanında aynı araştırmada

iki yağ asidi palmitik asit (%7.2) ve oleik asit (%6.3) bileşenlerine rastlamışlardır (Buchbauer ve Jirovetz, 1992).

Liu vd., Çin’de yaptıkları bir araştırma da *passion fruit* meyvesi çekirdek ile çekirdek yağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Analizler sonuçlarına göre protein (%10.8±0.60) ve yağ (%23.40±2.50) miktarlarına dikkat çekmişlerdir. Bu meyvenin çekirdeklerinde 17 amino aside rastlamışlardır. Bunların % 34’ü nün esansiyel olduğunu vurgulamışlardır. Çekirdeğin iki esansiyel yağ asidi olan linoleik asit ve linolenik asit içerdiği ancak linoleik asit içeriğinin (% 72.69±0.32) is linoleik asit içeriğinden (%0.26±0.00) çok daha fazla olduğunu saptamışlardır. Bütün bu sonuçlara göre bu meyveyi önemli bir gıda maddesi olarak tanımlamışlardır (Liu vd., 2009).

Türkay ve arkadaşları, Türkiye’de γ -linolenik asit kaynakları ve bunların potansiyelleri üzerine bir araştırma yapmışlardır. İstanbul ili civarında yabancı olarak yetişen *Boraginaceae* ailesinden üç bitkinin *Borage officinalis*, *Trchystemon oraientalis* ve *Sympytum asperum*’un tohumlarının yağ ve yağ asidi bileşenlerini araştırmışlardır. Kurutulan bitkilerin tohumlarında bazı fiziksel özellikleri belirlemişlerdir. Bu amaçla hegzanla altı saatlik soxhlet ekstraksiyonu ile yağ içeriklerini ve yağ asitleri bileşimlerini az kromatografisinde tayin etmişlerdir. Araştırma sonucunda çoklu doymamış yağ asitlerinden γ -linolenik asit (GLA, C18:3 omega-6), metabolizmada linoleik asidin (LA C18:2 omega-6) asakidonik aside (AA, C20:4 omega-6) dönüşümünde oluşan ilk ara metabolit olduğunu bulmuşlardır. Son yıllarda GLA ve onun metabolitlerinin biyomedikal, beslenme ve kozmetik alanlarındaki öneminin giderek arttığını bildirmişleridir. Γ -linolenik asit (GLA) içeren yağların alkolizm, egzama, diyabet, hiperaktivite, kardiyovasküler rahatsızlıklar, gastro intestinal sorunlar, jinekolojik, nörolojik ve immünolojik birçok hastalığın tedavisinde etkili olduğunu bildirmişlerdir (Türkay vd., 2005).

Ajayi ve arkadaşları, *Brachystegia eurycoma*, *Tamarindus indica* ve *Mucuna flagellipes* bitki türlerinin tohumlarında yağ asidi bileşimlerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda oleik asidin çok baskın olduğunu (%24.13–60.68 arasında değiştiğini) ve linoleik asidin yapıdaki üç önemli yağ asidinden biri olduğunu belirlemişlerdir (Ajayi vd., 2006).

Yörük ve arkadaşları yaptıkları bir araştırmada *Rosa iberice*, *Rosa canina*, *Rosa villosa*, *Rosa dumalis* ve *Rosa pisiformis* kuşburnu türlerinin tohum ve meyvelerinde oleik ve linoleik asit, glukoz, sakkaroz, maltoz, vitamin C ve E içerikleri belirlenmiştir. Meyvelerdeki bileşiklerin en yüksek seviyeleri linoleik asit 3.150 µg/g (*R. dumalis*), oleik asit 0.57 µg/g (*R. canina*), δ-tokoferol 10.12 µg/g (*R. dumalis*), α-tokoferol 17.60 µg/g (*R. pisiformis*) olarak belirlemişlerdir (Yoruk vd., 2008).

Çelik ve Ercişli yaptıkları araştırmada yabancı ahududular ile kültür çeşitlerinin yağ asitlerini karşılaştırmışlardır. Toplam 11 yabancı ahududu genotipi ve bir ahududu çeşidi kullanılmışlardır. Araştırma sonucunda, yağ oranı verimi % 0.40 ve % 0.63 arasında saptamışlardır. Kültür ahududularının yabancı ahududulardan daha yüksek yağ oranına sahip olduğunu saptamışlardır. Araştırmada, linoleik asit (% 42.18-52.61) ve linolenik asidin (% 17.83-24.10) değerlendirilen (bütün genotipler) için baskın yağ asitleri olduğu saptanmıştır (Çelik ve Ercişli, 2009).

El-Adawy ve Taha, yaptıkları bir araştırmada; turunçgillerin çekirdek yağlarının doymamış yağ asitleri açısından oldukça zengin olduğunu ve sıralamanın linoleik, oleik ve linolenik asitler şeklinde olduğunu saptamışlardır. Bu esansiyel yağ asitlerini yüksek oranda içermeleri nedeniyle, turunçgil çekirdek yağlarının besleyici değerini arttırdıklarını belirlemişlerdir. Ayrıca oleik ve linoleik yağ asitlerince zengin olmaları yarı kurma özelliğini arttırdığından, turunçgil çekirdek yağlarının yemeklik yağ, salata yağı ve margarin sanayi için uygun bir kaynak oldukları ifade etmişleridir. Palmitik ve stearik asitlerin bu tür yağlardaki 36odel doymuş yağ asitleri olduğunu saptamışlardır. Araşidik, laurik ve miristik asitler bu yağ asitlerine oranla eser düzeyde bulunmuşlardır (Jordan vd., 2002).

Tunç ve arkadaşları, bir araştırmalarında fındıktan maksimum yağ verimine sahip ve rafine edilmeden tüketilebilecek kalitede fındık yağı üretimi için mikrodalga destekli Soxhlet sistemi (yeşil ekstraksiyon tekniği) kullanım olanakları araştırmışlardır. Çalışma kapsamında, mikrodalga destekli Soxhlet sistemi ile yağ ekstraksiyonu için optimizasyon amaçlı, farklı ekstraksiyon sıcaklıkları (36-64°C) ve süreleri (10-80 dakika) kullanılarak merkezi karma tasarım ile deneme deseni hazırlamışlardır. Deneme deseni maksimum yağ verimi elde etmek ve kalite kriterleri olan serbest asitlik ve peroksit değerlerini minimize etmek için optimize etmişleridir. Çalışma sonucunda elde edilen, mikrodalga destekli

Soxhlet ekstraksiyonu ile fındık yağı eldesini çalışılan değişken aralıklarında yüksek başarı ile tahmin etmişleridir. Çalışmada ekstraksiyon sıcaklığının yağ verimi üzerinde artırıcı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir (Tunç vd., 2014).

Yağcıoğlu, 2015 yılında yapmış olduğu Yüksek Lisans Tez çalışmasında, antioksidan özelliğinin yüksek olduğu bilinen adaçayında (*Salvia officinalis* L.) farklı ekstraksiyon metotları kullanılarak antioksidan ekstraksiyonu yapmıştır. Kullanılan yöntemler; klasik çözücü, mikrodalga destekli, ultrason destekli ekstraksiyon olmuştur. Yanıt yüzey yöntemi kullanarak, her bir ekstraksiyon yöntemi için optimum ekstraksiyon koşulları belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler; klasik çözücü ekstraksiyonunda; etanol konsantrasyonu (%60-80), sıcaklık (40-60 °C) ve ekstraksiyon süresi (60-120 dakika) olarak; ultrason destekli ekstraksiyonda; etanol konsantrasyonu (%60-80), sıcaklık (40-60 °C) ve ekstraksiyon süresi (15-45 dakika) olarak; mikrodalga destekli ekstraksiyonda; etanol konsantrasyonu (%60-80), mikrodalga gücü (300-600 Watt) ve ekstraksiyon süresi (30-90 dakika) olarak seçmiştir. Uygulanan üç yöntem karşılaştırıldığında, mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminin en verimli yöntem olduğu görülmüştür. Bunu ultrason destekli ekstraksiyon ve klasik çözücü ekstraksiyonu takip etmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar neticesinde, kısa süreli ekstraksiyonla yüksek antioksidan elde edilen mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminin adaçayından antioksidan ekstrakte etmek için kullanılabileceğini bildirmiştir (Yağcıoğlu, 2015).

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar literatürde bulunan araştırmalar ile karşılaştırıldığında; mikrodalga destekli olarak gerçekleştirilen yöntemin zaman ve çözücü sarfiyatından tasarruf sağlaması açısından diğer çalışmalarla uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Geleneksel yöntemlere oranla mikrodalga destekli yöntem bu değişkenler açısından daha tercih edilebilir olarak saptanmıştır. Elde edilen yağ verimleri açısından önemli bir artış gözlenememiş olsa da aynı baskın yağ asitlerinin herhangi bir bozunmamaya uğramaması açısından MDSE yönteminin üstünüğü önemli bir sonuç olarak karşımıza çıkmıştır.

BÖLÜM V

SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında son zamanlarda halk arasında çokça tüketilmeye başlanan ve kolaylıkla marketlerden satın alınabilecek meyveler arasında yer alan üç farklı tropikal iklim meyvesinin yağ asitleri üzerine karşılaştırmalı yöntemlerle bir araştırma yapılmıştır. Bunlar; *Citrus aurantifolia*, *Fortunella matgarita* Swingle ve *Passiflora edulis* olarak belirlenmiştir. Her bir meyve türünün yağ asitleri bileşenleri belirlenmeye çalışılırken karşılaştırmalı yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerden ilki geleneksel Soxhlet ekstraksiyonu (SE) olup, karşılaştırmalı yöntem mikrodalga destekli Soxhlet ekstraksiyon (MDSE) yöntemidir. Deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Bitkiler ve özellikle meyveler için önemli bileşenler arasında yer alan yağ asitleri farklı ekstraksiyon yöntemleriyle belirlenebilmektedir.
2. Son yıllarda kimyasal analiz yöntemlerinde sıklıkla kullanılmaya başlanan mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemi soxhlet ekstraksiyon yöntemine eklenerek analizler gerçekleştirilebilmektedir.
3. Mikrodalga destekli soxhlet ekstraksiyon yönteminin geleneksel olarak kullanımında ortalama altı saat olan ekstraksiyon süresinin, mikrodalga destekli soxhlet ekstraksiyon yönteminde 30 dakikaya düşürdüğü ve zamandan büyük oranda tasarruf sağladığı görülmektedir.

Mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminde çok daha az çözücü kullanımı sonucu hem çözücü maliyetini azalttığı hem de çevreye olumlu etkileri olacağı için yöntemin üstünlüğü ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

Ajayi, I. A., Oderinde, R. A., Kajogbola, D. O. and Uponi, J. I., "Oil content and fatty acid composition of some underutilized legumes from Nigeria", *Food Chemistry* 99(1), 115-120, 2006.

Alma, M. H., Mavi, A., Yildirim, A., Digrak, M. and Hirata, T., "Screening chemical composition and in vitro antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils from *Origanum syriacum* L. growing in Turkey", *Biological and Pharmaceutical Bulletin* 26(12), 1725-1729, 2003.

Avşar, G., Topallar, S., Özdemir, S. ve B, K., "Uçucu bileşen İçeren bitkilerden süperkritik ekstraksiyon yöntemi ile özütleme", *4. Kozmetik Kimyasi, Üretimi, Standardizasyonu Kongresi*, Antalya, 14-16 Şubat, 2014.

Banni, S., "Conjugated linoleic acid metabolism", *Current Opinion in Lipidology* 13(3), 261-266, 2002.

Başer, K. H. C., Tıbbi ve Aromatik Bitkisel Ürünlerin Üretimi ve Kalite Kontrolü, *Anadolu Üniversitesi Yayınevi*, Eskişehir, 2010.

Baytop, T., Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, İstanbul, 1984.

Buchbauer, G. and Jirovetz, L., "Volatile constituents of the essential oil of *Passiflora incarnata* L", *Journal of Essential Oil Research* 4(4), 329-334, 1992.

Büyüktüncel, E., "Gelişmiş ekstraksiyon teknikleri I", *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi* 32(2), 209-242, 2012.

Ceylan, A., Tıbbi Bitkiler-2, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını*, İzmir, 1983.

Chambe, P. C., Lippincotts Mustrated Reviews, *Nobel Tıp Kitapevleri Ltd. Şti.*, İstanbul, 1997.

Cordova, F. M., Zibadi, S. and Watson, R. R., Antioxidant and Anti-Inflammatory Actions of Passion Fruit Peel Extract in Modifying Osteoarthritis, Hypertension, and Asthma In: Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases, *Elsevier*, New York, USA, 2013.

Coşkun, T., "Fonksiyonel besinlerin sağlığımız üzerine etkileri", *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 48(1), 69-84, 2005.

Cox, P. A., Ethnopharmacology and The Search for New Drugs In: Bioactive compounds From Plants, *John Wiley & Sons*, New York, USA, 1990.

Çelebi, Ş. ve Karaca, H., "Yumurtanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar", *Journal of the Faculty of Agriculture* 37(2), 25-34, 2011.

Çelik, A. and Ercişli, S., "Some physical properties of pomegranate cv. Eksinar", *International Agrophysics* 23(3), 295-298, 2009.

Çolak, N. ve Tülek, Y., "Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu", *Gıda Dergisi* 28(3), 134-145, 2003.

De Castro, M. D. L. and Priego-Capote, F., "Soxhlet extraction: Past and present panacea", *Journal of Chromatography A* 1217(16), 2383-2389, 2010.

Dorman, H. J. D. and Deans, S. G., "Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils", *Journal of Applied Microbiology* 88(2), 308-316, 2000.

Eloff, J. N., "Which extractant should be used for the screening and isolation of antimicrobial components from plants?", *Journal of Ethnopharmacology* 60(1), 1-8, 1998.

Enejoh, O. S., Ogunyemi, I. O., Bala, M. S., Oruene, I. S., Suleiman, M. M. and Ambali, S. F., "Ethnomedical Importance of *Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle", *The Pharma Innovation* 4(8, Part A), 1, 2015.

Erdik, E., Obalı, M., Yüksekışık, N., Öktemer, A. ve Pekel, T., Denel Organik Kimya, *Gazi Kitabevi*, Ankara, 2013.

Ersen, A., Özkan, G. ve Biçer, A., "Süperkritik CO2 ekstraksiyonu ile gül ve nane bitkilerindeki esansiyel yağların eldesi", *XV. Ulusal Kimya Kongresi*, İstanbul, 4-7 Eylül, 2001.

Esen, G., *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* letswaart'un doğal ve kültür formlarından elde edilen uçucu yağlarının kimyasal bileşimleri ve antimikrobiyal aktivite özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Balıkesir, s. 5-7, 2005.

Fakhari, A. R., Salehi, P., Heydari, R., Ebrahimi, S. N. and Haddad, P. R., "Hydrodistillation-headspace solvent microextraction, a new method for analysis of the essential oil components of *Lavandula angustifolia* Mill", *Journal of Chromatography A* 1098(1-2), 14-18, 2005.

Gözükara, E. M., Biyokimya, *Baskı Ofset Repromet Ltd. Şti.*, Ankara, 1989.

Gümüşkesen, A. S., Bitkisel Yağ Teknolojisi, *Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği*, İzmir, 1999.

Gürcan, Ü., Yağ rafinasyonunda oluşan trans yağ asitlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, s. 9-12, 2001.

İlbay, Z., Turunçgil meyve ve yapraklarını farklı ekstraksiyon yöntemleriyle ekstraksiyonu ve matematik modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s. 36-38, 2016.

Jin, Q., Shi, Y., Yu, A., Yang, W. and Peng, Z., "An improved argon microwave-induced plasma ionization detector for gas chromatography", *Microchemical Journal* 62(2), 282-290, 1999.

Jordan, M. J., Goodner, K. L. and Shaw, P. E., "Characterization of the aromatic profile in aqueous essence and fruit juice of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims F. Flavicarpa degner) by GC- MS and GC/O", *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(6), 1523-1528, 2002.

Kalaycıoğlu, L., Serpek, B., Nizamlıoğlu, M., Başpınar, N. ve Tiftik, A. M., *Biyokimya, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayinevi Ünitesi*, Konya, 1998.

Karabulut, H. A. ve Yandı, İ., "Su ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi", *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi* 23(1/3), 339-342, 2006.

Kaya, D. and Ergönül, P. G., "Obtaining methods of volatile oils", *GIDA-Journal of Food* 40(5), 303-310, 2015.

Kılıç, A., "Uçucu yağ elde etme yöntemleri", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi* 10(13), 15-25, 2008.

Kolanowski, W. and Laufenberg, G., "Enrichment of food products with polyunsaturated fatty acids by fish oil addition", *European Food Research and Technology* 222(3-4), 472-477, 2006.

Lawrence, B. M., "The isolation of aromatic materials from natural plant products", *A Manual on The Essential Oil Industry*, 57-154, 1995.

Linskens, H. F., Jackson, J. F. and Braddock, R. J., "Modern methods of plant analysis, Vol. 18: Fruit analysis", *Trends in Food Science and Technology* 8(2), 65-78, 1997.

Liu, S., Yang, F., Zhang, C., Ji, H., Hong, P. and Deng, C., "Optimization of process parameters for supercritical carbon dioxide extraction of *Passiflora* seed oil by response surface methodology", *The Journal of Supercritical Fluids* 48(1), 9-14, 2009.

Miller, J. M., *Basic Gas Chromatography*, *John Wiley & Sons*, USA, 2009.

Morton, J., *Fruits of Warm Climates*, *Creative Resource Systems*, Miami, 1987.

Murray, R. K., Harper'ın Biyokimyası, **Barış Kitabevi**, İstanbul, 1990.

Özkan, Y. ve Koca, S. S., "Hiperlipidemi tedavisinde omega-3 yağ asitinin (balık yağı) etkinliği", **Fırat Tıp Dergisi** 11(1), 40-44, 2006.

Pariza, M. W. and Hargraves, W. A., "A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7, 12-dimethylbenz [a] anthracene", **Carcinogenesis** 6(4), 591-593, 1985.

Philipson, J. D., Plants as surces of valuable products, **Clarendon Press**, Oxford, UK, 1990.

Sanal, İ., Salgın, U., Güvenç, A., Bayraktar, E., Mehmetoğlu, Ü. ve Çalıklı, A., "Antioksidanların süperkritik akışkanlarla ayrılması", **VI Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi**, İzmir, 5-9 Temmuz, 2004.

Schirra, M., Palma, A., D'Aquino, S., Angioni, A., Minello, E. V., Melis, M. and Cabras, P., "Influence of postharvest hot water treatment on nutritional and functional properties of kumquat (*Fortunella japonica* Lour. Swingle Cv. Ovale) fruit", **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 56(2), 455-460, 2007.

Solomons, G., Organik Kimya, **Literatür Yayınları**, İstanbul, 2000.

Sökmen, A. ve Gürel, E., Bitki Biyoteknolojisi, **Selçuk Üniversitesi Vakıf Yayınları**, Konya, 2001.

Tanker, M. and Tanker, N., Farmakognozi Ders Kitabı, **Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları**, Ankara, 1998.

Tokkan, D., Kuşlu, S., Çalban, T. ve Çolak, S., "Anod çamurundaki gümüşün amonyum tiyosülfat çözeltilerinde mikrodalga enerjisi ile ekstraksiyonunun optimizasyonu", **10. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi**, İstanbul, 3-6 Eylül, 2012.

Tunç, İ., Çalışkan, F., Özkan, G. ve Karacabey, E., "Mikrodalga destekli soxhlet cihazı ile fındık yağı ekstraksiyonunun yanıt yüzey yöntemi ile optimizasyonu", *Akademik Gıda* 12(1), 20-28, 2014.

Tutanç, L., Gaz kromatografisi kütle spektrometresi ile eroin, kokain ve amfetamin grubu maddelerin birlikte analizi için yöntem geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Adli Tıp Enstitüsü*, İstanbul, s. 2009.

Türemiş, N., "Yeni bir üzümsü meyve çarkıfelek ve ekonomik önemi", *IV. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, Antalya, 03-05 Ekim, 2012.

Türkay, S., Özgül Yücel, S. ve Üstün, G., "Türkiye'nin linolenik asit kaynakları ve potansiyeli üzerine bir araştırma", *Journal* 2005.

Tüzün, C., Biyokimya, *Palme Yayınları*, Ankara, 1992.

Valero, M. and Salmeron, M. C., "Antibacterial activity of 11 essential oils against *Bacillus cereus* in tyndallized carrot broth", *International Journal of Food Microbiology* 85(1-2), 73-81, 2003.

Vinatoru, M., "An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs", *Ultrasonics Sonochemistry* 8(3), 303-313, 2001.

Wang, Y.-W., Zeng, W.-C., Xu, P.-Y., Lan, Y.-J., Zhu, R.-X., Zhong, K., Huang, Y.-N. and Gao, H., "Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) Peel", *International Journal of Molecular Sciences* 13(3), 3382-3393, 2012.

Yağcıoğlu, P., Farklı ekstraksiyon metotları ile adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinden antioksidan ekstraksiyonunun optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s. 15-19, 2015.

Yağız, F., Bazı Galium (Rubiaceae) türlerinin uçucu yağ analizler ve antimikrobiyal aktiviteleri, Yüksek Lisans Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, s. 7-10, 2015.

Yeşiloğlu, T., Köksal, N., Çimen, B., İncesu, M. ve Yılmaz, B., "Fortunella turunçgil cinsinin (Kamkat) süs bitkisi olarak kullanım olanakları", *Journal* 2013.

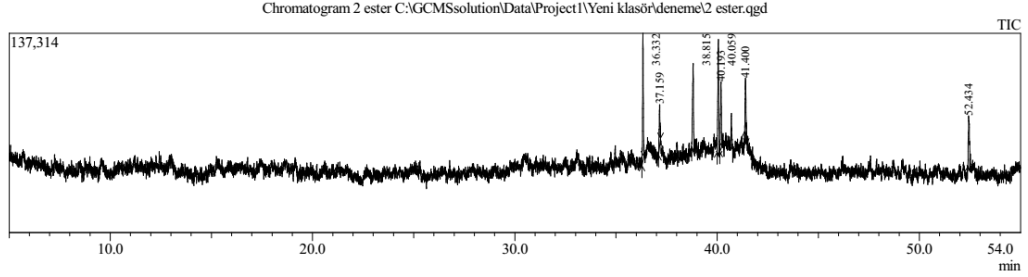
Yoruk, I. H., Turker, M., Kazankaya, A., Erez, M. E., Battal, P. and Celik, F., "Fatty acid, sugar and vitamin contents in rose hip species", *Asian Journal of Chemistry* 20(2), 1357-1367, 2008.



Ek-A Shimadzu GCM çözümleri tarayıcı raporu

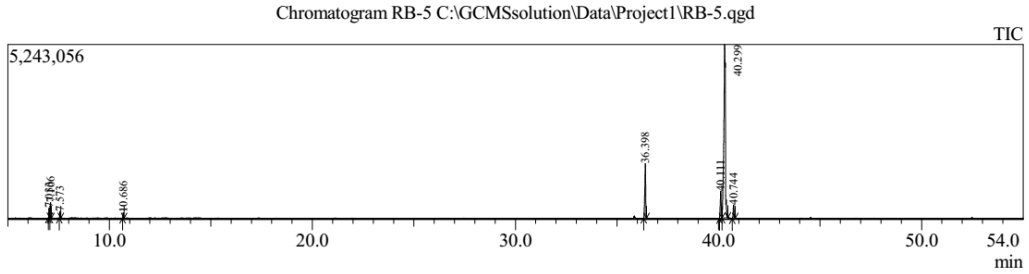
==== Shimadzu GCMSsolution Browser Report ====

Data File : C:\GCMSsolution\Data\Project1\Yeni klasör\deneme2 ester.qgd
Method File : C:\Users\LenovoPc\Desktop\kimya fadime\metot.qgm
Analyzed by : Admin
Analyzed : 29.5.2018 10:58:56
Sample Type : Unknown
Level # : 1
Sample Name : 2 ester
Sample ID :



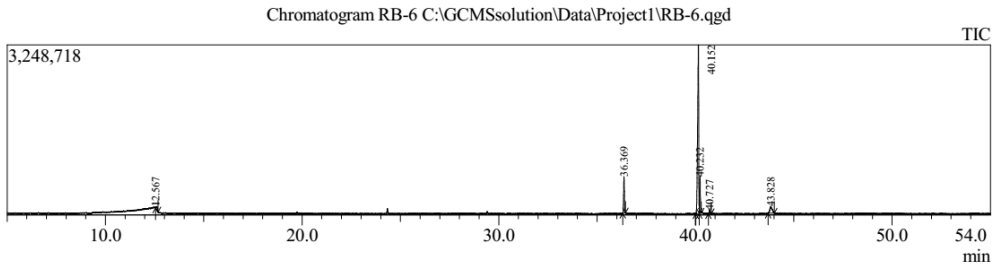
==== Shimadzu GCMSsolution Browser Report ====

Data File : C:\GCMSsolution\Data\Project1\RB-5.qgd
Method File : C:\Users\LenovoPc\Desktop\kimya fadime\metot.qgm
Analyzed by : Admin
Analyzed : 30.5.2018 13:55:25
Sample Type : Unknown
Level # : 1
Sample Name : RB-5
Sample ID :



==== Shimadzu GCMSsolution Browser Report ====

Data File : C:\GCMSsolution\Data\Project1\RB-6.qgd
Method File : C:\Users\LenovoPc\Desktop\kimya fadime\metot.qgm
Analyzed by : Admin
Analyzed : 30.5.2018 15:05:20
Sample Type : Unknown
Level # : 1
Sample Name : RB-6
Sample ID :



ÖZ GEÇMİŞ

Mustafa BİRİKEN, 01.04.1993 tarihinde Fatih, İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2011 yılında başladığı Dokuz Eylül Üniversitesi İzmir Meslek Yükseokulu Kimya Teknolojisi Programı'ndan Kimya Teknikeri, 2013 yılında eğitimine başladığı Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'nden Haziran 2016'da kimyager ünvanı ile mezun oldu. 2016 yılında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.



